

Projet de renouvellement Parc éolien de Soudan (44)



Étude d'impact volet faune/flore/milieus naturels

Volet 2 : Impacts et mesures. Etude d'incidences

Juillet 2024



INTRODUCTION

Dans le cadre d'un projet de renouvellement (ou « repowering ») du parc éolien situé sur la commune de Soudan (département de Loire-Atlantique (44), région Pays-de-la-Loire), la société CNR a missionné le bureau d'études Calidris afin de réaliser le volet « faune-flore- milieux naturels » de l'étude d'impact.

Cette étude d'impact intervient dans le cadre d'une demande d'autorisation environnementale pour un parc éolien au titre de la législation sur les Installations Classées pour la Protection de l'Environnement (ICPE). Elle prend en compte l'ensemble des documents relatifs à la conduite d'une étude d'impact sur la faune et la flore et à l'évaluation des impacts sur la nature tels que les guides, chartes ou listes d'espèces menacées élaborées par le ministère et les associations de protection de la nature.

Le présent document a pour objectif de présenter les volets relatifs à l'évaluation des impacts, la proposition de mesures et l'étude d'incidences.

Sommaire

INTRODUCTION	2
ANALYSE DE LA SENSIBILITE DU PATRIMOINE NATUREL VIS-A-VIS DES EOLIENNES.....	9
1. Méthodologie de détermination de la sensibilité	10
2. Synthèse des connaissances des effets de l'éolien sur l'avifaune.....	13
3. Sensibilité des espèces d'oiseaux présentes sur le site.....	30
4. Synthèse des connaissances des effets de l'éolien sur les chiroptères	51
5. Sensibilité des chiroptères présents sur le site au risque de collision	59
6. Sensibilité de la flore et des habitats aux éoliennes	71
7. Sensibilité de la faune terrestre aux éoliennes	72
ANALYSE DES IMPACTS DU PROJET SUR LE PATRIMOINE NATUREL.....	75
1. Analyse des variantes du projet	75
2. Evaluation des impacts bruts	92
3. Analyse des impacts bruts du raccordement externe.....	96
4. Analyse des impacts bruts sur l'avifaune	97
5. Analyse des impacts bruts sur les chiroptères	115
6. Analyse des impacts bruts sur la flore et les habitats	125
7. Analyse des impacts sur les zones humides.....	128
8. Analyse des impacts bruts sur la faune terrestre.....	137
9. Analyse des impacts bruts sur les services écosystémiques	139
10. Effets cumulés	140
11. Impacts sur les corridors et les trames vertes et bleues.....	145
12. Scénario de référence	148
13. Mesures ERC.....	151
14. Analyse des impacts résiduels avifaune après application des mesures environnementales 166	
15. Analyse des impacts résiduels chiroptères après application des mesures environnementales 171	

16.	Analyse des impacts résiduels flore habitats après application des mesures environnementales	173
17.	Analyse des impacts résiduels faune terrestre après application des mesures environnementales	173
18.	Impacts résiduels sur les zones humides	174
19.	Impacts résiduels sur les effets cumulés.....	174
20.	Impacts résiduels du raccordement externe.....	174
21.	Synthèse des impacts résiduels.....	174
22.	Mesure de compensation loi 411-1 du code de l'environnement.....	175
23.	Mesures d'accompagnement.....	175
24.	Mesures de suivis réglementaires ICPE.....	178
25.	synthèse des mesures et de leurs effets	181
	EVALUATION DES INCIDENCES NATURA 2000	183
1.	Introduction.....	183
2.	Cadre réglementaire.....	183
3.	Approche méthodologique de l'évaluation des incidences	184
4.	Présentation du projet de renouvellement éolien et du site d'implantation	187
5.	Définition des sites Natura 2000 pris en compte pour l'évaluation des incidences	188
6.	Méthodologie	190
7.	État initial.....	191
8.	Synthèse des éléments d'intérêt européen sensibles au projet de parc éolien	193
	DOSSIER CNPN	194
	CONCLUSION	196
	BIBLIOGRAPHIE	199
	ANNEXES.....	216
	Annexe 1 : Illustration photographique des profils types de sondages rattachés aux différentes classes de sols GEPPA.....	216
	Annexe 2 : Suivi d'exploitation du parc éolien de Soudan (44). 2022.....	220
	Annexe 3 : Suivi d'exploitation du parc éolien de Soudan (44). 2024.....	267
	Annexe 4 : Convention – plantation d'une haie.....	313
	321

Liste des cartes

Carte n°1 : Sensibilité de l'avifaune en phase d'exploitation.....	49
Carte n°2 : Sensibilité de l'avifaune en phase travaux pour la période de reproduction	50
Carte n°3 : Sensibilité de l'avifaune en phase travaux en période internuptiale.....	51
Carte n°4 : Sensibilités chiroptérologiques vis-à-vis des gîtes	66
Carte n°5 : Sensibilités chiroptérologiques vis-à-vis des collisions	70
Carte n°6 : Sensibilité des habitats naturels et de la flore en phase travaux.....	71
Carte n°7 : Sensibilité des habitats naturels et de la flore en phase exploitation	72
Carte n°8 : Sensibilité pour la faune terrestre en phase travaux	73
Carte n°9 : Sensibilité pour la faune terrestre en phase exploitation.....	74
Carte n°10 : Localisation des éoliennes pour la Variante d'implantation 1	76
Carte n°11 : Synthèse des sensibilités botaniques pour la Variante d'implantation 1	77
Carte n°12 : Synthèse des sensibilités chiroptérologiques pour la Variante d'implantation 1.....	78
Carte n°13 : Synthèse des sensibilités ornithologiques en période de reproduction et en phase travaux pour la Variante d'implantation 1.....	79
Carte n°14 : Synthèse des sensibilités ornithologiques en phase exploitation et hors période de reproduction en phase travaux pour la Variante d'implantation 1	79
Carte n°15 : Synthèse des sensibilités de la faune terrestre pour la Variante d'implantation 1 en phase travaux	80
Carte n°16 : Localisation des éoliennes pour la Variante d'implantation 2	81
Carte n°17 : Synthèse des sensibilités botaniques pour la Variante d'implantation 2	82
Carte n°18 : Synthèse des sensibilités chiroptérologiques pour la Variante d'implantation 2.....	83
Carte n°19 : Synthèse des sensibilités ornithologiques en période de reproduction en phase travaux pour la Variante d'implantation 2.....	84
Carte n°20 : Synthèse des sensibilités ornithologiques en phase exploitation et hors période de reproduction en phase travaux pour la Variante d'implantation 2	84
Carte n°21 : Synthèse des sensibilités de la faune terrestre pour la Variante d'implantation 2 en phase travaux	85
Carte n°22 : Localisation des éoliennes pour la Variante d'implantation 3	86
Carte n°23 : Synthèse des sensibilités botaniques pour la Variante d'implantation 3	87
Carte n°24 : Synthèse des sensibilités chiroptérologiques pour la Variante d'implantation 3.....	88
Carte n°25 : Synthèse des sensibilités ornithologiques en période de reproduction en phase travaux pour la Variante d'implantation 3.....	89
Carte n°26 : Synthèse des sensibilités ornithologiques en phase exploitation et hors période de reproduction en phase travaux pour la Variante d'implantation 3	89
Carte n°27 : Synthèse des sensibilités de la faune terrestre pour la Variante d'implantation 3 en phase travaux	90

Carte n°28 : Plan de masse des aménagements envisagés dans le cadre du projet de renouvellement du parc éolien de Soudan.....	95
Carte n°29 : Projet de renouvellement éolien et sensibilité de l'avifaune en phase exploitation.....	104
Carte n°30 : Projet de renouvellement éolien et sensibilité de l'avifaune en phase travaux en période interuptiale	108
Carte n°31 : Projet de renouvellement éolien et sensibilité de l'avifaune en phase travaux pour la période de reproduction.....	109
Carte n°32 : Projet de renouvellement éolien et localisation de l'avifaune patrimoniale sensible en termes de dérangement en période de travaux.....	114
Carte n°33 : Projet de renouvellement éolien et localisation des sensibilités chiroptérologiques liées à la phase d'exploitation.....	116
Carte n°34 : Projet de renouvellement éolien et localisation des sensibilités chiroptérologiques liées à la phase travaux.....	122
Carte n°35 : Projet de renouvellement éolien et sensibilité des habitats naturels et de la flore en phase travaux.....	127
Carte n°36 : Localisation de l'habitat caractéristique de milieu humide	128
Carte n°37 : Localisation des sondages pédologiques	129
Carte n°38 : Résultat des sondages pédologiques	133
Carte n°39 : Résultats des sondages pédologiques des compléments sur les implantations.....	134
Carte n°40 : Projet de renouvellement éolien et localisation des zones humides	136
Carte n°41 : Projet de renouvellement éolien et sensibilité de la faune terrestre en phase travaux ..	139
Carte n°42 : Localisation des parcs éoliens dans un rayon de 20 kilomètres	144
Carte n°43 : Localisation du site par rapport aux Trames vertes et bleues identifiées par le SRCE	146
Carte n°44 : Projet de renouvellement éolien et SRCE	147
Carte n°45 : Occupation du sol dans les années 50	149
Carte n°46 : Occupation du sol actuelle	149
Carte n°47 : Localisation des linéaires de haies renforcés	177
Carte n°48 : Localisation du projet de renouvellement éolien	187
Carte n°49 : Localisation du site d'études par rapport aux sites Natura 2000 situés dans un rayon de 20 km.....	189

Liste des tableaux

Tableau 1 : Classe des sensibilités en fonction des cas de mortalité en France (SFEPM, 2012 et Dürr, 2020)	12
Tableau 2 : Matrice de détermination des sensibilités chiroptérologiques.....	13
Tableau 3 : Évaluation de la mortalité aviaire annuelle en France liée aux activités humaines.....	29
Tableau 4 : Sensibilité de l'Alouette des champs.....	31
Tableau 5 : Sensibilité de l'Alouette lulu	33
Tableau 6 : Sensibilité du Busard Saint-Martin	35
Tableau 7 : Sensibilité du Chardonneret élégant	37
Tableau 8 : Sensibilité de l'Elanion blanc	38
Tableau 9 : Sensibilité du Faucon crécerelle	39
Tableau 10 : Sensibilité du Faucon émerillon.....	41
Tableau 11 : Sensibilité de la Fauvette des jardins	42
Tableau 12 : Sensibilité de la Grande Aigrette	43
Tableau 13 : Sensibilité de la Linotte mélodieuse	45
Tableau 14 : Sensibilité du Milan noir	47
Tableau 15 : Synthèse des sensibilités des oiseaux sur le site avant intégration des mesures d'atténuation.....	48
Tableau 16 : Classe des sensibilités en fonction des cas de mortalité en France (SFEPM, 2012 et Dürr, 2022)	59
Tableau 17 : Risque de perturbation des chiroptères par perte d'habitat	64
Tableau 18 : Sensibilité des chiroptères vis-à-vis des habitats	65
Tableau 19 : Synthèse comparative des différentes variantes	91
Tableau 20 : Evaluation des impacts en termes de collision sur l'avifaune en phase exploitation	105
Tableau 21 : Evaluation des impacts en termes de dérangement/ perte d'habitat sur l'avifaune en phase exploitation.....	106
Tableau 22 : Evaluation des impacts en termes d'effet barrière sur l'avifaune en phase exploitation	107
Tableau 23 : Evaluation des impacts en termes de destruction d'individus sur l'avifaune en phase travaux	110
Tableau 24 : Evaluation des impacts en termes de dérangement sur l'avifaune en phase travaux.....	111
Tableau 25 : Calcul de la distance réelle à la végétation en bout de pale	118
Tableau 26 : Potentialités d'accueil en gîtes arboricoles du linéaire de haie coupé	121
Tableau 27 : Synthèse des impacts sur les chiroptères - Risque de collision.....	124
Tableau 28 : Synthèse des impacts sur les chiroptères –Risque de destruction de gîte.....	125
Tableau 29 : Détails des sondages et classes d'hydromorphie associées	131
Tableau 30 : Détails des sondages et classes d'hydromorphie associées	131

Tableau 31 : Ensemble des mesures ERC intégrées au projet	153
Tableau 32 : Coût des mesures d'évitement et de réduction	165
Tableau 33 : Impact résiduel du risque de collision	166
Tableau 34 : Impact résiduel du risque de perte d'habitat / dérangement.....	167
Tableau 35 : Impact résiduel du risque « effet barrière ».....	168
Tableau 36 : Impact résiduel du risque dérangement avifaune	169
Tableau 37 : Impact résiduel du risque destruction d'individus avifaune	170
Tableau 38 : Impact résiduel - Risque de collision	171
Tableau 39 : Impact résiduel - Risque de destruction de gîte.....	172
Tableau 40 : Mesures réglementaires ICPE.....	181
Tableau 41 : Site Natura 2000 dans l'aire d'étude éloignée	188



Analyse de la sensibilité du patrimoine naturel vis-à-vis des éoliennes

1.1. Éléments généraux

La sensibilité exprime le risque que l'on a de perdre tout ou partie de la valeur de l'enjeu du fait de la réalisation du projet. Elle est donc liée à la nature du projet et aux caractéristiques propres à chaque espèce (faculté à se déplacer, à s'accommoder d'une modification dans l'environnement, etc.). La consultation de la littérature scientifique est le principal pilier de la détermination puisqu'elle permet d'obtenir une connaissance objective de la sensibilité d'une espèce ou d'un taxon. En cas de manque d'information la détermination de la sensibilité fera l'objet d'une appréciation par un expert sur la base des caractéristiques de l'espèce considérée.

La sensibilité des espèces sera donc évaluée dans un premier temps au regard des connaissances scientifiques et techniques. L'exemple le plus simple pour illustrer cela est l'analyse de la sensibilité aux risques de collision qui se fait sur la base des collisions connues en France et en Europe voire dans le monde pour les espèces possédant une large échelle de répartition. Cette sensibilité sera dénommée sensibilité générale.

Dans un deuxième temps, la sensibilité sera évaluée au niveau du site. Pour cela, la phénologie de l'espèce ainsi que le niveau d'enjeu pour l'espèce seront comparés à la sensibilité connue de l'espèce. Ainsi, une espèce sensible uniquement en période de reproduction, mais dont la présence sur site est uniquement située en période hivernale aura au final une sensibilité négligeable.

La valeur attribuée à la sensibilité varie de négligeable, faible, moyenne à forte. La valeur nulle est attribuée en cas d'absence manifeste de l'espèce.

1. Méthodologie de détermination de la sensibilité

1.2. Méthodologie pour l'avifaune

La sensibilité des oiseaux sera mesurée à l'aune de trois risques :

- ✚ Risque de collision,
- ✚ Risque de perturbation,
- ✚ Risque d'effet barrière.

1.2.1. RISQUE DE COLLISION

Nombre de collisions connues en Europe d'après DÜRR (2020) représentant plus de 1% de la population : Sensibilité **forte**.

Nombre de collisions connues en Europe d'après DÜRR (2020) comprise entre 0,5 % et 1 % de la population : Sensibilité **modérée**.

Nombre de collisions connues en Europe d'après DÜRR (2020) inférieure à 0,5 % de la population : Sensibilité **faible**.

Remarque : la taille des populations des espèces (nombre d'individus) est reprise du rapport *European birds of conservation concern* (BirdLife International, 2017). Ces données sont les plus récentes et fiables actuellement.

1.2.2. RISQUE DE PERTURBATION

La sensibilité de l'avifaune à ce risque sera évaluée selon les critères suivants :

- ✚ Connaissance avérée d'une sensibilité de l'espèce à ce risque : Sensibilité **forte**,
- ✚ Absence de connaissance, mais espèce généralement très sensible aux dérangements : sensibilité **forte**,
- ✚ Absence de connaissance ou connaissance d'une sensibilité moyenne aux dérangements : sensibilité **modérée**,

- ✚ Absence de connaissance et espèce généralement peu sensible aux dérangements ou connaissance d'une faible sensibilité : sensibilité faible,
- ✚ Connaissance d'une absence de sensibilité : sensibilité négligeable.

1.2.3. RISQUE D'EFFET BARRIERE

Le seul effet significatif documenté de l'effet barrière est lié à la présence d'un parc éolien situé entre un ou plusieurs nids et une zone de chasse (Drewitt & Langston, 2006; Fox, Desholm, Kahlert, Christensen, & Krag Petersen, 2006; Hötcker, Thomsen, & Jeromin, 2005). Cela nécessite que la zone de chasse soit très restreinte et/ou très localisée et que les individus réalisent un trajet similaire chaque jour ou plusieurs fois par jour pour aller de leur nid à cette zone. Dans ce cas, la sensibilité de l'espèce sera forte. Dans tous les autres cas, elle sera négligeable. Au cas par cas, l'analyse de cette sensibilité sera étayée par des éléments bibliographiques.

1.3. Méthodologie pour les chiroptères

1.3.1. RISQUE DE COLLISION

La sensibilité générale au risque de collision se basera sur les travaux de la SFEPM (2012, 2016), d'Eurobats (2015) et de Dürr (2020) concernant les risques de collision propre à chaque espèce en France. Cinq classes de sensibilité ont ainsi été déterminées :

- ✚ Sensibilité nulle : Aucun cas de mortalité connu ; note de risque = 0.
- ✚ Sensibilité très faible : 1 à 10 cas de mortalité connus ; note de risque = 1.
- ✚ Sensibilité faible : 11 à 50 cas de mortalité connus ; note de risque = 2.
- ✚ Sensibilité modérée : 51 à 499 cas de mortalité connus ; note de risque = 3.
- ✚ Sensibilité forte : Plus de 500 cas de mortalité connus ; note de risque = 4.

Tableau 1 : Classe des sensibilités en fonction des cas de mortalité en France
(SFPEM, 2012 et Dürr, 2020)

Nom latin	Nom commun	Classes de sensibilité à l'éolien (état des lieux Europe, 2020)				
		Nulle (= 0)	Très faible (=1)	Faible (= 2)	Modérée (= 3)	Forte (= 4)
		0 cas	1-10 cas	11 - 50 cas	51 - 499 cas	> 500 cas
<i>Pipistrellus pipistrellus</i>	Pipistrelle commune					995
<i>Pipistrellus pygmaeus</i>	Pipistrelle pygmée				176	
<i>Pipistrellus nathusii</i>	Pipistrelle de Nathusius				272	
<i>Nyctalus noctula</i>	Noctule commune				104	
<i>Nyctalus leisleri</i>	Noctule de Leisler				153	
<i>Pipistrellus kuhlii</i>	Pipistrelle de Kuhl				219	
<i>Hypsugo savii</i>	Vespère de Savi				57	
<i>Eptesicus serotinus/isabellinus</i>	Sérotine commune/ isabelle			33		
<i>Vespertilio murinus</i>	Sérotine bicolore			11		
<i>Tadarida teniotis</i>	Molosse de Cestoni		2			
<i>Eptesicus nillssonii</i>	Sérotine de Nilsson	0				
<i>Nyctalus lasiopterus</i>	Grande noctule		10			
<i>Miniopterus schreibersii</i>	Minioptère de Schreibers		7			
<i>Myotis daubentonii</i>	Murin de Daubenton		1			
<i>Plecotus austriacus</i>	Oreillard gris	0				
<i>Plecotus auritus</i>	Oreillard roux	0				
<i>Myotis myotis</i>	Grand murin		3			
<i>Barbastella barbastellus</i>	Barbastelle d'Europe		4			
<i>Myotis mystacinus</i>	Murin à moustaches		1			
<i>Myotis emarginatus</i>	Murin à oreilles échanquées		3			
<i>Myotis dasycneme</i>	Murin des marais	0				
<i>Myotis nattereri</i>	Murin de Natterer	0				
<i>Myotis brandtii</i>	Murin de Brandt	0				
<i>Myotis bechsteinii</i>	Murin de Bechstein		1			
<i>Rhinolophus ferrumequinum</i>	Grand rhinolophe	0				
<i>Rhinolophus mehelyi</i>	Rhinolophe de Méhely	0				
<i>Myotis alcaethoe</i>	Murin d'Alcaethoe	0				
<i>Myotis escaleraei</i>	Murin d'Escalera	0				
<i>Myotis capaccinii</i>	Murin de Capaccini	0				
<i>Myotis punicus</i>	Murin du Maghreb	0				
<i>Plecotus macrobullaris</i>	Oreillard montagnard	0				

Nom latin	Nom commun	Classes de sensibilité à l'éolien (état des lieux Europe, 2020)				
		Nullé (= 0)	Très faible (=1)	Faible (= 2)	Modérée (= 3)	Forte (= 4)
		0 cas	1-10 cas	11 - 50 cas	51 - 499 cas	> 500 cas
<i>Rhinolophus euryale</i>	Rhinolophe euryale	0				
<i>Rhinolophus hipposideros</i>	Petit rhinolophe	0				

Comme le préconise la SFEPM, cette note de risque sera croisée avec l'enjeu de conservation des habitats pour chaque espèce afin de déterminer plus précisément le risque de collision sur le site pour chacune d'entre elles.

Tableau 2 : Matrice de détermination des sensibilités chiroptérologiques

	Sensibilité négligeable = 0	Sensibilité très faible = 1	Sensibilité faible = 2	Sensibilité modérée = 3	Sensibilité forte = 4
Enjeu négligeable = 0	0	0	0	0	0
Enjeu très faible = 1	0	1	2	3	4
Enjeu faible = 2	0	2	4	6	8
Enjeu modéré = 3	0	3	6	9	12
Enjeu fort = 4	0	4	8	12	16
Enjeu très fort = 5	0	5	10	15	20

1.3.2. RISQUE DE PERTE DE GITE

La sensibilité à la perte de gîte est forte pour toutes les espèces. Néanmoins, les gîtes arboricoles étant particulièrement difficiles à détecter, nous avons considéré les espèces arboricoles fortement sensibles à la perte de gîte. Les autres espèces seront considérées comme ayant une sensibilité faible en l'absence de bâtiment ou de cavité au sein de la ZIP.

2. SYNTHÈSE DES CONNAISSANCES DES EFFETS DE L'ÉOLIEN SUR L'AVIFAUNE

2.1. Méthodologie pour la flore et l'autre faune

Pour la flore et l'autre faune, la sensibilité sera similaire au niveau d'enjeu identifié (enjeu fort = sensibilité forte, etc.).

2.2. RISQUE DE PERTURBATION DE L'AVIFAUNE

Les données sont très variables en ce qui concerne le dérangement ou la perte d'habitat. Par exemple, PERCIVAL rapporte avoir observé des Oies cendrées *Anser anser* s'alimentant à 25 m des éoliennes aux Pays-Bas tandis qu'en Allemagne les mêmes oiseaux ne s'approchent pas à moins de 600 m de machines similaires (Percival, 2003).

D'une manière assez générale, les espèces à grands territoires – tels que les rapaces – modifient leur utilisation de l'espace en fonction de la construction d'éoliennes, tandis que les espèces à petits territoires – passereaux – montrent une sensibilité bien moins marquée, voire nulle (De Lucas, Ferrer, & Janss, 2007; Janss, 2000; Langston & Pullan, 2004).

LEDDY *et al.* ont montré que dans la grande prairie américaine, l'effet des éoliennes était marqué jusqu'à 180 m de celles-ci (Leddy, Higgins, & Naugle, 1999). PERCIVAL, quant à lui, rapporte des cas d'installation de nids de Courlis cendré *Numenius arquata* jusqu'à 70 m du pied d'éoliennes et des niveaux de populations équivalents avant et après implantation des projets (PERCIVAL, 2003). Williamson (com. pers.) indique également des cas de nidification d'Œdicnème criard *Burhinus oedicnemus* à proximité du pied d'une éolienne (< 100 m) en Vienne. Toujours dans la Vienne, des suivis menés par Calidris ont permis de prouver la reproduction du Busard cendré à moins de 250 m de trois éoliennes. La reproduction a abouti positivement à l'envol de trois jeunes (Calidris, 2015 ; obs. pers.).

Ainsi que l'a montré PRUETT en travaillant sur le Tétraz pâle - espèce endémique de la grande prairie américaine -, la réponse d'une espèce à l'implantation d'éoliennes n'apparaît pas liée à l'éolienne en tant que telle (quelle que soit sa taille), mais à la manière dont la relation à la verticalité a influé sur la pression sélective (Pruett, 2011). En effet, ce dernier montrait par l'étude de son modèle biologique que la perte d'habitat (traduite par un éloignement des oiseaux aux éoliennes) était identique pour tous les éléments verticaux, qu'ils soient d'origine anthropique ou non.

Ces conclusions sont rejointes par les travaux de STEINBORN *et al.* qui ont montré qu'en Allemagne, l'implantation d'éoliennes en forêt n'impliquait pas de modification des aspects qualitatifs ou quantitatifs des cortèges d'espèces présentes (Steinborn, Jachmann, Menke, & Reichenbach, 2015).

Ces résultats contrastés semblent indiquer que les effets des éoliennes sont pondérés par la somme des éléments qui font qu'une espèce peut préférer un site en fonction des conditions d'accueil (un site avec du dérangement, mais offrant une alimentation optimum peut être

sélectionné par des Oies cendrées aux Pays-Bas par exemple). De même, un site offrant des perchoirs pour la chasse comme à Altamont Pass (Californie) opère une grande attractivité sur les rapaces alors même que la densité d'éoliennes y est des plus importantes et le dérangement fort. Enfin, sur la réserve du marais d'Orx (Landes), les Oies cendrées privilégient en début d'hivernage une ressource alimentaire peu intéressante énergétiquement sur un secteur tranquille (Delprat, 1999). L'analyse des préférences par un observateur expérimenté est donc une dimension très importante pour déterminer la sensibilité de chaque espèce aux éoliennes.

2.3. RISQUE DE MORTALITE PAR COLLISION

En ce qui concerne la mortalité directe induite par les éoliennes, les données, bien que fragmentées et difficilement comparables d'un site à l'autre, semblent montrer une sensibilité modérée de l'avifaune. En effet, les suivis mis en place dans les pays où l'énergie éolienne est plus développée qu'en France montrent une mortalité très limitée. Aux États-Unis, ERICKSON *et al.* estiment que la mortalité totale est comprise entre 10 000 et 40 000 oiseaux par an (Erickson *et al.*, 2001). Il est important de noter qu'en 2001 le nombre d'éoliennes installées aux États-Unis était d'environ 15 000 et qu'aujourd'hui il s'agit du deuxième pays où l'on compte la plus grande puissance éolienne installée. Une estimation plus récente donne pour l'ensemble des États-Unis une mortalité induite de 440 000 oiseaux par an (Subramanian, 2012), ce qui au final est en cohérence avec des estimations plus anciennes.

La mortalité induite par les éoliennes aux États-Unis présente une typologie très marquée. Ainsi, ERICKSON *et al.* (2011) notent que cette mortalité a lieu pour 81 % en Californie. À Altamont Pass, ORLOFF & FLANNERY puis THELANDER & RUGGE donnent 1 000 oiseaux par an dont 50 % de rapaces (Orloff & Flannery, 1992; Thelander & Rugge, 2000). Lucas *et al.* (2007) notent que hors Californie, la mortalité est essentiellement liée aux passereaux et que, hormis les rapaces, la plupart du temps, seules des espèces communes sont victimes de collisions.

Ces résultats corroborent les conclusions de MUSTERS *et al.* qui indiquent qu'aux Pays-Bas, la mortalité observée est statistiquement fortement corrélée au fait que les espèces sont communes et qu'elles sont présentes en effectifs importants (Musters, Noordervliet, & Ter Keurs, 1996). Leurs résultats suggèrent donc que lors des passages migratoires, les espèces rares sont dans l'ensemble peu sensibles aux éoliennes en termes de mortalité (exception faite des éoliennes connues pour tuer de nombreux rapaces comme en Espagne, Californie, etc. et qui sont des cas particuliers).

Hors Californie, les passereaux migrateurs sont les plus victimes des éoliennes. À Buffalo Ridge (Minnesota), des chercheurs notent qu'elle concerne les passereaux pour 75 % (Higgins, Osborn, Dieter, & Usgaard, 1996; Osborn, Higgins, Usgaard, Dieter, & Neiger, 2000). Les passereaux migrateurs représentent chaque année plusieurs dizaines de millions d'oiseaux qui traversent le ciel d'Europe et d'Amérique. À Buffalo Ridge, ERICKSON *et al.* (2001) notent que sur 3,5 millions d'oiseaux survolant la zone (estimation radar), seulement 14 cadavres sont récoltés par an.

En France, parmi les 1 102 cas de collisions, 49,3 % sont des passereaux avec une majorité de Regulidae (roitelet) et 23,1 % correspondent à des rapaces diurnes (Accipitridae et Falconidae) (Marx, 2017). Les rapaces diurnes constituent donc le second cortège d'oiseaux impactés par les éoliennes en France, en valeur absolue, mais d'après MARX il serait sans doute le premier au regard de leurs effectifs de populations (Marx, 2017). En effet, alors que les passereaux se dénombrent généralement par millions, voire par dizaines de millions si on considère les populations de passage, seules quelques espèces de rapaces diurnes dépassent le seuil symbolique des 10 000 couples nicheurs en France (Marx, 2017; Thiollay & Bretagnolle, 2004).

À San Geronio Pass (Californie), MCCRARY *et al.* indiquent que sur 69 millions d'oiseaux (32 millions au printemps et 37 millions à l'automne) survolant la zone, la mortalité estimée est de 6 800 oiseaux (McCrary, Mckernan, & Schreiber, 1986). Sur ces 3 750 éoliennes PEARSON (1992) a estimé à 0,0057 – 0,0088 % du flux total de migrateurs le nombre d'oiseaux impactés. Par ailleurs, MCCRARY *et al.* indiquent que seuls 9 % des migrateurs volent à hauteur de pales (McCrary, Mckernan, Landry, Wagner, & Schreiber, 1983). Ces différents auteurs indiquent de ce fait que l'impact est biologiquement insignifiant sur les populations d'oiseaux migrateurs (hors cas particuliers de certains parcs éoliens espagnols à Tarifa ou en Aragon et ceux de Californie). Cette mortalité, en définitive assez faible, s'explique par le fait que d'une part, les éoliennes les plus hautes culminent généralement autour de 150 m, et que d'autre part, les oiseaux migrant la nuit (qui sont les plus sensibles aux éoliennes) volent, pour la plupart, entre 200 et 800 m d'altitude avec un pic autour de 300 m (Alerstam, 1990; Bruderer, 1997; Erickson *et al.*, 2001; Newton, 2008).

Pour ce qui est des cas de fortes mortalités de rapaces, ce phénomène est le plus souvent dû à des conditions topographiques et d'implantation particulière. Sur le site d'Altamont Pass, les parcs sont très denses et constitués d'éoliennes avec des mâts en treillis et dont la vitesse de rotation des pales ne permet pas aux oiseaux d'en percevoir le mouvement du fait qu'elle est très rapide et crée une illusion de transparence (De Lucas *et al.*, 2007). ERICKSON *et al.* (2001) notent par ailleurs que dans la littérature scientifique américaine, il existe de très nombreuses références quant à la mortalité de la faune induite par les tours de radiocommunication, et qu'il n'existe pour ainsi dire

aucune référence quant à une mortalité induite par des tours d'une hauteur inférieure à 150 m. En revanche, les publications relatives à l'impact de tours de plus de 150 m sont légion. Chaque année, ERICKSON *et al.* (2001) estiment que 1 000 000 à 4 000 000 d'oiseaux succombent à ces infrastructures.

Ainsi, GOODPASTURE rapporte que 700 oiseaux ont été retrouvés au pied d'une tour de radiocommunication le 15 septembre 1973 à Decatur en Alabama (Goodpasture, 1975). JANSSEN indique que dans la nuit du 18 au 19 septembre 1963, 924 oiseaux de 47 espèces différentes ont été trouvés morts au pied d'une tour similaire (Janssen, 1963). KIBBE rapporte que 800 oiseaux ont été trouvés morts au pied d'une tour de radiotélévision à New York le 19 septembre 1975 ainsi que 386 fauvelles le 8 septembre de la même année (Kibbe, 1976). Le record revient à JOHNSTON & HAINES qui ont rapporté la mort de 50 000 oiseaux appartenant à 53 espèces différentes en une nuit en octobre 1954 sur une tour de radiotélévision (Johnston & Haines, 1957).

Il pourrait paraître paradoxal que ces structures statiques soient beaucoup plus meurtrières que les éoliennes. En fait, il y a trois raisons majeures à cet écart de mortalité :

- ✚ Les tours de radiotélévision « meurtrières » sont très largement plus élevées que les éoliennes (plus de 200 m) et culminent voire dépassent les altitudes auxquelles la plupart des passereaux migrent. BRUDERER indique que le flux majeur des passereaux migrateurs se situe de nuit entre 200 m et 800 m d'altitude (Bruderer, 1997) ;
- ✚ Les éoliennes étant en mouvement, elles sont plus facilement détectées par les animaux ; il est connu dans le règne animal que l'immobilité soit le premier facteur de camouflage ;
- ✚ Les tours sont maintenues debout à grand renfort de haubans qui sont très difficilement perceptibles par les animaux et quand ils les détectent, ils n'en perçoivent pas le relief.

Par ailleurs, bien que très peu nombreuses, quelques références existent quant à la capacité des oiseaux à éviter les éoliennes. PERCIVAL (2003) décrit aux Pays-Bas des Fuligules milouins qui longent un parc éolien pour rejoindre leur zone de gagnage s'y approchant par nuit claire et le contournant largement par nuit noire.

OSBORN *et al.* indiquent, sur la base d'observations longues, que les oiseaux qui volent au travers de parcs éoliens ajustent le plus souvent leur vol à la présence des éoliennes et que les pales en mouvement sont le plus souvent détectées (Osborn, Dieter, Higgins, & Usgaard, 1998).

En outre, il convient de noter que dans les différents modèles mathématiques d'évaluation du risque de collision (incluant ceux proposés par Calidris), les auteurs incluent un coefficient « avoidance rate » (taux d'évitement des éoliennes) dont la valeur varie entre 0,98 pour le plus faible lié au Milan royal à 0,999 pour l'Aigle royal. De ce fait, le plus souvent, le risque de collision apparaît globalement assez limité.

En France, sur les parcs éoliens de Port-la-Nouvelle et de Sigean, ALBOUY *et al.* indiquent que près de 90 % des migrateurs réagissent à l'approche d'un parc éolien (Albouy, Dubois, & Picq, 2001). D'après ces auteurs, 23 % des migrateurs adoptent une réaction de « pré-franchissement » correspondant soit à un demi-tour, soit à une division du groupe. Ce type de réaction concerne principalement les rapaces, les passereaux et les pigeons et se trouve déclenché généralement entre 300 et 100 m des éoliennes. En cas de franchissement du parc, 60 % des migrateurs bifurquent de leur trajectoire pour éviter le parc et un quart traverse directement le parc. Malgré la dangerosité de ce dernier cas de figure, aucune collision n'est rapportée par les auteurs.

Enfin, tous les observateurs s'accordent sur le fait que la topographie influe très fortement sur la manière dont les oiseaux migrent. Ainsi, les cols, les isthmes, les pointes concentrent la migration parfois très fortement (par exemple la pointe de Grave dans le Médoc, le col d'Organbidexka au Pays basque, etc.). Dès lors, quand sur des sites il n'y a pas d'éléments topographiques majeurs pour canaliser la migration, les oiseaux ont toute la latitude nécessaire pour adapter leur trajectoire aux contraintes nouvelles, telle que la mise en place d'éoliennes. WINKELMAN indique que suite à l'implantation d'un parc éolien, le flux d'oiseaux survolant la zone a diminué de 67 %, suggérant que les oiseaux évitent la zone occupée par les éoliennes (Winkelman, 1992).

La présence d'un relief très marqué est une des explications à la mortalité anormalement élevée de certains sites tels que Tarifa ou les parcs d'Aragon en Espagne où les oiseaux se retrouvent bloqués par le relief et ne peuvent éviter les parcs.

On notera que ponctuellement, un risque de collision important peut être noté pour certaines espèces comme le Milan royal, le Vautour fauve pour lesquels une sensibilité forte existe hors migration. Il apparaît à la lecture de la bibliographie que ces deux espèces montrent une sensibilité marquée lors de leurs phases de vol de recherche de nourriture. Cette sensibilité marquée tient au fait que durant ces phases de vol, les oiseaux mobilisent la totalité de leurs facultés cognitives sur la recherche de proie ou de cadavre et non le vol. Ainsi, les oiseaux sont en vol automatique. La gestion des trajectoires et du vol proprement dit étant « gouvernés » par les noyaux gris centraux,

siège de l'activité automatique ou inconsciente. Ce type de comportement reste néanmoins le plus souvent marginal à hauteur de rotor.

On notera enfin à contrario que lorsque les oiseaux se déplacent d'un point à un autre ainsi que Konrad Lorenz l'a montré sur les Oies cendrées, ils sont sur des phases de vol conscientes où les différentes composantes du paysage permettent d'organiser le déplacement des individus en fonction des besoins et contraintes.

La mortalité est le plus souvent liée à des individus en migration lors des déplacements nocturnes, mais ce phénomène hors implantation particulière (bord de mer, isthme, cols, etc.) reste limité et concerne essentiellement des espèces communes sans enjeux de conservation spécifiques.

Les oiseaux présentent une sensibilité au risque de collision lors des phases de vol automatique qui concernent essentiellement les rapaces, les hirondelles... lorsque ces derniers chassent à hauteur de rotor.

2.4. EFFET BARRIÈRE

L'effet barrière d'une ferme éolienne se traduit pour l'avifaune par un effort pour contourner ou passer par-dessus cet obstacle. Cet effet barrière se matérialise par une rangée d'éoliennes (De Lucas, Janss, & Ferrer, 2004) et implique généralement une réponse chez l'oiseau que l'on observe habituellement par un changement de direction ou de hauteur de vol (Morley, 2006). Cet effort peut concerner aussi bien les migrateurs que les nicheurs présents à proximité de la ferme éolienne. L'effet barrière crée une dépense d'énergie supplémentaire (Drewitt & Langston, 2006). L'impact en est encore mal connu et peu étudié, notamment en ce qui concerne la perte d'énergie (Hüppop, Dierschke, Exo, Fredrich, & Hill, 2006), mais certains scientifiques mettent en avant que la perte de temps et d'énergie ne sera pas dépensée à faire d'autres activités essentielles à la survie de l'espèce (Morley, 2006). Dans le cas d'une ferme éolienne installée entre le site de nourrissage et le lieu de reproduction d'un oiseau, cela pourrait avoir des répercussions sur les nichées (Drewitt & Langston, 2006; Fox et al., 2006; Hötcker et al., 2005). Par ailleurs, les lignes d'éoliennes peuvent avoir des conséquences sur les migrateurs, les obligeant à faire un effort supplémentaire pour dépasser cet obstacle (Morley, 2006). Cependant, certaines études soulignent le fait que cet impact est presque nul (Drewitt & Langston, 2006; Hötcker et al., 2005). De même, MADSEN *et al.* ont montré que pour l'Eider à duvet qui faisait un détour de 500 m pour éviter un parc éolien, la dépense énergétique supplémentaire que réalisait cet oiseau était si faible qu'il faudrait un millier de parcs éoliens

supplémentaires pour que la dépense énergétique supplémentaire soit égale ou supérieure à 1% (Madsen, Tombre, & Eide, 2009).

L'effet barrière peut être aggravé lorsque le parc éolien est disposé perpendiculairement par rapport à l'axe de migration des oiseaux. Ainsi, ALBOUY *et al.* ont étudié deux parcs éoliens géographiquement proches, mais disposés différemment (Albouy *et al.*, 2001). Le premier parc possède dix machines avec une disposition parallèle à l'axe migratoire et le second, cinq machines disposées perpendiculairement à l'axe migratoire. Les auteurs ont montré que le second parc a engendré cinq fois plus de réactions de traversée du parc par les oiseaux (situation la plus dangereuse pour les migrateurs) que le premier parc pourtant deux fois plus important en nombre de machines. Il semble donc qu'un parc éolien placé perpendiculairement à l'axe migratoire soit plus préjudiciable aux oiseaux, quelle que soit sa taille, qu'un parc implanté parallèlement à l'axe de migration.

La traduction biologique de l'effet barrière est une dépense énergétique supplémentaire imposée aux oiseaux qui, sur leur route migratoire, sont obligés de contourner tel ou tel obstacle.

Le développement de l'énergie éolienne en Europe et, d'une façon plus générale dans les pays développés, est une source d'interrogation importante quant au niveau d'impact induit sur la faune par ces projets. En cascade se pose une seconde question cruciale sur le niveau d'impact biologiquement supportable par les populations animales impactées.

Parmi les effets induits par le développement des parcs éoliens, les auteurs rapportent tous un « effet barrière » qui amènerait les oiseaux à modifier leur trajectoire de vol impliquant de ce fait une dépense énergétique supplémentaire qui pourrait diminuer les chances de survie des individus.

Le guide méthodologique du Ministère de l'Environnement de l'Énergie et de la Mer (2016) indique que l'effet barrière est un des effets à prendre en compte dans la définition de l'impact relatif au développement des parcs éoliens.

La réalité de l'effet barrière en termes de réaction comportementale des oiseaux ne fait aucun doute dès lors que la densité d'éoliennes est importante. Cet effet est particulièrement sensible sur les parcs offshore (ROTHERY *et al.* 2008) qui offrent aux oiseaux une forte densité d'éoliennes et une perspective apparaissant bouchée par les éoliennes du fait de la très mauvaise perception du relief par des oiseaux (absence de vision stéréoscopique).

Les manœuvres d'évitement des oiseaux face aux éoliennes ont été étudiées dans diverses localités. DIRKSEN *et al.* (2007), notent que la perception des éoliennes par les oiseaux est sensible dès 600 m des machines. Par ailleurs WINKELMAN (1992) et DIRKSEN *et al.* (2007) notent des modifications importantes du comportement des oiseaux à l'approche des éoliennes. Il ressort de ces études réalisées sur des observations diurnes que les alignements d'éoliennes auraient un effet sur le comportement des oiseaux qui se traduiraient par le contournement des éoliennes, la prise d'altitude, etc.

Néanmoins, lorsque les auteurs décrivent ou confirment la réalité de l'effet barrière, leur réflexion reste au niveau de la description de la réponse éthologique de l'avifaune à l'approche des obstacles constitués par les parcs éoliens.

Afin d'envisager l'impact biologique de cet effet, nous avons réalisé un travail d'étude bibliographique transversal afin de mettre en perspective ces connaissances pour évaluer l'importance que pourraient avoir cet effet barrière sur la dynamique des populations d'oiseaux migrants.

La faculté qu'ont les oiseaux de stocker facilement de grandes quantités d'acides gras dans leurs tissus adipeux en fait une exception au sein des vertébrés (MC WILLIAMS *et al.*, 2004). Des études récentes viennent nous éclairer sur les réponses physiologiques et éthologiques qu'apportent les oiseaux aux problèmes cruciaux de la migration à effectuer et du stockage des réserves énergétiques. Des études récentes nous apportent également un éclairage quant aux capacités « athlétiques » des oiseaux.

La migration requière des oiseaux que des réserves de graisse soient effectuées au bon moment au cours de l'année et en quantité suffisante pour ne pas alourdir l'oiseau tout en lui assurant la meilleure autonomie et une réponse optimale face aux aléas climatiques du trajet.

Dépendant largement de la nature des zones survolées, plusieurs stratégies de migration se dessinent (Newton, 2008) :

- ✚ **Grandes réserves énergétiques et étapes longues**, telles que le font le Phragmite des joncs *Acrocephalus schoenobaenus* ou les populations d'Europe de l'Ouest de Gobemouche noir *Ficedula hypoleuca*, pour traverser le Sahara avant de rejoindre l'Afrique subsaharienne.
- ✚ **Réserves plus importantes que nécessaire tout au long de la migration continentale**, telle que le font la Fauvette des jardins *Sylvia borin*, les populations orientales de Gobemouche

noir pour se trouver avec des réserves énergétiques suffisantes au moment de traverser la Méditerranée ou le Sahara.

✚ **Petites réserves énergétiques et étapes courtes**, comme le font les Fauvettes grisette *Sylvia communis* ou la Rousserolle effarvate *Acrocephalus scirpaceus*, ou encore les Fringilles.

NEWTON (2008) indique que les oiseaux peuvent changer de stratégie de migration en fonction des disponibilités alimentaires des zones survolées optimisant ainsi perpétuellement l'équation « plus de graisse emportée = consommation énergétique au km et exposition aux prédateurs augmentés ».

Si les oiseaux modulent leur quantité de réserve énergétique, ces derniers ont également la faculté d'adapter le ratio « lipides/protéides » de leurs réserves en fonction des contraintes écologiques futures. Ainsi le Pluvier doré *Pluvialis apricaria* adapte la nature et le rationnement de ses réserves en fonction de la saison. Les oiseaux accumulent à l'automne des réserves de graisse pour faire face aux carences énergétiques dues à la pénurie alimentaire de l'hiver, tandis que pour la migration de printemps les oiseaux accumulent des réserves protéiniques pour faire face aux carences en protéines de leur alimentation printanières qui se composent essentiellement de baies au moment de la reproduction en zone arctique (Piersma & Jukema, 2002).

L'accumulation de réserves énergétiques est un moment crucial dans le déroulement des migrations. Le niveau d'efficacité de la mise en réserve est élevé et de l'ordre de 10 % du poids de l'oiseau par jour (jusqu'à 13 % pour les plus efficaces, mais le plus souvent un peu moins de 10 % pour les grosses espèces) (Newton, 2008).

Les oiseaux qui réalisent des petites étapes (certains passereaux) voient leur poids augmenter d'environ 10 à 30 % alors que chez les espèces qui réalisent des vols longs leur poids augmente de 70 à 100 % (NEWTON, 2008).

L'augmentation du poids des oiseaux est le résultat de la combinaison d'une augmentation du temps passé à l'alimentation et d'un changement d'alimentation. Les oiseaux choisissant un régime alimentaire plus énergétique.

La constitution de réserves alimentaires importantes est doublée d'un phénomène observé chez de nombreuses espèces dont chez la Fauvette des jardins ou le Bécasseau maubèche et qui permet une optimisation des dépenses énergétiques lors des vols migratoires (optimisation de plus de 20 % chez la Fauvette des jardins (Biebach & Bauchinger, 2003).

Chez la Fauvette des jardins, BIEBACH & BAUCHINGER (2003) ont mis en évidence une diminution du poids de certains organes. Ils estiment une diminution de la masse du foie de 57 %, celle du système gastro-intestinal de 50 %, des muscles du vol de 26 % et celle du cœur de 24 %. BATTLE & PIERSMA (1997) ont montré que le Bécasseau maubèche voit diminuer la masse de son intestin et son estomac avant de partir en migration. Différents auteurs rapportent également sur diverses espèces des diminutions de masse du gésier et des intestins d'environ 50 % avant les départs en migration.

Par ailleurs, les oiseaux ne se lancent dans une migration que lorsque leurs réserves énergétiques sont optimales (Elkins, 2004). KOUNEN & PEIPONEN (1991) rapportent qu'en Finlande en 1984, suite à un été exécrable, des Martinets noirs n'ayant pas pu constituer de réserves énergétiques suffisantes pour partir en migration sont restés en Finlande, et ont entamé leur mue en octobre avant de succomber en novembre.

SEROT (non.pub.), rapporte que dans l'Aude les Rousserolles effarvates ne quittent les roselières de l'étang de Campagnol (11) à l'automne que lorsque le poids des oiseaux a atteint les 17-18g.

Il existe quelques études qui donnent des éléments relatifs à la longueur des vols non-stop réalisés par les oiseaux et à leur coût énergétique. L'estimation des dépenses énergétiques de ces vols n'est rendue possible que lorsqu'il est possible de contrôler les oiseaux ou les populations d'oiseaux avant leur départ et à leur arrivée tout en ayant la certitude que ces derniers n'ont pas pu reconstituer leurs réserves énergétiques en route (soit lorsque les vols ont lieu au-dessus de « déserts », océans, déserts chauds ou froids...). Cette dernière condition est sin et qua none pour estimer de manière fiable la consommation énergétique des oiseaux sur un trajet donné. De nombreux auteurs (Biebach, 1998; Biebach & Bauchinger, 2003; Fry, Ferguson-Lees, & Dowsett, 1972; Nisbet, 1963) ont entre autres travaillé sur la question en estimant par unité de temps ou de distance les diminutions de masse corporelle des oiseaux lors de trajets au-dessus de zones n'offrant pas de possibilité de reconstitution de leurs réserves énergétiques.

La Fauvette des jardins

En ce qui concerne la fauvette des jardins, il a été montré que cette espèce qui pèse 24 g pouvait perdre 7,3 g au cours d'un vol non-stop de 2 200 km au-dessus du Sahara soit 3,3 g par 1 000 km (Biebach, 1998).

La Bernache nonnette

Après 1 000 km de migration, les Bernaches nonnettes arrivant en Écosse accusent une perte de masse corporelle d'environ 480 g pour 60 heures de vol au-dessus de l'océan (Butler, Bishop, & Woakes, 2003).

✚ La Barge à queue noire

La Barge à queue noire détient un record de taille, ses réserves de graisse représentent 55 % de la masse corporelle des oiseaux qui quittent l'Alaska pour rejoindre la Nouvelle-Zélande pour hiverner après un voyage non-stop de 10 400 km homologué par suivi Argos (Piersma & Gill, 1998).

D'autres auteurs se sont basés sur des modèles mathématiques pour évaluer la consommation énergétique des oiseaux chez le Bécasseau maubèche notamment. Ainsi des chercheurs ont travaillé sur des Bécasseaux maubèche en soufflerie (Kvist, Lindström, Green, Piersma, & Visser, 2001). La consommation énergétique effective des oiseaux observés en vol dans des souffleries était proportionnellement inférieure aux valeurs du modèle prédictif. Cet écart indique que contrairement au modèle mathématique, les oiseaux sont capables d'optimiser leur métabolisme et leur vol ce qui leur permet « d'absorber » une part importante du handicap lié à la surcharge pondérale temporaire des oiseaux ayant constitué leurs réserves.

L'intégration de ces éléments comportementaux intégrés aux calculs de la dépense énergétique des oiseaux induite par le contournement d'un obstacle donne un éclairage nouveau sur l'impact énergétique que pourrait avoir une barrière de par son effet (traduit par un contournement), sur les populations d'oiseaux.

Si l'on vient à considérer que la Fauvette des jardins constitue un modèle somme toute assez représentatif des espèces de passereaux migrateurs, on obtient par simple calcul les valeurs suivantes : pour cette espèce, la dépense énergétique au 1000 km de vol migratoire est de 3,3 g (Bairlein, 1991) soit 0,0033 g par km de vol migratoire. Ainsi, si on intègre ce coût énergétique au kilomètre de vol migratoire, on peut estimer que pour 1 km de détour le coût énergétique sera d'environ 0,0033 g soit 0,129 KJ soit un peu plus que les 0,9 kJ par km donné par NEWTON pour la *Catharus ustulatus* et *C. guttatus*.

L'impact biologique de la compensation de coût énergétique supplémentaire induit par une barrière s'appréhende donc sur la base du temps d'alimentation supplémentaire nécessaire à l'oiseau pour compenser lors de sa halte migratoire suivante la perte d'énergie supplémentaire liée au détour. Sur la base des éléments liés au temps de reconstitution des réserves de graisse concernant la Fauvette des jardins et données par NEWTON (2008), le calcul suivant peut être

réalisé : si le gain de poids des Fauvettes des jardins en halte migratoire est de l'ordre de 0,7 à 1 g (a) par jour avec un maximum de 1,5 g par jour alors il faut le temps t (en jour) pour reconstituer 0,0033 g (b) de réserve de graisse ; ainsi il faut : $b/a = t/43200$. Soit, sur la base d'une durée d'activité d'alimentation de 12 h, un temps d'alimentation supplémentaire compris entre 203 et 142 secondes soit au maximum 3 minutes et 23 secondes réparties sur la durée de la halte migratoire serait nécessaire pour compenser la perte énergétique supplémentaire.

Si l'on venait à considérer que les oiseaux s'arrêtent dès lors que leurs réserves énergétiques se tarissent, la présence d'une barrière sur la route de migration empruntée, ne semble pouvoir jouer de rôle significativement négatif que si le vol migratoire se déroule au-dessus d'une zone inhospitalière ne permettant pas de réaliser de halte migratoire pour reconstituer des réserves énergétiques suffisantes pour poursuivre la migration.

2.5. COMPARAISON DES CAUSES ANTHROPIQUES DE MORTALITE DE L'AVIFAUNE

Les oiseaux sont malheureusement victimes de nombreuses causes de mortalité liées aux activités humaines. Cependant, ces différentes causes de mortalité n'ont pas la même visibilité auprès du grand public parfois prompt à concentrer ses velléités sur les mauvais responsables. Il paraît donc important de dresser ici une analyse comparative des différentes causes anthropiques de mortalité de l'avifaune et de voir la part de chacune dans le bilan global de mortalité.

Il existe peu d'études ayant réussi à produire cet effort de synthèse, car bien souvent les informations disponibles sont lacunaires ou difficilement comparables et interprétables. La principale étude que nous utiliserons sera donc celle réalisée par ERICKSON *et al.* à l'échelle des États-Unis (Erickson, Johnson, & Young, 2005). ERICKSON *et al.* estiment le nombre d'oiseaux tués chaque année aux États-Unis du fait des activités humaines entre 500 millions et 1 milliard. Les principales causes de mortalité détaillées par ordre d'importance sont :

Les collisions avec les lignes électriques

En se basant sur une étude menée au Pays-Bas par KOOPS, ERICKSON *et al.* évaluent la mortalité des lignes électriques à environ 130 millions d'oiseaux par an aux États-Unis (Koops, 1987). KOOPS estimait entre 750 000 et un million le nombre d'oiseaux tués aux Pays-Bas chaque année sur les 4 600 km de lignes électriques du pays. Si l'on extrapole ces résultats aux 100 610 km de lignes haute tension et très haute tension de la France, on arrive à une estimation d'environ **16,4 millions d'oiseaux tués en France chaque année.**

✚ Les collisions avec les immeubles et les surfaces vitrées

Aux États-Unis, les collisions d'oiseaux avec des tours constituent un phénomène largement documenté. Cependant, il n'est pas simple d'en tirer une estimation de mortalité annuelle. ERICKSON *et al.* évoquent deux études aux résultats très différents. La première menée par BANKS avance le chiffre de 3,5 millions d'oiseaux tués chaque année par ce type de collision aux États-Unis (Banks, 1979). Par contre, plus récemment, KLEM propose une estimation variant **entre 97,6 millions et 976 millions d'oiseaux tués par an, toujours aux États-Unis** (Klem, 1990).

✚ Les chats

Largement sous-estimé jusqu'à récemment, l'impact des chats sur les oiseaux est aujourd'hui reconnu comme l'une des principales causes de mortalité de l'avifaune. En 2005, ERICKSON *et al.* retiennent une estimation minorée de 100 millions d'oiseaux tués par les chats chaque année aux États-Unis. Cependant, LOSS *et al.* avancent des chiffres bien plus alarmants variant de 1,3 à 4,0 milliards d'oiseaux tués chaque année par 110 à 160 millions de chats rien qu'aux États-Unis (Loss, Will, & Marra, 2015). Si l'on extrapole ces résultats avec les 11,4 millions de chats que la France comptait en 2012 ([HTTP://WWW.APRIL.FR/](http://www.april.fr/)), on obtient une fourchette d'estimation variant de **92,6 à 414,5 millions d'oiseaux tués en France chaque année par les chats**.

Ces trois premières causes de mortalité des oiseaux représentent, d'après ERICKSON *et al.* (2005), 82 % de la mortalité aviaire liée à l'homme. Étant donné que l'impact des chats était largement minoré, ce taux est sans doute plus élevé encore.

✚ Les collisions routières

ERICKSON *et al.* (2005) évaluent la mortalité par collision routière entre 60 et 80 millions d'oiseaux tués par an aux États-Unis, ce qui représenterait, selon eux, 8 % de la mortalité aviaire liée aux activités anthropiques. **En France, une étude estime que 30 à 75 millions d'oiseaux sont victimes annuellement de collisions routières** (Girard, 2012).

✚ Les pesticides

Avec l'évolution des pratiques agricoles au cours du XXe siècle, l'utilisation des pesticides s'est généralisée pour intensifier les rendements agricoles. Leur impact sur l'avifaune peut paraître diffus et négligeable compte tenu des surfaces traitées. Toutefois, des cas d'empoisonnement massifs d'oiseaux ont été rapportés suite à l'utilisation de pesticides, comme la mort de 20 000 Buses de Swainson en quelques semaines dans les années 1995-1996 en Argentine (Environnement Canada,

2003) ou la forte régression de plusieurs espèces européennes et américaines de rapaces dans les années 1970 suite à l'utilisation à large échelle du DDT (Hickey & Anderson, 1968). ERICKSON *et al.* (2005) estiment la mortalité aviaire à environ **67 millions d'oiseaux par an aux États-Unis du fait des pesticides, ce qui représenterait 7 % de la mortalité globale des oiseaux liée aux activités anthropiques.**

En France, il est difficile d'obtenir des estimations sur la mortalité induite par les pesticides sur les oiseaux. Néanmoins, le programme STOC a permis de mettre en évidence une régression des effectifs de 75 % des espèces d'oiseaux nicheurs inféodés aux milieux agricoles entre 1989 et 2011, avec pour 25 % d'entre elles, une diminution de plus de la moitié de leurs effectifs (Pacteau, 2014). De plus, en 23 ans, les effectifs des espèces de plaines ont chuté (-35 % pour l'alouette et -80 % pour la perdrix) (MNHN & CNRS, 2018). Or, sur les 32 millions d'hectares d'espaces cultivés en France, 20 millions sont traités aux pesticides, ce qui en fait l'un des trois grands facteurs explicatifs de la forte régression de l'avifaune des campagnes (avec la modification des habitats et le réchauffement climatique).

✚ Les collisions avec les tours de télécommunication

Comme pour les collisions avec les immeubles et les surfaces vitrées, les collisions avec les structures de télécommunication sont assez bien documentées aux États-Unis, car parfois les épisodes de mortalité peuvent être spectaculaires (Johnston & Haines, 1957). ERICKSON *et al.* (2005) évaluent la mortalité avec les tours de télécommunication **entre 4 et 5 millions d'oiseaux tués par an aux États-Unis, ce qui représenterait, selon eux, 0,5 % de la mortalité aviaire liée aux activités anthropiques.**

✚ Les collisions avec les éoliennes

Une étude française récente, se basant sur des suivis de parcs, estime une mortalité variant de **0,4 à 18,3 oiseaux par éolienne et par an** (Marx, 2017), soit une mortalité aviaire variant **de 3 200 à 146 400 oiseaux par an en France (8 000 éoliennes fin 2018** (Ministère de la Transition Ecologique et Solidaire, 2019)).

✚ La chasse

La chasse n'est étrangement pas un facteur abordé par ERICKSON *et al.* (2005) parmi les principales causes de mortalité de l'avifaune du fait des activités humaines. Cet oubli est d'autant plus

surprenant lorsque l'on sait que la chasse est responsable de la disparition de plusieurs espèces d'oiseaux en Amérique du Nord, par exemple le Pigeon voyageur ou la Perruche de Caroline, éradiqués au début du XXe siècle par l'Homme.

En France, la chasse est indubitablement une des principales causes de mortalité aviaire. Il n'est pourtant pas simple de trouver des données actualisées sur le nombre total d'oiseaux tués à la chasse chaque année. Néanmoins, si l'on considère les données compilées par VALLANCE *et al.* sur les 90 espèces d'oiseaux chassables en France à partir, principalement, de la saison de chasse 1998-1999, nous arrivons à une estimation d'environ **26,3 millions d'oiseaux tués en France chaque année à la chasse** (Vallance *et al.*, 2008), ce qui rapporté aux 1,141 million de chasseurs en 2019 ([HTTP://WWW.CHASSEURDEFRANCE.COM/](http://www.chasseurdefrance.com/)), représente en moyenne environ **23 oiseaux tués par chasseur et par an en France**.

Synthèse

ERICKSON *et al.* (2005) arrivent à la conclusion que les activités anthropiques entraînent la mort de 500 millions à 1 milliard d'oiseaux chaque année aux États-Unis. Même si la fourchette paraît énorme, elle mérite d'offrir des ordres de grandeur facilement appréciables. Dans cette étude, il est mis clairement en évidence que l'éolien, avec 0,003 % de la mortalité induite sur les oiseaux, représente une part minime, pour ne pas dire négligeable, dans cette hécatombe. Toutefois, bien que proches sous de nombreux aspects, les contextes nord-américain et européen peuvent différer sur certains points. C'est pourquoi, pour une meilleure appréciation des causes de mortalité sur les oiseaux par les activités humaines, nous proposons, comme ERICKSON *et al.* (2005) pour les États-Unis, une évaluation de la mortalité aviaire à l'échelle de la France. Certains chiffres n'étant pas disponibles, nous les avons déterminés à partir des proportions proposées par ERICKSON *et al.* Les résultats avancés ci-dessous ne peuvent prétendre à une rigueur scientifique absolue, car il s'agit souvent d'extrapolations basées sur des estimations, elles-mêmes généralement issues d'extrapolations. Leur objectif est donc essentiellement de proposer des ordres de grandeur et de faciliter l'appréciation de la responsabilité des différentes causes de mortalité aviaire liées aux activités humaines.

Tableau 3 : Évaluation de la mortalité aviaire annuelle en France liée aux activités humaines

Causes de mortalité des oiseaux	Nombre d'oiseaux tués chaque année en France (en millions)		Méthode d'obtention du résultat
	Estimation basse	Estimation haute	
Collision lignes Haute Tension	16,4		Estimé d'après KOOPS (1987) et ERICKSON <i>et al.</i> (2005)
Mortalité routière	30	75	Estimé d'après GIRARD (2012) (Girard, 2012)
Chats	92,6	414	Estimé d'après LOSS <i>et al.</i> (2013)
Collision immeubles/surfaces vitrées	14,9	47,8	Estimé d'après ERICKSON <i>et al.</i> (2005) : 9 % de la mortalité globale
Pesticides	12,7	40,7	Estimé d'après ERICKSON <i>et al.</i> (2005) : 7 % de la mortalité globale
Chasse	26,3		Estimé d'après VALLANCE <i>et al.</i> (2008)
Collision tours de télécommunication	0,82	2,66	Estimé d'après ERICKSON <i>et al.</i> (2005) : 0,5 % de la mortalité globale
Collision avec éoliennes	0,003	0,15	Estimé d'après MARX (2017) et MINISTERE DE LA TRANSITION ECOLOGIQUE ET SOLIDAIRE (2019)
TOTAL	193,72	623,01	

Ainsi, d'après le tableau ci-dessus il y aurait **chaque année en France entre 193,72 et 623,01 millions d'oiseaux tués annuellement du fait des activités humaines**. Il n'est pas difficile de constater que la part des éoliennes dans mortalité aviaire est très faible, entre **0,002 % et 0,023 %**. Parmi toutes les causes de mortalité analysées, les éoliennes sont de très loin les moins mortifères pour les oiseaux. À titre de comparaison, **la chasse représente entre 4,2 % et 13,6 % de la mortalité globale**, alors qu'il s'agit d'une activité dont l'objectif est principalement « récréatif ».

Ces constats ne remettent cependant aucunement en question les efforts des acteurs de l'éolien pour réduire au maximum la mortalité des oiseaux liée aux collisions avec des éoliennes.

3. SENSIBILITE DES ESPECES D'OISEAUX PRESENTES SUR LE SITE

3.1. ESPECES PATRIMONIALES PROTEGEES OU NON

NB : Certaines espèces patrimoniales, la Bouscarle de Cetti, le Bruant jaune, le Bruant proyer, la Cisticole des joncs, l'Hirondelle rustique, le Martin-pêcheur d'Europe, la Pie-grièche écorcheur, le Pic mar, le Roitelet huppé, le Tarier pâtre et la Tourterelle des bois n'ont été contactées que sur le site d'Erbray. De fait, elles sont présentées dans l'état initial, commun aux deux sites, Erbray et Soudan, mais ne font pas l'objet d'une étude spécifique dans le cadre de ce rapport, dédié uniquement à l'étude des impacts et mesures sur le site de Soudan.

3.1.1. ALOUETTE DES CHAMPS

Sensibilité aux collisions

388 cas de collisions sont recensés pour l'Alouette des champs en Europe selon DÜRR (2021) dont 91 en France. Ce qui représente environ 0,0003 % de la population européenne. **La sensibilité de l'espèce à ce risque est donc faible en général et sur le site également.**

Sensibilité à la perturbation

En phase d'exploitation

De nombreuses études montrent que l'Alouette des champs s'accommode très bien de la présence des éoliennes et viennent nicher à moins de cinquante mètres des mats (HÖTKER *et al.*, 2006 ; Calidris divers suivis en France de 2010 à 2018). Par ailleurs, selon une étude américaine, l'Alouette des champs n'est pas gênée par les éoliennes en hiver (Devereux *et al.*, 2008).

Cette espèce cohabite en permanence avec les engins agricoles. Elle est donc peu sensible aux dérangements.

Ainsi d'après les retours d'expériences, la sensibilité est classée négligeable de manière générale en phase d'exploitation et sur le site également.

En phase travaux

Les dérangements en phase travaux auront en effet négligeable et ponctuel en période hivernale ou lors des migrations. En effet, l'espèce est rarement fixée sur un site précis à ces périodes et elle pourra aisément se reporter sur des habitats similaires proches. En période de nidification, en revanche, l'espèce pâtira légèrement du dérangement lié à la forte fréquentation du site, mais le risque d'écrasement des nichées est fort si celles-ci se trouvent dans l'emprise des travaux.

La sensibilité de L'Alouette des champs au dérangement en phase travaux est modérée à forte en période de nidification. Sur le site d'études, l'espèce est bien représentée, contactée sur 60% des points d'écoute avec, jusqu'à deux mâles chanteurs par IPA. L'Alouette des champs est ainsi potentiellement présente sur la plupart des parcelles agricoles de la zone d'étude. **La sensibilité au dérangement et à la destruction de nichées est donc qualifiée de forte.**

Sensibilité à l'effet barrière

L'espèce va rayonner autour de son nid pour rechercher la nourriture, il n'y a donc aucun risque de couper un secteur de passage journalier. Par ailleurs, les capacités de l'espèce à s'approcher des éoliennes indiquent que le contournement qu'elle opère est de l'ordre de quelques mètres au maximum. **La sensibilité de l'espèce à l'effet barrière est donc négligeable de manière générale et sur le site également.**

Tableau 4 : Sensibilité de l'Alouette des champs

	Période	Type	Sensibilité générale	Sensibilité sur le site
Sensibilité aux éoliennes	Exploitation	Collision	Faible	Faible
		Dérangement/ Perte d'habitat	Négligeable	Négligeable
		Effet barrière	Négligeable	Négligeable
	Travaux	Dérangement	Modérée à forte	Forte en période de reproduction
		Destruction d'individus ou de nids	Forte	Forte en période de reproduction

3.1.2. ALOUETTE LULU

Sensibilité aux collisions

122 cas de collisions sont recensés pour l'Alouette lulu en Europe de 2001 à 2020 (5 cas en France) selon DÜRR (2021) ce qui représente environ 0,002% de la population européenne. **La sensibilité de l'espèce à ce risque est donc faible en général et sur le site également.**

Sensibilité à la perturbation

En phase d'exploitation

En période de nidification, l'Alouette lulu s'accommode très bien des éoliennes. En effet, dans le cadre de suivis que nous réalisons, nous avons pu constater à plusieurs reprises la présence de l'espèce à proximité immédiate des éoliennes, dans certains cas des oiseaux ont même été observés se nourrissant sur les plates-formes techniques. De plus, lors du suivi du parc de « Garrigue Haute » (Aude), ABIES et la LPO Aude ont relevé que l'Alouette lulu ne fuyait pas la proximité des éoliennes (ALBOUY *et al.*, 2001), ce que Calidris a également noté lors des suivis de plusieurs parcs en France. Aucun effet lié à une éventuelle perte d'habitat ne semble donc affecter cette espèce. Les modifications de populations observées aux abords des éoliennes étant souvent imputables aux modifications locales de l'habitat. De plus, l'Alouette lulu présente de fortes variabilités d'effectifs d'une année sur l'autre. Des populations locales peuvent pratiquement disparaître pendant une ou plusieurs années puis revenir à leur niveau normal sans raison apparente.

Les connaissances bibliographiques sur le dérangement en période de fonctionnement de l'Alouette lulu indiquent une absence de sensibilité. **La sensibilité est donc classée négligeable de manière générale et sur le site également.**

En phase travaux

Les dérangements en phase travaux auront un effet négligeable et ponctuel en période hivernale ou lors des migrations. En effet, l'espèce est rarement fixée sur un site précis à ces périodes et elle pourra aisément se reporter sur des habitats similaires proches. En période de nidification, en revanche, l'espèce pâtit du dérangement lié à une augmentation ponctuelle de la fréquentation du site. Le risque d'écrasement des nichées est réel lorsque les travaux se déroulent à proximité des lisières et haies où l'espèce est cantonnée.

La sensibilité de l'Alouette lulu au dérangement en période de nidification en phase travaux est donc forte bien que ponctuelle dans le temps. Sur le site, l'Alouette lulu a été contactée en périodes de reproduction et de migration. En période de reproduction, la population a été contactée sur 70% des points d'écoute, avec des densités plus importantes au sein des secteurs présentant encore un maillage bocager en bon état de conservation. **La sensibilité sera donc forte sur le site, en période de nidification, pour le risque de dérangement et de destruction de nichées.**

Sensibilité à l'effet barrière

L'espèce va rayonner autour de son nid pour rechercher la nourriture, il n'y a donc aucun risque de couper un secteur de passage journalier. Par ailleurs, les capacités de l'espèce à s'approcher des

éoliennes indiquent qu'elle n'effectue pas de contournement significatif à leur approche. La sensibilité de l'espèce à l'effet barrière est donc **négligeable de manière générale et sur le site également.**

Tableau 5 : Sensibilité de l'Alouette lulu

	Période	Type	Sensibilité générale	Sensibilité sur le site
Sensibilité aux éoliennes	Exploitation	Collision	Faible	Faible
		Dérangement/ Perte d'habitat	Négligeable	Négligeable
		Effet barrière	Négligeable	Négligeable
	Travaux	Dérangement	Forte en période de reproduction	Forte en période de reproduction
		Destruction d'individus ou de nids	Forte en période de reproduction	Forte en période de reproduction

3.1.3. BUSARD SAINT-MARTIN

Sensibilité aux collisions

L'espèce semble très peu sensible au risque de collision avec des éoliennes, DÜRR (2021) ne recensant que 13 cas en Europe soit 0,01% de la population, dont quatre en France. Par ailleurs, l'interrogation des bases de données de collisions d'oiseaux aux États-Unis révèle une sensibilité très faible du Busard Saint Martin. Seuls deux cas de collision ont été répertoriés en Californie sur le parc d'Altmont Pass et un à Foote Creek Rim (Wyoming) (ERICKSON *et al.*, 2001). Il est important de noter que concernant ces deux parcs, des différences importantes sont relatives à la densité de machines (parmi les plus importantes au monde), et à leur type. En effet, il s'agit pour le parc d'Altmont Pass d'éoliennes avec un mât en treillis et un rotor de petite taille qui, avec une vitesse de rotation rapide, ne permettent pas la perception du mouvement des éoliennes et causent donc une mortalité importante chez de nombreuses espèces.

DE LUCAS *et al.* (2007) rapportent des résultats similaires tant du point de vue de la mortalité que de ce que l'on appelle communément la perte d'habitat sur des sites espagnols.

Enfin, si l'on prend les travaux de WHITFIELD & MADDERS (2006), portant sur la modélisation mathématique du risque de collision du Busard Saint-Martin avec les éoliennes, il s'avère que,

nonobstant les quelques biais relatifs à l'équi-répartition des altitudes de vol, l'espèce présente un risque de collision négligeable dès lors qu'elle ne parade pas dans la zone balayée par les pales. La sensibilité du Busard Saint-Martin au risque de collision est en effet liée aux oiseaux en reproduction et qui viennent à parader à proximité des éoliennes (ce qui n'a pas lieu en période inter nuptiale).

Sur le site d'études, les individus ont été observés en vol et en chasse toute l'année, sur le site d'Erbray essentiellement, notamment à proximité de la forêt de Juigné. Pour le site de Soudan, l'observation la plus proche a eu lieu en période de migration. En période de reproduction, aucun des individus contactés lors des différentes sorties (5 au total, mâles et femelles) n'a été observé en parade nuptiale et aucune autre trace de potentielle reproduction (passage de proie, nourrissage de jeunes, ...) n'a été notée. Enfin, aucun nid n'a été trouvé. Ainsi, l'ensemble des observations indique que le Busard Saint-Martin ne niche pas au sein de la ZIP, ni en marge.

Considérant que les cas de mortalité restent marginaux pour cette espèce, et Hotker et al (2017) soulignant qu'il n'y a pas de modification de l'occupation du domaine vital et du succès de reproduction des busards suite à l'implantation de parcs éoliens, **la sensibilité de l'espèce à ce risque est donc faible en général et sur le site également.**

Sensibilité à la perturbation

En phase d'exploitation

Les suivis menés en région Centre indiquent une certaine indifférence de l'espèce à l'implantation des parcs éoliens (DE BELLEFROID, 2009). Cet auteur indique que sur deux parcs éoliens suivis, ce sont trois couples de Busard Saint-Martin qui ont mené à bien leur reproduction sur l'un des sites et huit couples dont six ont donné des jeunes à l'envol sur le deuxième. Ces résultats sont d'autant plus importants, que sur une zone témoin de 100 000 ha, 28 couples de Busard Saint-Martin ont été localisés et seuls 14 se sont reproduits avec succès (donnant 28 jeunes à l'envol). DE BELLEFROID (2009) note également que les deux sites éoliens suivis avaient été délaissés par ce rapace l'année de la construction des éoliennes, mais que les oiseaux étaient revenus dès le printemps suivant.

Ces conclusions rejoignent celles de travaux d'outre-Atlantique. En effet, cette espèce est présente en Amérique du Nord et elle y occupe un environnement similaire. Certains auteurs (ERICKSON *et al.*, 2001) notent que cette espèce était particulièrement présente sur plusieurs sites ayant fait l'objet de suivis précis dont Buffalo Rigge (Minnesota), Sateline & Condon (Orégon), Vansycle (Washington). Les retours d'expérience sur le dérangement en période de fonctionnement du

Busard Saint-Martin indiquent une absence de sensibilité. **La sensibilité est donc classée négligeable de manière générale et sur le site également.**

En phase travaux

Les dérangements en phase travaux auront un effet négligeable et ponctuel en période hivernale ou lors des migrations. En effet, l'espèce est rarement fixée sur un site précis à ces périodes et elle pourra aisément se reporter sur des habitats similaires proches. En période de nidification, en revanche, l'espèce pâtira du dérangement lié à la forte fréquentation du site. DE BELLEFROID (2009), évoque un abandon des sites de reproduction à cause des travaux et des dérangements induits. Cependant, sur le site, l'espèce n'est pas nicheuse. **La sensibilité est donc faible pour le dérangement en phase travaux.**

Sur le site d'étude, les individus ont été observés en chasse au niveau de la zone d'études toute l'année et aucun indice de nidification n'a été noté en période de reproduction. **Pour le risque de destruction d'individu ou de nid, la sensibilité sera donc négligeable.**

Sensibilité à l'effet barrière

L'espèce va rayonner autour de son nid pour rechercher la nourriture, il n'y a donc aucun risque de couper un secteur de passage journalier. Par ailleurs, les capacités de l'espèce à s'approcher des éoliennes indiquent qu'elle n'effectue pas de contournement significatif à l'approche des éoliennes. **La sensibilité de l'espèce à l'effet barrière est donc négligeable de manière générale et sur le site également.**

Tableau 6 : Sensibilité du Busard Saint-Martin

	Période	Type	Sensibilité générale	Sensibilité sur le site
Sensibilité aux éoliennes	Exploitation	Collision	Faible	Faible
		Perte d'habitat/ Dérangement	Négligeable	Négligeable
		Effet Barrière	Négligeable	Négligeable
	Travaux	Dérangement	Forte	Faible
		Destruction d'individus ou de nids	Forte	Négligeable

3.1.4. CHARDONNERET ELEGANT

Sensibilité aux collisions

L'espèce semble peu sensible au risque de collision avec des éoliennes, DÜRR (2021) ne recensant que 44 cas en Europe soit 0,0001% de la population européenne, dont deux en France dans le Vaucluse et en Rhône-Alpes. **La sensibilité de l'espèce à ce risque est donc faible en général et sur le site également.**

Sensibilité à la perturbation

En phase d'exploitation

En période de nidification, cette espèce, comme la plupart des espèces de passereaux, reste à proximité des éoliennes suite à leur installation dans la mesure où le milieu n'a pas évolué de façon majeure entre temps (Calidris-suivis post-implantation 2010 à 2018). Par ailleurs, le Chardonneret élégant est un hôte régulier des milieux urbains dans lesquels les possibilités de perturbations anthropiques sont multiples, ce qui traduit une réelle capacité d'adaptation de l'espèce au dérangement d'origine humaine. D'ailleurs, une référence bibliographique fait part de la présence de l'espèce au sein d'un parc en hiver à Tarifa (JANSS, 2000).

Les retours d'expérience sur le dérangement en période de fonctionnement du Chardonneret élégant ainsi que sa faible sensibilité aux dérangements d'origine anthropique en général indiquent une absence de sensibilité.

La sensibilité est donc classée négligeable de manière générale et sur le site également.

En phase travaux

Les dérangements en phase travaux auront un effet négligeable et ponctuel en période hivernale ou lors des migrations. En effet, l'espèce est rarement fixée sur un site précis à ces périodes et elle pourra aisément se reporter sur des habitats similaires proches. En période de nidification en revanche, l'espèce pâtira du dérangement lié à la forte fréquentation du site et aux passages répétés des engins de chantier. La sensibilité est donc forte pour le dérangement en phase travaux, en période de nidification.

Sur le site, en période de reproduction, les effectifs de Chardonneret élégant restent relativement faibles et notés en dehors de la ZIP pour le site de Soudan. La sensibilité sera donc forte uniquement dans les secteurs de présence de l'espèce.

Sensibilité à l'effet barrière

L'espèce va rayonner autour de son nid pour rechercher la nourriture, il n'y a donc aucun risque de couper un secteur de passage journalier. Par ailleurs, les capacités de l'espèce à s'approcher des éoliennes indiquent qu'elle n'effectue pas de contournement significatif à l'approche des éoliennes.

La sensibilité de l'espèce à l'effet barrière est donc **négligeable** de manière générale et sur le site également.

Tableau 7 : Sensibilité du Chardonneret élégant

	Période	Type	Sensibilité générale	Sensibilité sur le site
Sensibilité aux éoliennes	Exploitation	Collision	Faible	Faible
		Perte d'habitat / dérangement	Négligeable	Négligeable
		Effet Barrière	Négligeable	Négligeable
	Travaux	Dérangement	Forte	Forte dans ses secteurs de présence
		Destruction d'individus ou de nids	Forte	Forte dans ses secteurs de présence

3.1.5. ELANION BLANC

Sensibilité aux collisions

L'Elanion blanc n'est pas une espèce connue pour avoir une sensibilité au risque de collision avec des éoliennes. En effet, Dürr (2021) ne recense aucun cas de mortalité avec des éoliennes impliquant l'Elanion blanc. **La sensibilité de l'espèce à ce risque est donc faible en général comme sur le site.**

Sensibilité à la perturbation

En phase d'exploitation

Le noyau de la population européenne se trouve sur la péninsule ibérique, région possédant de très nombreux parcs éoliens. Cette situation témoigne de l'indifférence de l'espèce vis-à-vis des parcs éoliens. **Sa sensibilité est donc faible.**

En phase travaux

Les principales menaces existantes sur l'Elanion blanc concernent généralement l'intensification de l'agriculture sur ces zones de reproduction. De même, le dérangement par l'Homme, en particulier les photographes nature ou certains naturalistes, en période de reproduction peut conduire à l'échec de la nidification. La sensibilité de l'espèce au dérangement est donc forte durant la phase de travaux si ces derniers se déroulent pendant la période de reproduction et à proximité du nid.

Sur le site d'études, en période de nidification, un seul individu a été observé en chasse, sur le site d'Erbray. Si la nidification est possible sur le site, elle n'est pas avérée et il peut s'agir d'un individu erratique. **La sensibilité au dérangement en phase travaux sera donc faible en période de reproduction.**

Sensibilité à l'effet barrière

L'espèce va rayonner dans les zones ouvertes à proximité de son nid pour rechercher la nourriture, il n'y a donc aucun risque de couper un secteur de passage journalier. **La sensibilité de l'espèce à l'effet barrière est donc négligeable sur le site.**

Tableau 8 : Sensibilité de l'Elanion blanc

	Période	Type	Sensibilité générale	Sensibilité sur le site
Sensibilité aux éoliennes	Exploitation	Collision	Faible	Faible
		Dérangement/ Perte d'habitat	Faible	Faible
		Effet barrière	Négligeable	Négligeable
	Travaux	Dérangement	Forte	Faible
		Destruction d'individus ou de nids	Forte	Faible

3.1.6. FAUCON CRECERELLE

Sensibilité aux collisions

L'espèce semble relativement peu sensible au risque de collision avec des éoliennes, DÜRR (2021) recensant 614 cas en Europe entre 1990 et 2021 soit 0,06% de la population dont 108 en France. La sensibilité de l'espèce à ce risque est donc faible en général. Sur le site, l'espèce a été observé en chasse à deux reprises. La sensibilité est donc considérée comme faible également.

En phase d'exploitation

La présence du Faucon crécerelle est depuis longtemps connue à proximité des parcs éoliens, à proximité desquels l'espèce nidifie et chasse même à très grande proximité. Le Faucon crécerelle est présent dans de nombreux milieux perturbés par des activités anthropiques comme les autoroutes ou les grandes villes (l'espèce est présente dans les centres-villes de Paris ou Lyon par exemple). La faible sensibilité du Faucon crécerelle aux dérangements liés à la présence d'éoliennes permet d'estimer **la sensibilité aux dérangements comme négligeable en général comme sur le site où seuls deux individus ont été observés.**

En phase travaux

Les dérangements en phase travaux auront un effet négligeable et ponctuel en période hivernale ou lors des migrations, car l'espèce erre sur un vaste territoire et n'est pas sensible aux activités humaines. En période de nidification, le dérangement lié à la forte fréquentation du site devrait avoir un effet limité sur cette espèce. Néanmoins, le risque de destruction des nichées est réel si celui-ci se trouve dans l'emprise des travaux. **La sensibilité est donc faible pour le dérangement en phase travaux et forte pour le risque de destruction des nichées de manière générale. Sur le site, l'espèce n'étant pas nicheuse, la sensibilité est faible à nulle.**

Sensibilité à l'effet barrière

L'espèce va rayonner autour de son nid pour rechercher la nourriture, il n'y a donc aucun risque de couper un secteur de passage journalier. Par ailleurs, les capacités de l'espèce à s'approcher des éoliennes indiquent qu'elle n'effectue pas de contournement significatif à l'approche des éoliennes. **La sensibilité de l'espèce à l'effet barrière est donc négligeable de manière générale comme sur le site.**

Tableau 9 : Sensibilité du Faucon crécerelle

	Période	Type	Sensibilité générale	Sensibilité sur le site
Sensibilité aux éoliennes	Exploitation	Collision	Faible	Faible
		Dérangement/ Perte d'habitat	Négligeable	Négligeable
		Effet barrière	Négligeable	Négligeable
	Travaux	Dérangement	Faible	Faible
		Destruction d'individus ou de nids	Forte	Nulle

3.1.7. FAUCON EMERILLON

Sensibilité aux collisions

L'espèce semble peu sensible au risque de collision avec des éoliennes, Dürr (2021) ne recensant que 4 cas en Europe soit 0,005% de la population et aucun en France. Le vol à faible hauteur qu'il pratique la plupart du temps le prémuni en grande partie des risques de collisions. **La sensibilité de l'espèce à ce risque est donc faible en général tout comme sur le site où seul un individu a été vu en hiver.**

Sensibilité à la perturbation

En phase d'exploitation

En période de nidification, aucune information n'a pu être trouvée sur la réaction de l'espèce face à un parc éolien. La plupart des faucons européens nichent cependant à proximité des éoliennes (Faucons crécerelle, hobereau ou pèlerin) sans gêne apparente.

La faible sensibilité des Faucons aux dérangements liés à la présence d'éoliennes nous conduit à estimer la sensibilité aux dérangements comme faible en général. **Sur le site d'études, l'espèce étant absente en période de reproduction, sa sensibilité est négligeable.**

En phase travaux

Les dérangements en phase travaux auront un effet négligeable et ponctuel en période hivernale ou lors des migrations. En migration, les oiseaux peuvent survoler aussi bien des villes que des routes et globalement toute zone fortement anthropisée comme le montrent les suivis de migration réalisée à New York. En hiver, le Faucon émerillon exploite de vastes territoires en suivant ses proies, le chantier n'aura pas d'effet significatif sur lui. En période de nidification, en revanche, l'espèce pâtira du dérangement lié à la forte fréquentation du site et le risque d'écrasement des nichées est réel si celui-ci se trouve dans l'emprise des travaux. La sensibilité est donc forte bien que ponctuelle pour le dérangement en phase travaux. **Cependant, la sensibilité sera nulle sur le site puisque l'espèce ne s'y reproduit pas.**

Sensibilité à l'effet barrière

L'espèce va rayonner autour de son nid pour rechercher la nourriture, il n'y a donc aucun risque de couper un secteur de passage journalier d'autant qu'elle ne niche pas sur le site et vole en migration

à des altitudes supérieures à la hauteur des éoliennes (> 200m). **La sensibilité de l'espèce à l'effet barrière est donc négligeable de manière générale et sur le site également.**

Tableau 10 : Sensibilité du Faucon émerillon

Sensibilité aux éoliennes	Période	Type	Sensibilité générale	Sensibilité sur le site	
	Exploitation	Collision		Faible	Faible
		Dérangement/ Perte d'habitat		Modérée	Négligeable
		Effet barrière		Négligeable	Négligeable
	Travaux	Dérangement		Forte	Nulle
		Destruction d'individus ou de nids		Forte	Nulle

3.1.8. FAUVETTE DES JARDINS

Sensibilité aux collisions

L'espèce semble peu sensible au risque de collision avec des éoliennes, DÜRR (2021) ne recensant que 12 cas en Europe soit 0,00003 % de la population dont deux cas en France (en Lorraine et en Champagne-Ardenne). La sensibilité de l'espèce à ce risque est donc **faible** en général tout comme sur le site de Soudan où trois individus ont été notés.

Sensibilité à la perturbation

En phase d'exploitation

En période de nidification, aucune information n'a pu être trouvée sur la réaction de l'espèce face à un parc éolien. La présence de l'espèce est notée lors de certains suivis de parcs comme c'est le cas sur celui de Saint-Michel-Chef-Chef. Comme la plupart des passereaux la présence de l'espèce est conditionnée par la présence d'habitats favorables. **La sensibilité est jugée faible pour cette espèce en général et sur le site en période de fonctionnement des éoliennes.**

En phase travaux

Les dérangements en phase travaux auront un effet négligeable en période de migration et nulle en période hivernale, car l'espèce est absente. En période de nidification en revanche, l'espèce pâtira du dérangement lié à la forte fréquentation du site et du risque de destruction de nichées est réel si celui-ci se trouve dans l'emprise des travaux. **La sensibilité est donc forte pour le**

dérangement en phase travaux et pour le risque de destruction des nichées en général comme sur le site où trois individus ont été contactés.

Sensibilité à l'effet barrière

En période de nidification, l'espèce se déplace en suivant la végétation. La sensibilité à l'effet barrière est donc négligeable.

Tableau 11 : Sensibilité de la Fauvette des jardins

	Période	Type	Sensibilité générale	Sensibilité sur le site
Sensibilité aux éoliennes	Exploitation	Collision	Faible	Faible
		Dérangement/ Perte d'habitat	Faible	Faible
		Effet barrière	Négligeable	Négligeable
	Travaux	Dérangement	Forte	Forte
		Destruction d'individus ou de nids	Forte	Forte

3.1.9. GRANDE AIGRETTE

Sensibilité aux collisions

Un cas de collision a été recensé en Europe (Allemagne) par DÜRR (2021). Les ardéidés en général semblent peu soumis à ce risque (KINGSLEY & WHITTAM, 2005). **La sensibilité pour la Grande Aigrette est donc faible en général et sur le site également.**

Sensibilité à la perturbation

En phase d'exploitation

L'espèce ne semble pas faire l'objet d'étude vis-à-vis des éoliennes et aucun article traitant de son comportement vis-à-vis des infrastructures n'a pu être trouvé.

L'espèce est assez sensible aux dérangements et niche généralement dans des endroits peu accessibles par l'Homme. Néanmoins, la faible fréquentation d'une éolienne en phase de fonctionnement ne devrait pas conduire à un dérangement important. **La sensibilité aux dérangements est donc considérée comme moyenne. Sur le site, l'espèce ne se reproduit pas le dérangement est donc nulle.**

L'espèce peut venir chasser dans des parcelles proches d'éoliennes (obs. pers.), il n'y a donc pas de sensibilité à la perte de territoire en général et sur le site.

En phase travaux

Les dérangements en phase travaux auront un effet négligeable et ponctuel en période hivernale ou lors des migrations. En migration, l'espèce pourra survoler le chantier d'autant que la majeure partie de la migration de cet oiseau se déroule de nuit et à haute altitude. En hiver, la Grande Aigrette est erratique et la présence ponctuelle du chantier aura un effet très limité sur cette espèce. En période de nidification, en revanche, l'espèce pâtira du dérangement lié à la forte fréquentation du site. Le risque de destruction des nichées est évidemment fort, bien que peu probable, car les secteurs où elle installe son nid sont généralement peu favorables à l'installation d'éolienne. La sensibilité est donc forte bien que ponctuelle pour le dérangement en phase travaux. **Cependant, sur le site puisque l'espèce ne s'y reproduit pas, la sensibilité sera négligeable.**

Sensibilité à l'effet barrière

Dans la mesure où l'espèce va chasser dans des habitats particuliers (très souvent zones humides en période de reproduction), elle est généralement amenée à emprunter les mêmes parcours très régulièrement. Un effet barrière peut donc être envisagé, d'autant que l'absence de collision documentée indique que l'espèce perçoit bien les éoliennes et les contourne. La sensibilité générale de l'espèce est donc forte. **Cependant, sur le site, l'espèce ne se reproduisant pas, la sensibilité à l'effet barrière est nulle.**

Tableau 12 : Sensibilité de la Grande Aigrette

	Période	Type	Sensibilité générale	Sensibilité sur le site
Sensibilité aux éoliennes	Exploitation	Collision	Faible	Négligeable
		Dérangement/ Perte d'habitat	Modérée	Nulle
		Effet barrière	Forte	Nulle
	Travaux	Dérangement	Forte	Négligeable
		Destruction d'individus ou de nids	Forte	Nulle

3.1.10. LINOTTE MELODIEUSE

Sensibilité aux collisions

L'espèce semble peu sensible au risque de collision avec des éoliennes, DÜRR (2021) ne recensant que 51 cas en Europe soit 0,0002% de la population, dont 9 en France. **La sensibilité de l'espèce à ce risque est donc faible en général et sur le site également.**

Sensibilité à la perturbation

En phase d'exploitation

En période de nidification, cette espèce, comme la plupart des espèces de passereaux, reste à proximité des éoliennes à la suite de leur installation dans la mesure où le milieu n'a pas évolué de façon majeure entre-temps (Calidris-suivis post-implantation 2010 et 2018).

Les retours d'expérience sur le dérangement en période de fonctionnement de la Linotte mélodieuse ainsi que sa faible sensibilité aux dérangements d'origine anthropique en général indiquent une absence de sensibilité.

La sensibilité est donc classée négligeable de manière générale et sur le site également.

En phase travaux

Les dérangements en phase travaux auront un effet négligeable et ponctuel en période hivernale ou lors des migrations. En effet, l'espèce est rarement fixée sur un site précis à ces périodes et elle pourra aisément se reporter sur des habitats similaires proches. En période de nidification en revanche, l'espèce pâtira du dérangement lié à la forte fréquentation du site et aux passages répétés des engins de chantier. La sensibilité est donc forte pour le dérangement en phase travaux, bien que ponctuelle.

Sur le site d'études, la Linotte mélodieuse est bien représentée (notamment dans le secteur localisé sur le site d'Erbray). Elle niche potentiellement au niveau des haies buissonnantes et arbustives de la ZIP. La sensibilité sera donc fonction des lieux d'implantation et forte à proximité des zones de présence de l'espèce.

Sensibilité à l'effet barrière

L'espèce va rayonner autour de son nid pour rechercher la nourriture, il n'y a donc aucun risque de couper un secteur de passage journalier. Par ailleurs, les capacités de l'espèce à s'approcher des

éoliennes indiquent qu'elle n'effectue pas de contournement significatif à l'approche des éoliennes. **La sensibilité de l'espèce à l'effet barrière est donc négligeable de manière générale et sur le site également.**

Tableau 13 : Sensibilité de la Linotte mélodieuse

	Période	Type	Sensibilité générale	Sensibilité sur le site
Sensibilité aux éoliennes	Exploitation	Collision	Faible	Faible
		Dérangement/perte d'habitat	Négligeable	Négligeable
		Effet barrière	Négligeable	Négligeable
	Travaux	Dérangement	Forte	Forte dans ses secteurs de présence
		Destruction d'individus ou de nids	Forte	Forte dans ses secteurs de présence

3.1.11. MILAN NOIR

Sensibilité aux collisions

Lors d'un suivi sur dix ans d'un parc de plus de 200 éoliennes dans le sud de l'Espagne près de Tarifa un seul Milan noir a été retrouvé mort soit un taux de mortalité de 0,0005% (DE LUCAS *et al.*, 2008). Le Milan semble avoir une bonne réactivité face aux éoliennes puisque plusieurs auteurs soulignent la modification de la hauteur de vol de cette espèce à proximité des éoliennes que ce soit en période de migration ou de nidification (ALBOUY *et al.*, 2001 ; BARRIOS & RODRIGUEZ, 2004 ; DE LUCAS *et al.*, 2004). DÜRR (2021) recense tout de même 150 cas de collisions ce qui représente 0,07% de la population, dont 25 en France. Les cas de mortalité recensés ici sont sur un pas de temps de 30 ans car la première donnée date de 1990 et la dernière de 2021. La sensibilité de l'espèce au risque de collision est donc faible en général.

La sensibilité de l'espèce au risque de collision est donc faible en général et sur le site en particulier où la présence de l'espèce semble anecdotique, un seul individu ayant été vu en période de nidification, en vol, au niveau du site d'Erbray.

Sensibilité à la perturbation

En phase d'exploitation

En période de nidification, la présence de l'espèce à proximité des éoliennes est régulière (Calidris-suivis post-implantation 2010 à 2018). La propension de l'espèce à vivre à proximité de l'homme est forte. De 2010 à 2018, Calidris a d'ailleurs pu observer la nidification d'un couple de Milans noirs à 500 mètres d'une éolienne.

Les retours d'expérience sur le dérangement en période de fonctionnement du Milan noir ainsi que sa faible sensibilité aux dérangements d'origine anthropique en général indiquent une absence de sensibilité liée à la présence des éoliennes. **La sensibilité est donc classée négligeable de manière générale, tout comme sur le site où l'espèce ne se reproduit pas.**

En phase travaux

Les dérangements en phase travaux auront un effet négligeable et ponctuel lors des migrations et nul en période hivernale car l'espèce est migratrice.

En période de nidification, en revanche, l'espèce pâtira du dérangement lié à la forte fréquentation du site bien que l'espèce soit tolérante avec l'activité humaine et le risque de destruction des nichées est réel si celui-ci se trouve dans l'emprise des travaux. La sensibilité est donc forte pour le risque de destruction de nid et moyenne pour le dérangement en phase travaux, bien que ponctuelle. Il est à noter que, selon les préconisations du CRPF (Centre Régional de la Propriété Forestière Grand Est, 2011) et dans le cadre du Schéma Régional de Gestion Sylvicole (SRGS) de la région Grand Est, il est recommandé de ne pas réaliser d'interventions forestières dans un rayon de 200 m autour des nids. Par mesure de précaution, une distance d'au moins 200 m devrait donc séparer le nid des zones de travaux afin de minimiser les dérangements.

L'espèce ne se reproduisant pas sur le site la sensibilité de l'espèce est nulle en période de reproduction et négligeable lors de la migration.

Sensibilité à l'effet barrière

L'espèce va rayonner autour de son nid pour rechercher la nourriture, il n'y a donc aucun risque de couper un secteur de passage journalier. Par ailleurs, les capacités de l'espèce à s'approcher des éoliennes indiquent qu'elle ne les contourne pas. Le Milan noir est d'ailleurs tout à fait capable de traverser un parc éolien (obs. pers). **La sensibilité de l'espèce à l'effet barrière est donc négligeable de manière générale et sur le site également.**

Tableau 14 : Sensibilité du Milan noir

Sensibilité aux éoliennes	Période	Type	Sensibilité générale	Sensibilité sur le site
	Exploitation	Collision	Faible	Faible
		Dérangement/ perte d'habitat	Négligeable	Négligeable
		Effet barrière	Négligeable	Négligeable
	Travaux	Dérangement	Modérée	Nulle
Destruction d'individus ou de nids		Forte	Nulle	

3.1. Espèces non patrimoniales, protégées ou non

Les espèces non patrimoniales présentes sur le site ne sont pas sensibles à l'éolien. **Ainsi, aucune sensibilité n'est attendue sur le site que ce soit en phase d'exploitation ou en phase de travaux.**

3.2. Synthèse des sensibilités des espèces d'oiseaux, protégées ou non

Le tableau ci-dessous présente la synthèse des sensibilités de l'avifaune sur le site avant analyse des variantes et prise en compte des mesures d'insertion environnementale.

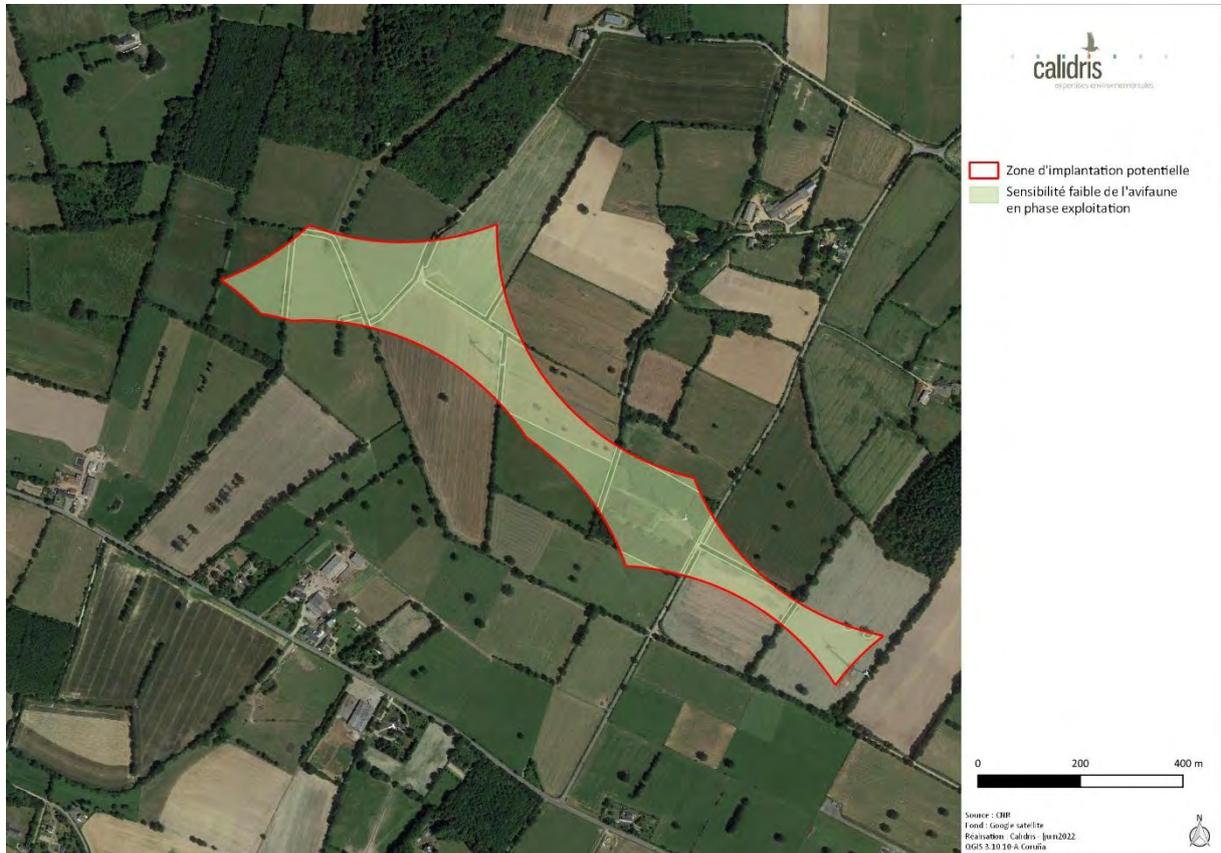
Tableau 15 : Synthèse des sensibilités des oiseaux sur le site
avant intégration des mesures d'atténuation

	Sensibilités en phase d'exploitation			Sensibilité en phase de travaux	
	Collision	Dérangement / perte d'habitat	Effet barrière	Dérangement	Destruction d'individus
Espèces patrimoniales, protégées ou non					
Alouette des champs	Faible	Négligeable	Négligeable	Forte en période de reproduction	Forte en période de reproduction
Alouette lulu	Faible	Négligeable	Négligeable	Forte en période de reproduction	Forte en période de reproduction
Busard Saint-Martin	Faible	Négligeable	Négligeable	Faible	Négligeable
Chardonneret élégant	Faible	Négligeable	Négligeable	Forte dans les secteurs de présence	Forte dans les secteurs de présence
Elanion blanc	Faible	Faible	Négligeable	Faible	Faible
Faucon crécerelle	Faible	Négligeable	Négligeable	Faible	Nulle
Faucon émerillon	Faible	Négligeable	Négligeable	Nulle	Nulle
Fauvette des jardins	Faible	Faible	Négligeable	Forte	Forte
Grande Aigrette	Négligeable	Nulle	Nulle	Négligeable	Nulle
Linotte mélodieuse	Faible	Négligeable	Négligeable	Forte dans les secteurs de présence	Forte dans les secteurs de présence
Milan noir	Faible	Négligeable	Négligeable	Nulle	Nulle
Espèces non patrimoniales, protégées ou non					
Autres espèces en période de reproduction	Négligeable	Négligeable	Négligeable	Négligeable	Négligeable
Autres espèces en période de migration	Négligeable	Négligeable	Négligeable	Négligeable	Négligeable
Autres espèces en période d'hivernage	Négligeable	Négligeable	Négligeable	Négligeable	Négligeable

Comme on peut le constater avec le tableau ci-dessus, les sensibilités les plus fortes ne concernent que certaines espèces de passereaux nicheurs patrimoniaux (Alouettes des champs et lulu, Chardonneret élégant, Fauvette des jardins et Linotte mélodieuse), durant la phase des travaux si ces derniers se déroulent en période de reproduction.

3.1. Zonages des sensibilités

Aucune des espèces observées n'est sensible aux collisions. La sensibilité en phase d'exploitation sera donc faible sur le site du projet.



Carte n°1 : Sensibilité de l'avifaune en phase d'exploitation

De même, lors des migrations et de l'hivernage, les espèces patrimoniales sont peu sensibles à la présence d'éoliennes en phase travaux.

Sur le site, la sensibilité de l'avifaune porte uniquement sur la période de reproduction pour le risque de dérangement et de destruction de nichées durant la phase de travaux. Ainsi, la sensibilité en période de reproduction est forte pour plusieurs espèces : les Alouettes des champs et lulu, le Chardonneret élégant, la Fauvette des jardins et la Linotte mélodieuse.

La nidification de l'Alouette des champs et de l'Alouette lulu a lieu en milieu ouvert, à même le sol. La présence de la Fauvette des jardins et de la Linotte mélodieuse est liée à la trame bocagère, ces espèces installant leur nid au niveau des haies et des buissons. Enfin, le Chardonneret élégant s'installe au niveau des arbres, des boisements et de leurs lisières, et pour cette espèce, la sensibilité est fonction des lieux d'implantation, à proximité ou non des zones de présence de l'espèce.

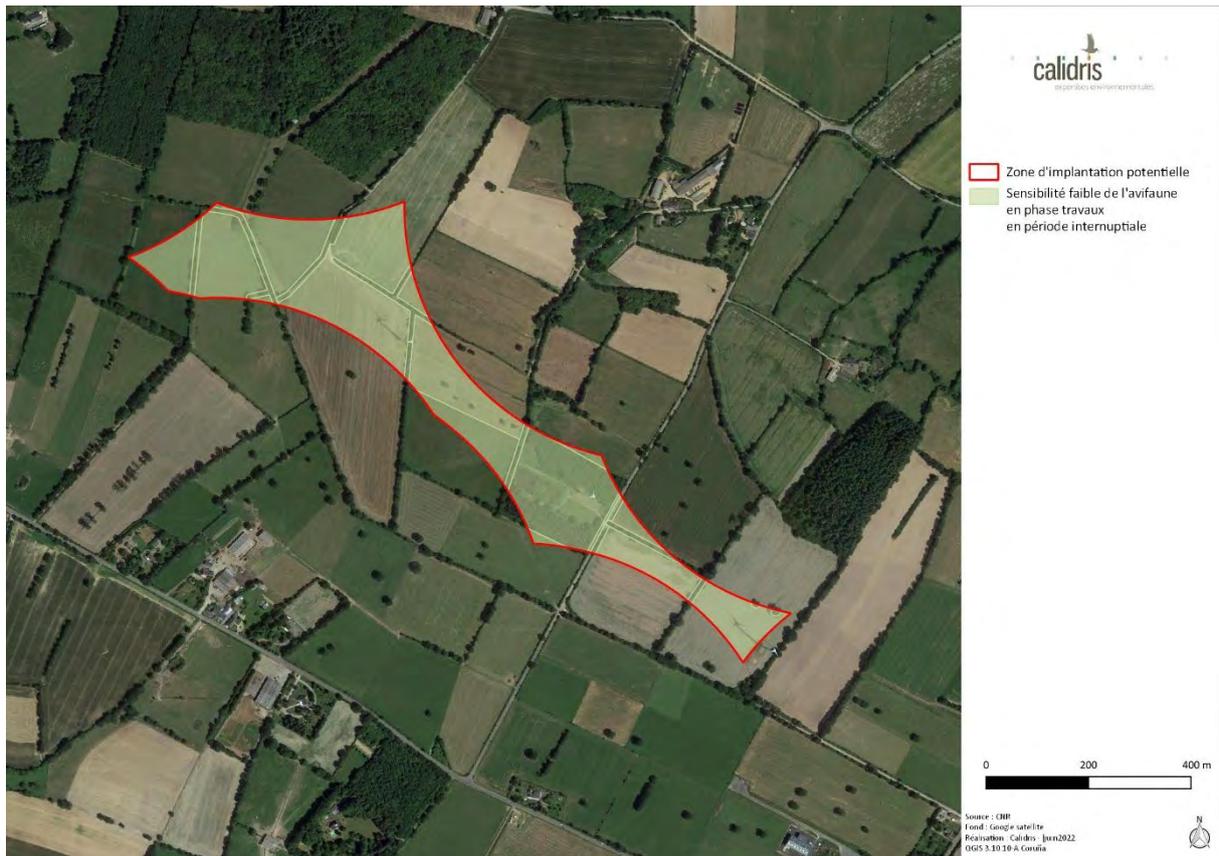
Ainsi, les milieux ouverts (cultures et prairies) et le réseau de haies représentant des zones favorables pour plusieurs espèces en période de reproduction auront une sensibilité forte en phase travaux pour le risque de dérangement et de destruction de nichées. Quant aux boisements, ils auront une sensibilité au moins modérée du fait de la présence sur le site du Chardonneret élégant, et forte si des implantations se situent à proximité de ses zones de présence, pour ce même risque.

Pour les autres espèces, la sensibilité en période de reproduction est faible à nulle.

En revanche, en périodes de migration et d'hivernage, la sensibilité en phase travaux est faible sur le site.



Carte n°2 : Sensibilité de l'avifaune en phase travaux pour la période de reproduction



Carte n°3 : Sensibilité de l’avifaune en phase travaux en période interruptuelle

4. SYNTHÈSE DES CONNAISSANCES DES EFFETS DE L’ÉOLIEN SUR LES CHIROPTÈRES

4.1. EFFETS DE L’ÉOLIEN SUR LES CHIROPTÈRES

Les chiroptères sont sensibles aux modifications d’origine anthropique de leur environnement susceptibles de générer un changement de leurs habitudes et comportements. Les effets potentiels des éoliennes sur les chiroptères, mis en lumière par diverses études, sont de plusieurs ordres : perte d’habitats, dérangement et destruction d’individus. Ils sont qualifiés de « directs » ou « indirects », « temporaires » ou « permanents » en fonction des différentes phases du projet éolien et du cycle de vie des chauves-souris :

EN PHASE CHANTIER :

Les travaux liés aux aménagements nécessaires à l’implantation des éoliennes peuvent avoir des effets sur les chiroptères. Ils peuvent être de diverses natures :

- Perte d’habitats ou de qualité d’habitats (effet direct) :

L'arrachage de haies, la destruction des formations arborées (boisements, alignements d'arbres, arbres isolés) peuvent supprimer des habitats fonctionnels notamment des corridors de déplacement ou des milieux de chasse. Les chauves-souris étant fidèles à leurs voies de transit, la perte de ces corridors de déplacement peut significativement diminuer l'accès à des zones de chasse ou des gîtes potentiels.

- Destruction de gîte (effet direct) :

Il s'agit d'un des effets les plus importants pouvant toucher les chiroptères, notamment quant à leur état de conservation. En effet, en cas de destruction de gîtes d'estivage, les jeunes non volants ne peuvent s'enfuir et sont donc très vulnérables. De plus, les femelles n'auront aucune autre possibilité de se reproduire au cours de l'année, mettant ainsi en péril le devenir de la colonie (Keeley et al., 1999). Il en est de même pour les adultes en hibernation qui peuvent rester bloqués pendant leur phase de léthargie.

- Destruction d'individus (effet direct) :

Lors des travaux de destruction de formations arborées en phase de chantier, les travaux d'élagage ou d'arrachage d'arbres peuvent occasionner la destruction directe d'individus dans le cas où les sujets ciblés constituent un gîte occupé par les chauves-souris.

- Dérangement (effet direct) :

Il provient, en premier lieu, de l'augmentation des activités humaines à proximité d'habitats fonctionnels, notamment pendant la phase de travaux. En période de reproduction, le dérangement peut aboutir à l'abandon du gîte par les femelles et être ainsi fatal aux jeunes non émancipés. En période d'hibernation, le réveil forcé d'individus en léthargie profonde provoque une dépense énergétique importante et potentiellement létale pour les individus possédant des réserves de graisse insuffisantes. Par ailleurs, les aménagements tels que la création de nouveaux chemins ou routes d'accès aux chantiers et aux éoliennes peuvent également aboutir au dérangement des chauves-souris.

EN PHASE EXPLOITATION :

- Effet barrière (effet direct) :

L'effet barrière va se caractériser par la modification des trajectoires de vol des chauves-souris (en migration ou en transit local vers une zone de chasse ou un gîte) et donc provoquer une dépense énergétique supplémentaire due à l'augmentation de la distance de vol et aux modifications des trajectoires de vol. Les chauves-souris doivent faire face à plusieurs défis énergétiques, notamment durant les phases de transit migratoire ou de déplacement local. En effet, en plus du vol actif pour se déplacer, les chiroptères consacrent aussi une partie de leurs ressources énergétiques à la chasse et à la régulation de leur température. Si les chauves-souris ont développé plusieurs adaptations pour gérer leur potentiel énergétique (torpeur en phase inactive, métabolisme rapide), tout effort supplémentaire pour éviter un obstacle est potentiellement délétère, même pour des déplacements courts (McGuire et al., 2014 ; Voigt et al., 2010 ; Yong-Yi et al., 2010). Cet effet a été observé chez la Sérotine commune (Bach, 2002). Les études récentes sur les impacts des projets éoliens concernant les chauves-souris, et notamment les études effectuées par Brinkmann et al. depuis 2009, montrent que l'effet barrière n'a pu être décrit de nouveau dans 35 projets contrôlés simultanément en Allemagne. La raison est vraisemblablement le changement de la taille des machines, de plus en plus hautes, comparées à celles des générations précédentes (dont celles issues de l'étude de Bach en 2002).

Il sera considéré, à ce jour, qu'il n'y a plus d'effet barrière sur les chauves-souris.

- Perte d'habitats (effet indirect) :

Un autre impact potentiel de l'exploitation de l'énergie éolienne sur les chiroptères est constitué par la perte d'habitats naturels (terrains de chasse et gîtes). L'emprise au sol étant très faible dans le cas d'un projet éolien, le risque lié à la destruction directe d'habitat ou de perte de gîte est limité et aisé à évaluer. On peut quantifier au préalable les habitats potentiels des chauves-souris qui seront perturbés par les éoliennes, puisque les dimensions des constructions sont connues. En mettant en rapport ces surfaces avec la superficie et la nature des territoires de chasse théoriques de chaque espèce, il est possible d'évaluer l'impact.

En tout état de cause, il semble difficile d'arguer en même temps d'une sensibilité forte à la perte d'habitat et d'une sensibilité à la mortalité. En effet, l'un et l'autre des effets font appel à des éléments contradictoires.

- Destruction d'individus (effet direct) :

Les effets directs de mortalité sont causés par deux facteurs :

- *Par collision avec les pales des éoliennes*

La sensibilité des chiroptères aux éoliennes est avérée, mais variable en fonction des espèces. De nombreuses études ont permis d'identifier et de quantifier l'effet des éoliennes sur les chauves-souris, notamment en termes de collisions. La mortalité des chiroptères par collision avec les pales est un phénomène connu. Cependant, plusieurs paramètres sont à mettre en parallèle pour évaluer ce phénomène, à savoir la localisation du site d'implantation, la nature du milieu, les espèces fréquentant le site, la saisonnalité, les caractéristiques du parc éolien, notamment en termes de nombre de machines, la période de fonctionnement des machines. Ce sont autant de facteurs qui agissent sur ce taux de mortalité et qui rendent à ce jour difficile la mise en place d'un modèle permettant de prévoir avec certitude l'effet d'un parc éolien sur les populations locales de chiroptères. Néanmoins, plusieurs éléments font aujourd'hui consensus. En Europe, 98 % des chauves-souris victimes des éoliennes appartiennent aux groupes des pipistrelles, sérotines et noctules, espèces capables de s'affranchir des éléments du paysage pour se déplacer ou pour chasser. La grande majorité de ces cas de mortalité a lieu de la mi-août à la mi-septembre, soit pendant la phase migratoire automnale des chauves-souris. Cette recrudescence des cas de mortalité durant cette période pourrait être liée à la chasse d'insectes s'agglutinant au niveau des nacelles des éoliennes lors de leurs mouvements migratoires (Rydell et al., 2010b).

- Par barotraumatisme

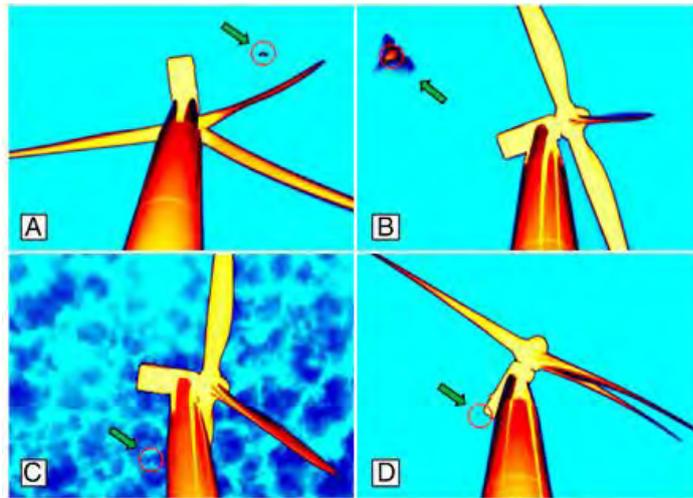


Figure 1 : Comportements de chauves-souris au niveau d'une éolienne (d'après Cryan, 2014)

Les images précédentes sont extraites de l'étude de Cryan (2014) et illustrent différents comportements de chauves-souris autour d'une éolienne : à mi-hauteur du mât (A), à 10 m au-dessus du sol (B), en approche vers la turbine (C) et à hauteur de nacelle alors que les pales tournent à pleine vitesse (D). La proximité avec les pales peut rendre les chiroptères vulnérables à la baisse brutale de pression.

Le barotraumatisme est souvent monté en épingle au motif que cet effet serait une source de mortalité prépondérante. Loin de trancher la question, il convient cependant de noter que cette question manque d'intérêt. En effet, le barotraumatisme et le risque de collision sont deux phénomènes qui ne sont pas indépendants, car découlant de l'aérodynamisme des pales et de leur mouvement. Ainsi, quelle que soit l'option choisie pour l'étude de la mortalité (collision et/ou barotraumatisme), l'analyse des inférences statistiques avec les variables physiques, de temps, etc. reste possible et représentative.

Le risque de collision ou de mortalité lié au barotraumatisme (Baerwald et al., 2008) est potentiellement beaucoup plus important lorsque des alignements d'éoliennes sont placés perpendiculairement à un axe de transit, à proximité d'une colonie ou sur un territoire de chasse très fréquenté. À proximité d'une colonie, les routes de vol (du gîte au territoire de chasse) sont empruntées quotidiennement. Dans le cas des déplacements saisonniers (migrations), les routes de vol sont très peu documentées, mais il a été constaté bien souvent que les vallées, les cols et les grands linéaires arborés constituent des axes de transit importants. Les risques sont donc particulièrement notables à proximité d'un gîte d'espèce sensible ou le long de corridors de déplacement.

4.2. DONNEES GENERALES

La mortalité des chiroptères induite par les infrastructures humaines est un phénomène reconnu. Ainsi, les lampadaires (Saunders, 1930), les tours de radiocommunication (Crawford & Baker, 1981; Van Gelder, 1956), les routes (Jones, Purvis, & Gittleman, 2003; Safi & Kerth, 2004) ou les lignes électriques (Dedon, Byrnes, Aygrigg, & Hartman, 1989) sont responsables d'une mortalité parfois importante dont l'impact sur les populations gagnerait à être étudié de près.

Les premières études relatives à la mortalité des chiroptères au niveau de parcs éoliens ont vu le jour aux États-Unis principalement dans le Minnesota, l'Oregon et le Wyoming (Osborn et al., 1996 ; Johnson et al., 2000).

Les suivis de mortalité aviaire en Europe ont mis en évidence des cas de mortalité sur certaines espèces de chiroptères, entraînant ainsi la prise en compte de ce groupe dans les études d'impact et le développement d'études liées à leur mortalité. Ces études se sont déroulées principalement en Allemagne (Bach, 2001; Brinkmann, Schauer-Weiss, & Bontadina, 2006; Dürr, 2002; Rhamel et al., 1999) et dans une moindre mesure en Espagne (Alcade, 2003; Lekuona, 2001). En 2006, une synthèse européenne relative à la mortalité des oiseaux et des chiroptères est publiée et fait état des impacts marqués sur les chiroptères (Hötker et al., 2005). En France, la Ligue pour la protection des oiseaux de Vendée a mis en évidence sur le parc éolien de Bouin une mortalité de chiroptères supérieure à celle des oiseaux. Trois espèces migratrices y sont principalement impactées (Dulac, 2008). Plusieurs autres suivis de mortalité de parcs éoliens français ont montré une mortalité des chiroptères pouvant être très importante en l'absence de mise en place de réduction d'impacts (AVES Environnement & Groupe Chiroptères de Provence, 2010; Beucher et al., 2013; Cornut & Vincent, 2010).

En Allemagne, au 7 janvier 2020, un total de 3 808 chauves-souris ont été retrouvées mortes (Dürr, 2020). À la même date en Europe, un total de 10 571 chiroptères sont impactés, dont 2837 pour la France (Dürr, 2020). Cependant, ces chiffres sont un peu surévalués en raison de la présence de doublons dans les données de Tobias Dürr. La mortalité réelle pour la France est en réalité de 2524 cas de collision avérés et non 2800 (Dubourg-Savage, 2019 ; com. Pers.)

L'impact des éoliennes sur les chiroptères a donc été observé un peu partout en Europe et aux États-Unis (Osborn et al., 1996 ; Johnson et al., 2000 ; Krenz & McMillan, 2000 ; Johnson, 2002 ; Cosson & Dulac, 2005 ; Hötker et al., 2005). L'évolution des connaissances et l'utilisation de nouveaux matériels d'étude permettent d'en savoir un peu plus sur la mortalité provoquée par ce type de machines. Erickson et al. (2001) indiquent qu'aux États-Unis la mortalité est fortement

corrélée à la période de l'année : sur 536 cadavres, 90 % de la mortalité a lieu entre mi-juillet et mi-septembre dont 50 % en août. Des rapports similaires en Allemagne indiquent que : sur 100 cadavres, on retrouve 85 % de mortalité entre mi-juillet et mi-septembre, dont 50 % en août (Bach, 2005). Ce pic de mortalité de fin d'été semble indiquer une sensibilité des chiroptères migrateurs aux éoliennes par rapport aux chiroptères locaux. En effet, les migrateurs n'utilisent pas ou très peu leur sonar pour l'écholocation lors de leurs déplacements migratoires pour ne pas rajouter une dépense énergétique supplémentaire (Crawford & Baker, 1981; Griffin, 1970; Keeley, Ugoretz, & Strickland, 2001; Timm, 1989; Van Gelder, 1956). Ce comportement contribuerait à expliquer pourquoi, alors que le sonar des chiroptères est meilleur pour détecter des objets en mouvement que statique, ces derniers entrent en collision avec les pâles d'éoliennes.

Diverses analyses viennent corroborer cette hypothèse selon laquelle les chiroptères migrateurs sont plus largement victimes des éoliennes. Dans le Minnesota, Johnson et al. notent une mortalité d'adultes de 68 % lors de leurs suivis (Johnson et al., 2000 ; Johnson, 2002). Sur le site de Foote Creek Rim (Wyoming), sur les 21 chiroptères collectés 100 % étaient des adultes (Young, Erickson, Johnson, Strickland, & Good, 2001). Cette mortalité très prépondérante des adultes contrecarre l'hypothèse selon laquelle l'envol des jeunes en fin d'été serait responsable de cette augmentation de la mortalité. La phénologie de la mortalité des chiroptères sur les lignes électriques et tours de télévision est la même que pour celle liée aux éoliennes (Erickson et al., 2001).

En France, un exemple de mortalité de chiroptères réellement documentée à ce jour signale sur le parc éolien de Bouin en Vendée 15 cadavres en 2003, 25 en 2004 et 21 en 2005 avec 80 % des individus récoltés entre juillet et octobre (Dulac, 2008). Concernant ce parc éolien, il est important de garder à l'esprit sa localisation particulière. En effet, les éoliennes se situent en bord de mer, sur un couloir migratoire bien connu. Cette situation particulière explique largement la mortalité très importante que l'on y rencontre, tant pour les oiseaux que pour les chiroptères. L'impact d'un projet éolien peut être très important, 103 cadavres de chauves-souris ont été découverts durant le suivi du parc éolien du Mas de Leuze (AVES Environnement & Groupe Chiroptères de Provence, 2010). La mortalité des individus locaux ne doit également pas être négligée, ainsi des cadavres sont trouvés toute l'année à partir de la mi-mai, même si un pic apparaît après la mi-août (Cornut & Vincent, 2010).

Enfin, s'il est admis que la proximité des éoliennes avec les haies et lisières peut être mise en lien avec l'augmentation de la mortalité des chauves-souris (Brinkmann, 2010) a montré que la diminution de l'activité des chiroptères était corrélée positivement avec l'éloignement aux lisières

et, si l'on considère la majorité des espèces, la plus grande partie de l'activité se déroule à moins de 50 m des lisières de haies (Kelm, Lenski J., Kelm V., Toelch U., & Dziock F., 2014).

Au regard de la phénologie des cas de mortalité des chiroptères par collisions, il faut noter que la grande majorité des cas a lieu en fin d'été, c'est-à-dire en août-septembre, période qui correspond aux déplacements migratoires automnaux des adultes et des jeunes.

On note en outre que si la migration reste encore largement mystérieuse, Arnett et al. (2008) indiquent que la migration est inversement corrélée à la vitesse du vent et il semble raisonnable d'imaginer que les chiroptères migrants montrent des comportements similaires à ceux des oiseaux migrants, et des passereaux en particulier, du fait que ces taxons résolvent une même équation avec des moyens similaires.

Ainsi que cela paraît dans des travaux de recherche menés par Calidris (CWW, 2017), le niveau d'activité des chiroptères (et donc du risque de collision, ces deux variables étant très étroitement liées) est très intimement lié à la proximité des lisières. En effet, sur la base de 48 950 données, 232 points d'écoute et 58 nuits échantillonnées dans la moitié nord de la France, dans des zones de bocage plus ou moins lâches, il apparaît que le minimum statistique de l'activité chiroptérologique est atteint dès 50 m des lisières. Ce constat rejoint des travaux plus anciens menés par (Brinkmann, 2010) ou récents (Kelm et al., 2014). L'intérêt des résultats obtenus par Calidris tient au fait qu'ayant travaillé avec un échantillon de très grande taille, les constats statistiques sont très robustes au sens mathématique du terme. À savoir que leur extrapolation à des situations similaires offre une vision représentative de l'occupation des sites par les chiroptères.

4.3. Inférences aux espèces

La sensibilité des espèces à l'éolien (risque de mortalité) apparaît très différente d'une espèce à l'autre.

Ainsi, les noctules, sérotines et pipistrelles montrent une sensibilité importante à l'éolien tandis que les murins, oreillard et rhinolophes montrent une sensibilité pour ainsi dire nulle. L'éthologie des espèces explique cette différence marquée. En effet, les espèces sensibles à l'éolien sont des espèces de « haut vol » et/ou à la curiosité marquée qui volent plus ou moins couramment en altitude (soit à partir de 20 m) que ce soit pour la chasse ou la migration. En revanche, les espèces peu sensibles sont des espèces qui chassent le plus souvent le long des lisières, dans les bois, et dont l'activité est intimement liée à la localisation des disponibilités alimentaires (insectes volants et rampants). Ces espèces volent le plus souvent en dessous de 20 m de haut (cette hauteur

correspondante à la limite +/- 5 m de hauteur de la rugosité au vent des arbres) qui marque la limite entre le sol peu venté et la zone de haut vol, « libre » de l'influence du sol.

5. SENSIBILITE DES CHIROPTERES PRESENTS SUR LE SITE AU RISQUE DE COLLISION

5.1. Sensibilité au risque de collision

L'étude des sensibilités est basée sur la documentation existante afin de déterminer la sensibilité des espèces de chauves-souris sur le site vis-à-vis des projets éoliens. Un tableau de détermination des niveaux de sensibilité pour les espèces de chauves-souris a été créé en s'appuyant sur les classes de sensibilité éolienne de la SFPEM (SFPEM, 2012) et la mortalité française observée jusqu'à aujourd'hui (Dürr, 2022). Une note de risque pour chaque espèce est obtenue en fonction du nombre de collisions recensé.

Tableau 16 : Classe des sensibilités en fonction des cas de mortalité en France
(SFPEM, 2012 et Dürr, 2022)

Nom commun	Classe de sensibilité à l'éolien (état des lieux juin 2022)					Note de risque
	Très faible = 1	Faible = 2	Modérée = 3	Fort = 4	Très fort = 5	
	0 cas	1 - 10 cas	11 - 50 cas	51 - 499 cas	≥ 500 cas	
Petit Rhinolophe	0					Très faible = 1
Barbastelle d'Europe		4				Faible = 2
Grand Murin		3				Faible = 2
Murin à moustaches		2				Faible = 2
Murin de Bechstein		2				Faible = 2
Murin à oreilles échanquées		3				Faible = 2
Murin de Natterer		1				Faible = 2
Murin de Daubenton		1				Faible = 2
Oreillard gris	0					Très faible = 1
Oreillard roux	0					Très faible = 1
Sérotine commune			38			Modérée = 3
Pipistrelle de Kuhl				221		Forte = 4
Pipistrelle commune					1124	Très forte = 5

Nom commun	Classe de sensibilité à l'éolien (état des lieux juin 2022)					Note de risque
	Très faible = 1	Faible = 2	Modérée = 3	Fort = 4	Très fort = 5	
	0 cas	1 - 10 cas	11 - 50 cas	51 - 499 cas	≥ 500 cas	
Pipistrelle de Nathusius				303		Forte = 4
Noctule commune				147		Forte = 4
Noctule de Leisler				186		Forte = 4

Aucun cas de collision n'est connu en Europe et en France pour le Petit Rhinolophe (Dürr, 2022). La note de risque attribuée à l'espèce d'après le nombre de collision recensé en France est de 1 (risque très faible). De plus, l'espèce, contactée au printemps et sur le site d'Erbray uniquement, présente une activité globalement faible. **Ainsi, la sensibilité aux collisions du Petit Rhinolophe est très faible en général, ainsi que sur le site.**

Très peu de cas de mortalité dus à des collisions avec les éoliennes sont connus pour la **Barbastelle** en Europe (6 cas enregistrés en Europe, dont 4 en France (Dürr, 2022)). Cette espèce vole relativement bas, très souvent au niveau de la végétation. Ce comportement l'expose peu aux collisions. La note de risque attribuée à l'espèce d'après le nombre de collision recensé en France est de 1 (risque faible). Sur la ZIP, la Barbastelle d'Europe est relativement bien représentée et présente majoritairement au niveau des éléments arborés et à proximité des plans d'eau durant les périodes estivales et automnales. Son activité est plus faible dans les milieux plus ouverts comme les cultures et les prairies. **La sensibilité de cette espèce au risque de collision est faible en général et sur le site également.**

En raison de leur vol à faible altitude et proche de la végétation, les murins sont peu sujets aux collisions avec les éoliennes. Ainsi, en Europe, 2 cas sont répertoriés pour le **Murin de Bechstein**, 4 pour le **Murin de Natterer**, 5 pour le **Murin à oreilles échancrées**, 6 pour le **Murin à moustaches**, 7 pour le **Grand Murin** et 11 pour le **Murin de Daubenton** (Dürr, 2022). La sensibilité générale est faible pour ces espèces de murins (note de risque attribuée d'après le nombre de collisions en France, 2). Sur le site, l'activité de ces espèces de Murins est globalement faible à l'exception de celle du Murin de Daubenton, qui présente une activité globalement faible mais localement forte au niveau du plan d'eau du site de Soudan. Cette espèce vole en effet au niveau de la végétation ou au-dessus des zones en eau. Ces habitudes de vol l'exposent ainsi très peu au risque de collision. En France, un seul cas de collision a été recensé (Dürr, 2022). **Pour les 6 espèces de murins en présence, la sensibilité au risque de collision est donc faible en général et sur le site également.**

A l'heure actuelle, très peu de cas de collision **d'Oreillard** avec des éoliennes ont été enregistrés en Europe (8 cas pour l'Oreillard roux et 9 pour l'Oreillard gris) et aucun cas, en France pour l'Oreillard gris et pour l'Oreillard roux. Le caractère sédentaire de ce taxon et une technique de chasse à basse altitude l'exposent peu à ce risque. La note de risque attribuée au taxon est de 0. Au niveau du site, ils ont été peu contactés, leur activité est globalement nulle à faible. **Ainsi, la sensibilité aux collisions des Oreillards gris et roux est très faible en général, et sur le site également.**

Spécialiste de la chasse en lisière, la **Sérotine commune** est occasionnellement victime de collisions avec les éoliennes (130 cas documentés en Europe (Dürr 2022)). La note de risque attribuée à l'espèce d'après le nombre de collision recensé en France est de 3 (risque modéré). Sur le site, elle a été observée sur l'ensemble des points d'écoute passive, avec une activité globalement modérée et ponctuellement forte au niveau des haies en période de transit printanier et de mise-bas. A l'échelle de la ZIP, son activité est modérée à forte. **La sensibilité de cette espèce au risque de collision est modérée en général, et sur le site, également.**

Les Pipistrelles commune, de Kuhl et de Nathusius sont parmi les espèces les plus souvent retrouvées au pied des éoliennes. Ainsi, la Pipistrelle commune est l'espèce la plus impactée en Europe, avec 2569 cadavres recensés. La Pipistrelle de Nathusius est également régulièrement victime des éoliennes avec 1662 cas de collisions enregistrés en Europe. Enfin, dans une moindre mesure, la Pipistrelle de Kuhl l'est également, avec 471 cas de collisions enregistrés en Europe.

Pour la **Pipistrelle commune**, c'est principalement lors de son vol de transit (déplacements entre zone de chasse et gîte ou déplacements saisonniers) que cette espèce est la plus impactée (vol à haute altitude). Avec 1124 cas de collision enregistrés en France répertoriés par DÜRR (2022), la note de risque attribuée à l'espèce est de 5. Ce fort taux de collisions est à relativiser avec la forte fréquence de cette espèce ubiquiste. Cependant, sur la zone d'étude, cette espèce est la plus abondante et présente une activité globale forte. Elle a été particulièrement active au niveau du plan d'eau du site de Soudan (et du boisement et de la mare d'Erbray) qui lui sert de zone de chasse. Dans une moindre mesure, elle parcourt les cultures, où son activité est alors faible à modérée. **Ainsi, sur le site, la sensibilité de la Pipistrelle commune au risque de collision est forte.**

Pour la Pipistrelle de Kuhl, la note de risque attribuée d'après le nombre de collisions recensé en France est de 4. Au niveau du site, son activité est globalement modérée. En revanche, au niveau des cultures, son activité est faible. **Sa sensibilité aux collisions est donc modérée sur le site.**

Pour la **Pipistrelle de Nathusius**, la note de risque attribuée à l'espèce est également de 4. Sur la zone d'étude, son activité est globalement modérée, à l'exception des secteurs de culture où sa

présence est globalement faible et de l'automne où sa présence sur l'ensemble du site est également globalement faible. **Ainsi, la sensibilité aux collisions de la Pipistrelle de Nathusius sur le site est modérée.**

Concernant la **Noctule de Leisler**, 753 cas de collisions sont documentés en Europe dont 186 en France (Dürr, 2022). Cette espèce migratrice vole souvent à haute altitude. La note de risque attribué à La Noctule de Leisler d'après le nombre de collisions recensé en France est de 4. La sensibilité de cette espèce au risque de collision est donc forte en général. Sur le site de Soudan, son activité est globalement faible, mais modérée au niveau de la haie SMB, au printemps uniquement. **La sensibilité de la Noctule de Leisler au risque de collision est donc modérée au niveau du site.**

La **Noctule commune** est une des espèces les plus impactées en Europe avec 1616 cas de collisions (Dürr, 2022). Néanmoins, ces chiffres sont à relativiser car 80% de la mortalité a lieu en Allemagne où elle est abondante et où les projets éoliens sont courants en particulier dans les boisements ce qui expose d'autant plus cette espèce arboricole. Avec 147 cas en France documentés en France (Dürr, 2022), la note de risque attribué à l'espèce est de 4. La sensibilité de cette espèce au risque de collision est donc forte en général. Sur le site de Soudan, son activité est globalement faible, à la différence du site d'Erbray (où elle est ponctuellement modérée, en été, sur deux habitats : le grand boisement situé au nord-est du site et la mare du site). **La sensibilité de la Noctule commune au risque de collision est donc modérée au niveau du site.**

Ainsi, en prenant en compte l'activité de chaque espèce et leur note de risque de collision (d'après le nombre de collisions recensé en France) :

- Six espèces : les Pipistrelles commune, de Kuhl et de Nathusius, la Sérotine commune et les Noctules commune et de Leisler présentent un risque potentiel de collision significatif sur le site.
- Pour les autres espèces, leurs faibles effectifs sur le site d'études et/ou leur comportement de vol les exposent à des risques de collisions faibles à très faibles.

5.2. Sensibilité au risque de perturbation par perte d'habitat

La détermination du risque de perturbation par perte d'habitat est établie en fonction de la potentialité de gîte (risque de destruction de gîte) et de la fonctionnalité des habitats en tant qu'habitat de chasse et/ou corridor de déplacement (risque de dégradation ou de perte d'habitat de chasse et/ou de corridor de déplacement) en cas d'implantation.

Il est à noter que pour ce site, nous nous sommes basés, pour évaluer les niveaux d'activité, sur l'activité de la Pipistrelle commune qui est l'espèce la plus présente (plus de 76% de l'activité chiroptérologique globale enregistrée).

Sur le site, les activités de chasse et de transit les plus fortes se situent au niveau des milieux aquatiques (représentés par un plan d'eau sur le site de Soudan), suivis des lisières des haies et des boisements du site. Ils constituent en effet les principales zones de chasse et voies de déplacement des chauves-souris. En revanche, les activités de chasse et de transit sont nettement plus faibles au niveau des milieux ouverts (cultures et prairies), les ressources alimentaires disponibles étant plus limitées. Les individus contactés sont majoritairement en transit au sein de ces milieux.

Ainsi, le risque de perturbation des habitats de chasse pour les chiroptères sur le site est fort pour le plan d'eau, sur le site de Soudan et les lisières de haies et de boisements, et faible pour les cultures et prairies. Le risque de perturbation des corridors de déplacements sur le site est également fort pour le plan d'eau, sur le site de Soudan, les lisières de haies et de boisements, et faible pour les milieux ouverts (cultures et prairies).

En ce qui concerne le risque de perturbation des gîtes, sur le site de Soudan, aucun bâtiment favorable au gîte n'est présent. Des potentialités de gîtes ont été identifiées au niveau de certains linéaires de haies, lesquels abritent des arbres avec des micro-habitats (écorces décollées, fissures, trous de pics). Si les haies ne figurent pas parmi les habitats de prédilection pour les chiroptères en termes de gîte, elles sont néanmoins favorables à l'accueil de chauves-souris. Les possibilités de gîte au sein de ces haies présentant des arbres avec micro-habitats de la ZIP sont modérées à fortes. En revanche, au niveau des boisements situés sur le site de Soudan, les potentialités de gîtes sont faibles.

Le risque de destruction ou perturbation de gîte pour le boisement est faible, et pour les haies, modéré à fort et nul pour les milieux ouverts (cultures et prairies) et les milieux aquatiques.

Tableau 17 : Risque de perturbation des chiroptères par perte d'habitat

Habitats	Enjeu global de l'habitat	Risque de destruction, perturbation d'habitat de chasse	Risque de destruction, perturbation de corridor de déplacement (activité de transit)	Risque de destruction ou perturbation de gîtes
Milieu boisé	Fort	Fort	Fort	Faible
Haie	Fort	Fort	Fort	Modéré à fort
Milieux aquatiques (plan d'eau sur Soudan)	Fort	Fort	Fort	Nul
Milieux ouverts (cultures et prairies)	Faible	Faible	Faible	Nul

5.3. Sensibilité des habitats

Compte tenu des résultats obtenus en termes d'activité chiroptérologique sur le site, et par conséquent de risque de perturbation des chiroptères en termes de perte d'habitat de chasse, de transit et de gîte :

- Une sensibilité forte en termes de destruction ou perturbation d'habitat de chasse est donc retenue pour les milieux aquatiques (représentés par un plan d'eau sur le site de Soudan), les lisières des haies et des milieux boisés, et une sensibilité faible au niveau des milieux ouverts (cultures et prairies).
- Une sensibilité forte en termes de destruction ou perturbation de corridor de déplacement (activité de transit) est donc retenue pour les milieux aquatiques (un plan d'eau sur le site de Soudan), les lisières des haies et des milieux boisés, et une sensibilité faible au niveau des milieux ouverts.
- Une sensibilité modérée à forte en termes de destruction ou perturbation de gîte est donc retenue pour les haies, une sensibilité faible pour le boisement, et une sensibilité nulle pour les milieux aquatiques et les milieux ouverts.

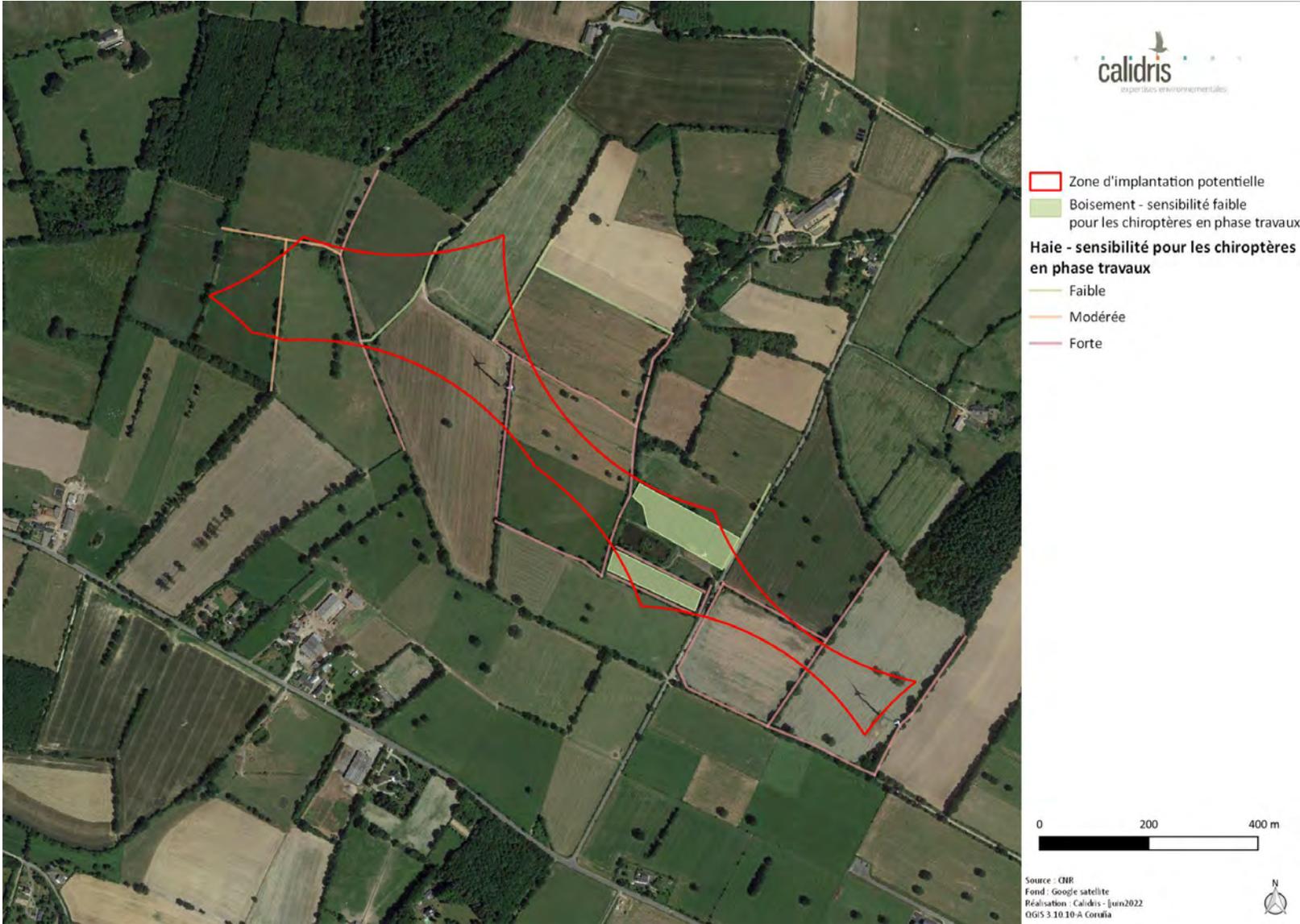
Tableau 18 : Sensibilité des chiroptères vis-à-vis des habitats

Habitats	Sensibilité au niveau des habitats de chasse	Sensibilité au niveau des corridors de déplacement (activité de transit)	Sensibilité pour la potentialité de gîtes
Milieu boisé	Forte	Forte	Faible
Haie	Forte	Forte	Modérée à forte
Milieus aquatiques (plan d'eau sur Soudan)	Forte	Forte	Nulle
Milieus ouverts (cultures et prairies)	Faible	Faible	Nulle

5.4. SYNTHÈSE DE LA SENSIBILITÉ DES CHIROPTÈRES

5.4.1. Sensibilité des chiroptères en termes de perturbation des gîtes

Toutes les espèces ont une sensibilité nulle à faible à la perte de gîtes en raison des potentialités nulles à faibles sur la ZIP, hormis au niveau des haies présentant des arbres avec des micro-habitats où la sensibilité est modérée à forte, compte tenu des potentialités jugées modérées ou fortes au sein de ces habitats. La sensibilité des chiroptères en phase travaux est donc modérée à forte au niveau de ces habitats et faible sur le reste de la ZIP.



Carte n°4 : Sensibilités chiroptérologiques vis-à-vis des gîtes

5.5. Sensibilité des chiroptères vis-à-vis des collisions

Prenant en compte l'activité de chaque espèce et leur note de risque de collision (d'après le nombre de collisions recensé en France), six espèces, les Pipistrelles commune, de Nathusius et de Kuhl, la Sérotine commune et les Noctules commune et de Leisler, présentent un risque potentiel de collision significatif sur le site.

Pour les autres espèces, leurs faibles effectifs sur le site d'études et/ou leur comportement de vol les exposent à des risques de collisions faibles à très faibles.

Ainsi, concernant les habitats, **les boisements** montrent une activité forte pour les pipistrelles, les Noctules et la Sérotine commune. **Le plan d'eau de Soudan et la mare du site d'Erbray** sont également intéressants pour l'activité de chasse pour au moins les Pipistrelles commune et de Nathusius (et la mare du site d'Erbray, pour la Noctule commune). **Quant aux haies**, ce type d'habitat est généralement favorable aux activités de chasse et de transit. Sur le site, la Noctule de Leisler et la Sérotine commune ont montré une activité plus importante sur ce type de milieu.

Pour ces milieux fréquentés par au moins une espèce présentant un risque potentiel de collision significatif sur le site, la sensibilité globale sera donc forte en termes de collision.

Quant aux **zones ouvertes (cultures et prairies)**, elles ont enregistré une faible activité pour les six espèces présentant un risque potentiel de collision significatif sur le site. **La sensibilité globale sera donc faible en termes de collision.**

Une carte (en page suivante) synthétise les sensibilités chiroptérologiques sur le site. Une zone tampon de 50m a été appliquée autour des habitats de sensibilité « forte ».

Ce tampon de 50m appliqué sur les habitats d'enjeu fort et modéré a été défini selon la littérature de référence sur « l'effet lisière ». Une étude de référence (Kelm et al., 2014) a ainsi montré qu'en milieux agricoles, l'activité des différentes espèces de chauves-souris était concentrée (entre 84% et 92%) au niveau des haies et les auteurs ont noté une chute drastique de l'activité au-delà de 50m des structures végétales (uniquement 15% de l'activité totale à plus de 50m). Les auteurs ont enregistré respectivement 100% et 92% de l'activité de la Barbastelle et de la Sérotine commune au niveau même de la haie. Comme l'illustre la figure ci-dessous (issue de l'article, avec en ordonnées le nombre moyen de contacts par nuit et en abscisses la distance à la haie), 86% des contacts de Pipistrelle commune (espèce la plus fréquente sur le site d'études) ont été enregistrés à proximité immédiate des haies et lisières.

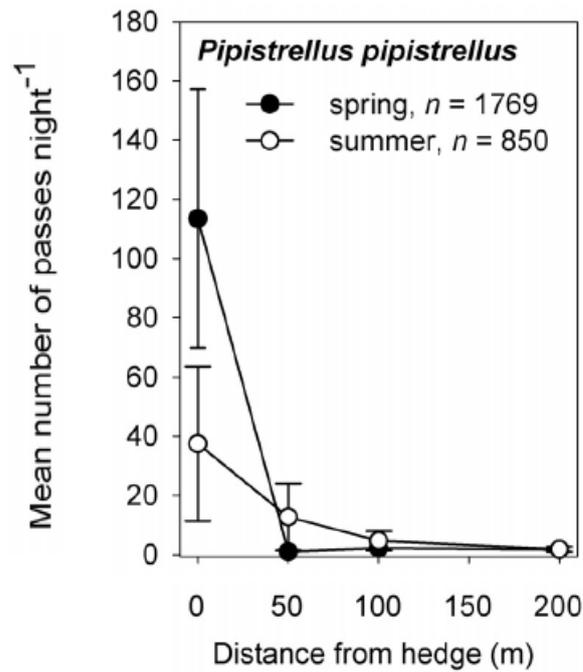


Figure 2: Activité de la Pipistrelle commune en fonction de la distance aux haies (Kelm et al., 2014)

Ces conclusions ont été confirmées dans des travaux de recherche menés par Calidris (CWW 2017, Estoril, 2017) qui ont démontré que le niveau d'activité des chiroptères (et donc du risque de collision, ces deux variables étant très étroitement liées) est très intimement lié à la proximité des lisières et haies.

En effet, sur la base de 48 950 données, 232 points d'écoute et 58 nuits échantillonnées dans la moitié nord de la France, dans des zones de bocage plus ou moins lâches, il apparaît que le minimum statistique de l'activité chiroptérologique est atteint dès 50 m des lisières. Ce constat rejoint ainsi les travaux menés par Brinkman (2010) ou Kelm.

Le graphique ci-dessous représente le nombre de contacts par point d'écoutes selon la distance aux lisières et haies. Les parts d'activité pour chaque distance et à chaque saison sont également indiquées.

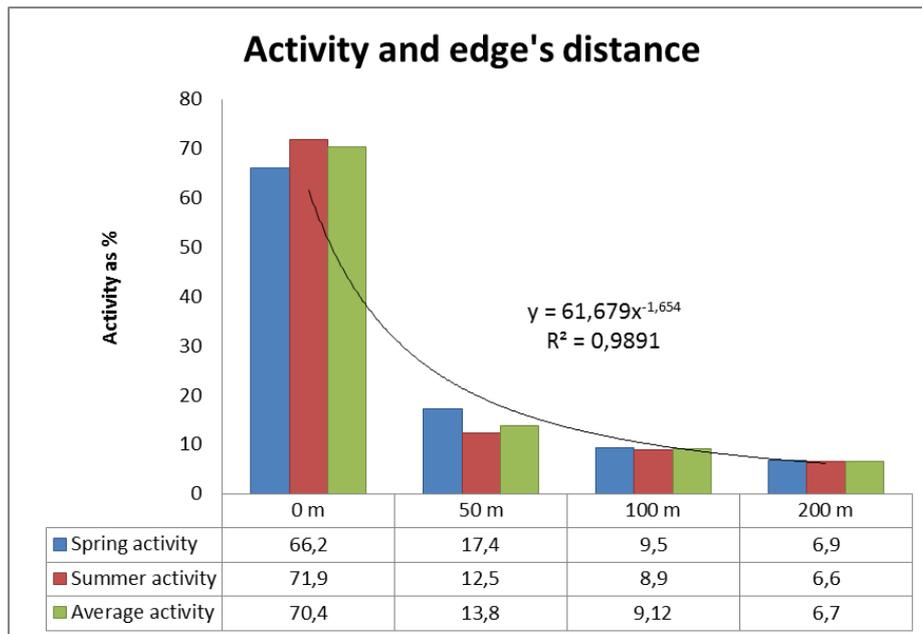


Figure 3: Activité saisonnière en fonction de la distance aux haies

C'est sur ces bases scientifiques que les tampons de 50m ont été définis. Cette zone de sensibilité forte représente la zone à risque pour les chauves-souris en termes de collision.



Carte n°5 : Sensibilités chiroptérologiques vis-à-vis des collisions

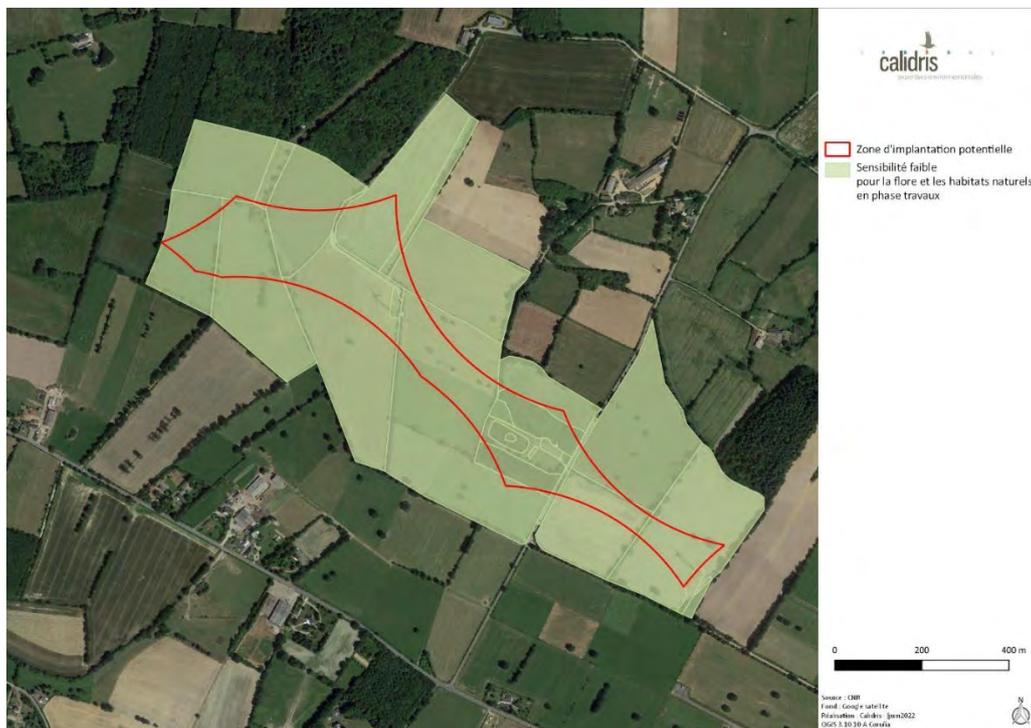
6. SENSIBILITE DE LA FLORE ET DES HABITATS AUX EOLIENNES

6.1. SENSIBILITE EN PHASE CHANTIER

En période de travaux, la flore et les habitats sont fortement sensibles à la destruction directe par piétinement, passages d'engins, créations de pistes, installation d'éoliennes et de postes de raccordement. Les espèces protégées/patrimoniales sont donc à prendre en compte dans le choix de localisation des éoliennes et des travaux annexes (pistes, plateformes de montage, passages de câble...).

Sur le site d'études, aucune espèce végétale protégée et aucun habitat naturel patrimonial n'a été observé. Cependant, une espèce patrimoniale a été notée lors des prospections : le Frêne commun, espèce cotée « Quasi menacée » à la liste rouge européenne. Cette espèce a été observée au niveau des plantations très artificielles du site au sein desquelles elle n'est pas à considérer comme à enjeu, et régulièrement au sein de l'ensemble du réseau de haies, où elle n'a cependant pas fait l'objet de pointages au niveau des haies.

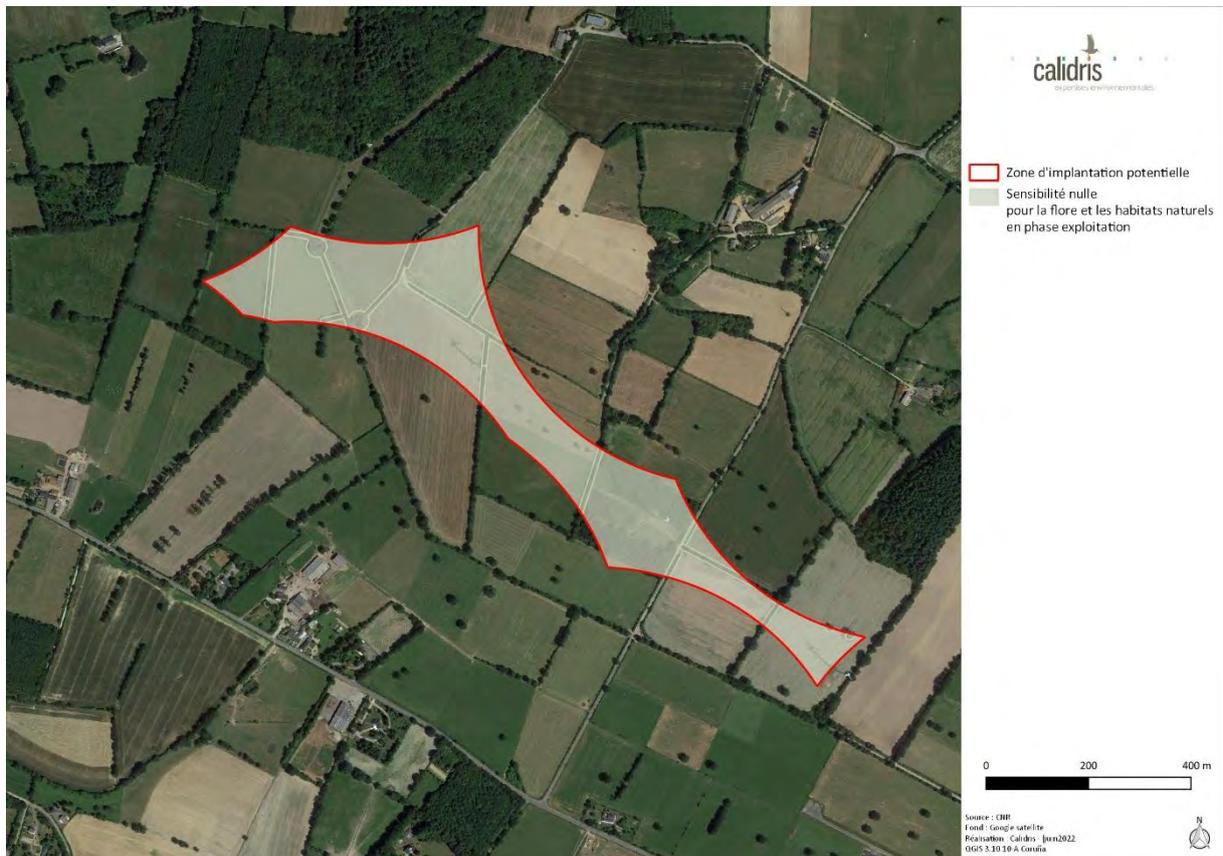
Ainsi, pour l'ensemble du site, la sensibilité relative à la flore protégée et aux habitats naturels patrimoniaux est faible. Une vigilance est toutefois à conserver concernant les linéaires de haies, au sein desquels le Frêne commun peut être présent.



Carte n°6 : Sensibilité des habitats naturels et de la flore en phase travaux

6.1. Sensibilité en phase exploitation

En phase d'exploitation, il n'y a pas de sensibilité particulière pour la flore et les habitats.



Carte n°7 : Sensibilité des habitats naturels et de la flore en phase exploitation

7. SENSIBILITE DE LA FAUNE TERRESTRE AUX EOLIENNES

7.1. SENSIBILITE EN PHASE CHANTIER

Les sensibilités de la faune terrestre aux éoliennes sont indirectes et sont essentiellement dues au dérangement lors de la phase travaux ou à la destruction de leur habitat (mare, arbres creux, etc.) pour les aménagements connexes (pistes, etc.).

Sur le site de Soudan, plusieurs espèces protégées ont été notées :

- Pour les coléoptères saproxylophages, le Grand Capricorne.
- Pour les amphibiens, la Grenouille verte.
- Pour les reptiles, la Couleuvre helvétique.

Les autres espèces de faune terrestre observées sont très communes et ne bénéficient d'aucun statut de protection ou de patrimonialité.

Ainsi, la sensibilité du site pour la faune terrestre est forte au niveau des niveau des points d'eau, lesquels accueillent les amphibiens, et au niveau des haies et boisements, pour les insectes saproxylophages. Ces milieux sont également favorables aux reptiles, et notamment à la Couleuvre helvétique. En dehors de ces secteurs, la sensibilité du site est faible pour la faune terrestre en phase travaux.

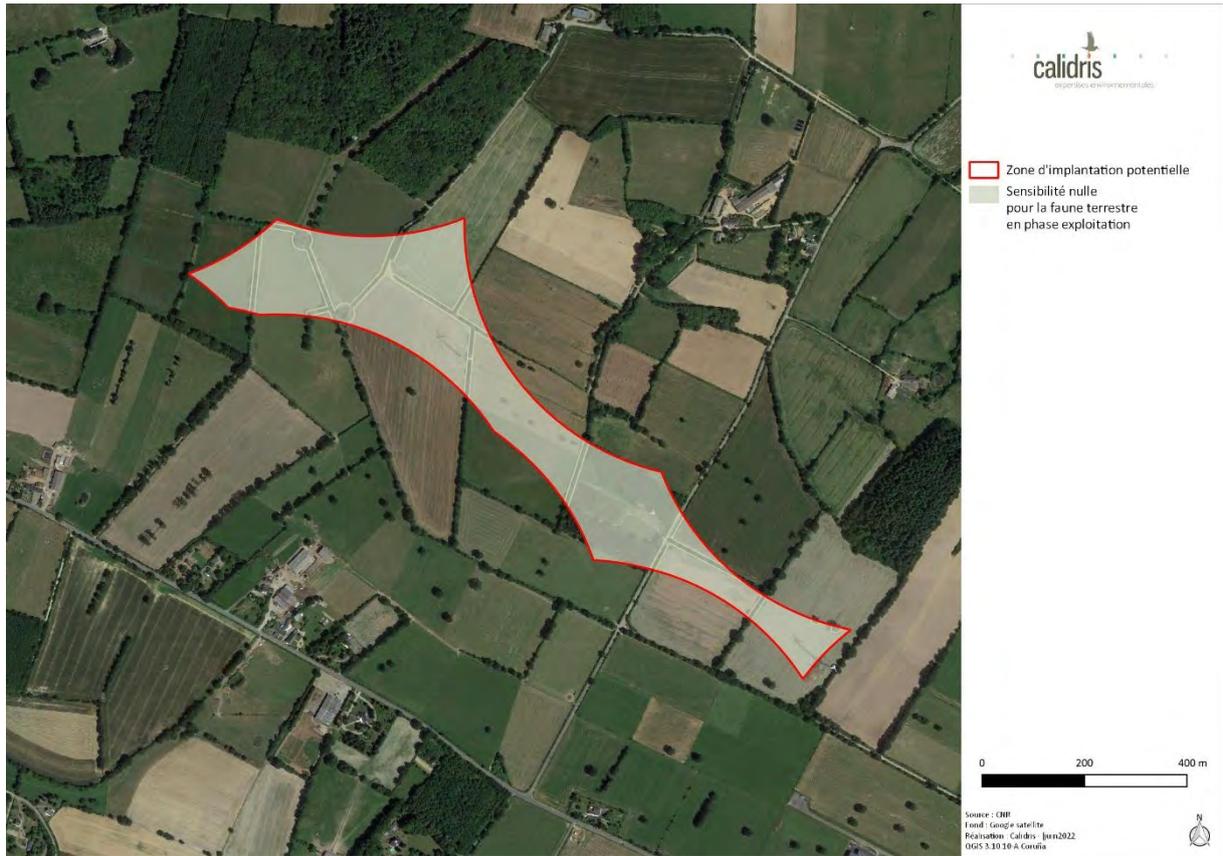


Carte n°8 : Sensibilité pour la faune terrestre en phase travaux

7.2. SENSIBILITE EN PHASE EXPLOITATION

La faune hors chiroptères et oiseaux a une sensibilité directe nulle vis-à-vis de l'éolien en phase de fonctionnement. L'impact d'un parc éolien sur les petits mammifères a par ailleurs été étudié par De Lucas et al. (2004). Il ressort de cette étude que les espèces étudiées n'étaient pas dérangées par les éoliennes et que seules les modifications de l'habitat influaient sur leur répartition et leur densité.

Globalement, la sensibilité du site est donc nulle à l'échelle du site en phase exploitation.



Carte n°9 : Sensibilité pour la faune terrestre en phase exploitation



ANALYSE DES IMPACTS DU PROJET SUR LE PATRIMOINE NATUREL

1. ANALYSE DES VARIANTES DU PROJET

Sur le site d'études, 3 variantes d'implantation potentielle ont été envisagées. Nous analyserons dans ce chapitre les impacts éventuels de chacune de ces variantes. Ce travail permettra de choisir la variante la moins impactante pour la faune et la flore sur la base des sensibilités définies au chapitre précédent pour les espèces présentes.

Nous analyserons ensuite précisément les impacts de cette variante sur la faune et la flore présentes sur le site. Les variantes sont représentées sur les cartes en pages suivantes.

1.1. Variante 1

Cette variante du projet comporte 3 éoliennes, dont la hauteur en bout de pale est de 165 m, réparties en une ligne, orientée globalement nord-est/sud-ouest.

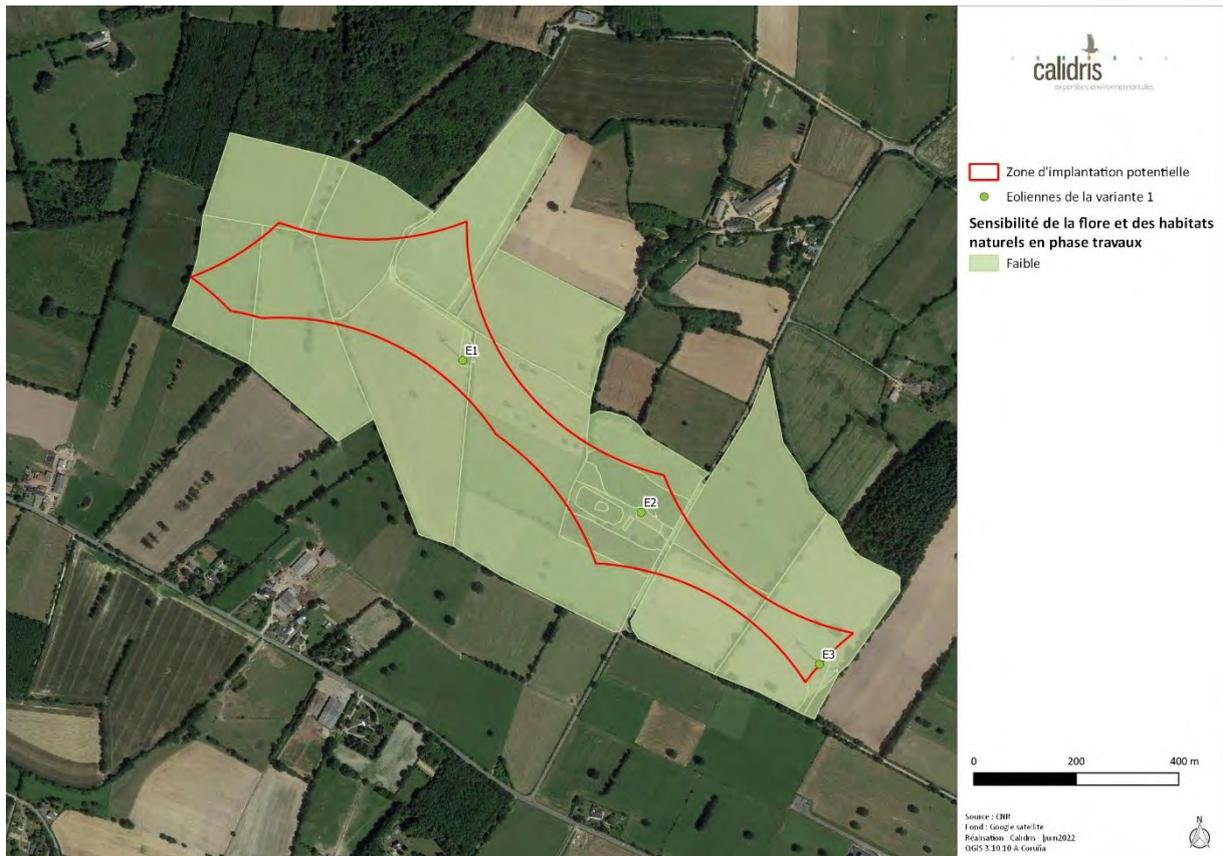


Carte n°10 : Localisation des éoliennes pour la Variante d'implantation 1

1.1.1. VARIANTE 1 ET SENSIBILITE DE LA FLORE

Cette variante a un impact faible sur les habitats patrimoniaux. En effet, les éoliennes sont toutes au sein d'habitats naturels dont la sensibilité est faible.

Les impacts attendus pour la flore et les habitats seront donc faibles.



Carte n°11 : Synthèse des sensibilités botaniques pour la Variante d'implantation 1

1.1.2. VARIANTE 1 ET SENSIBILITE DES CHIROPTERES

Pour les chiroptères, deux des trois éoliennes se situent au sein de zones à sensibilité forte vis-à-vis des espèces qui présentent un risque potentiel de collision significatif sur le site, et une est localisée au sein d'une zone à sensibilité faible.

Ainsi, deux éoliennes auront un impact qui peut être considéré comme fort. L'impact attendu relatif à ce groupe est donc fort pour 2 éoliennes sur les 3 qui composent la variante d'implantation.



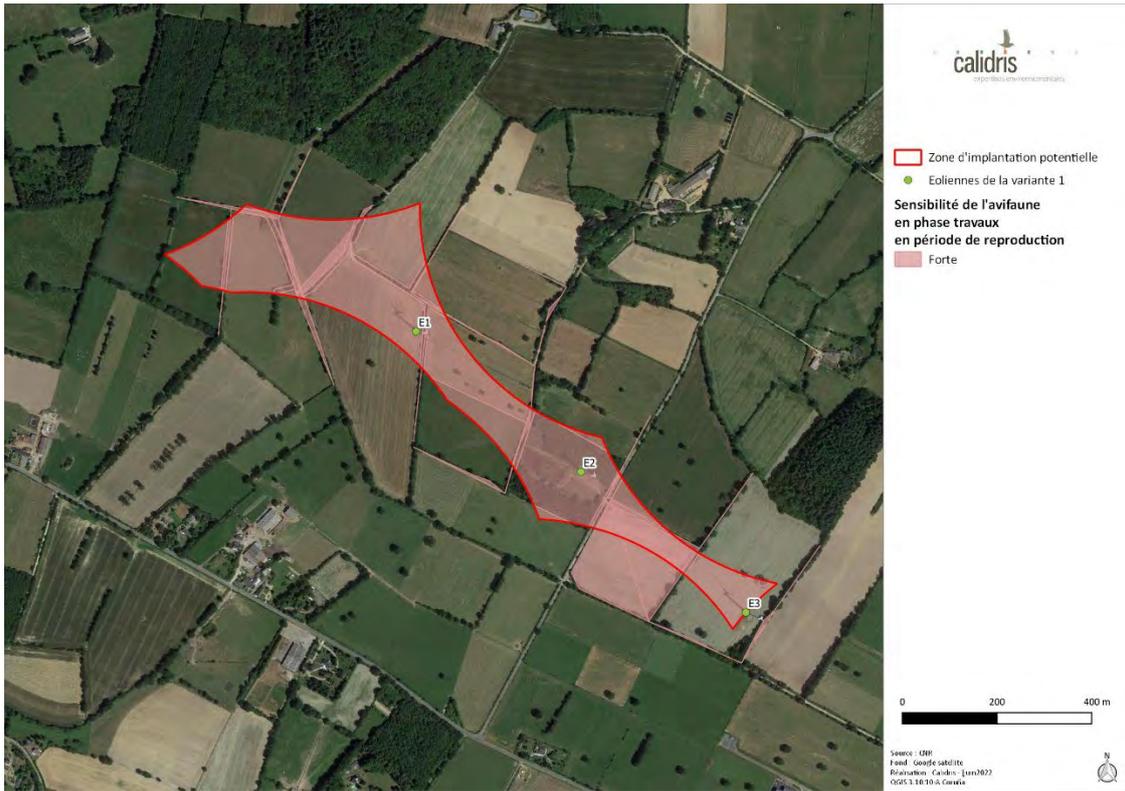
Carte n°12 : Synthèse des sensibilités chiroptérologiques pour la Variante d'implantation 1

1.1.3. VARIANTE 1 ET SENSIBILITE DE L'AVIFAUNE

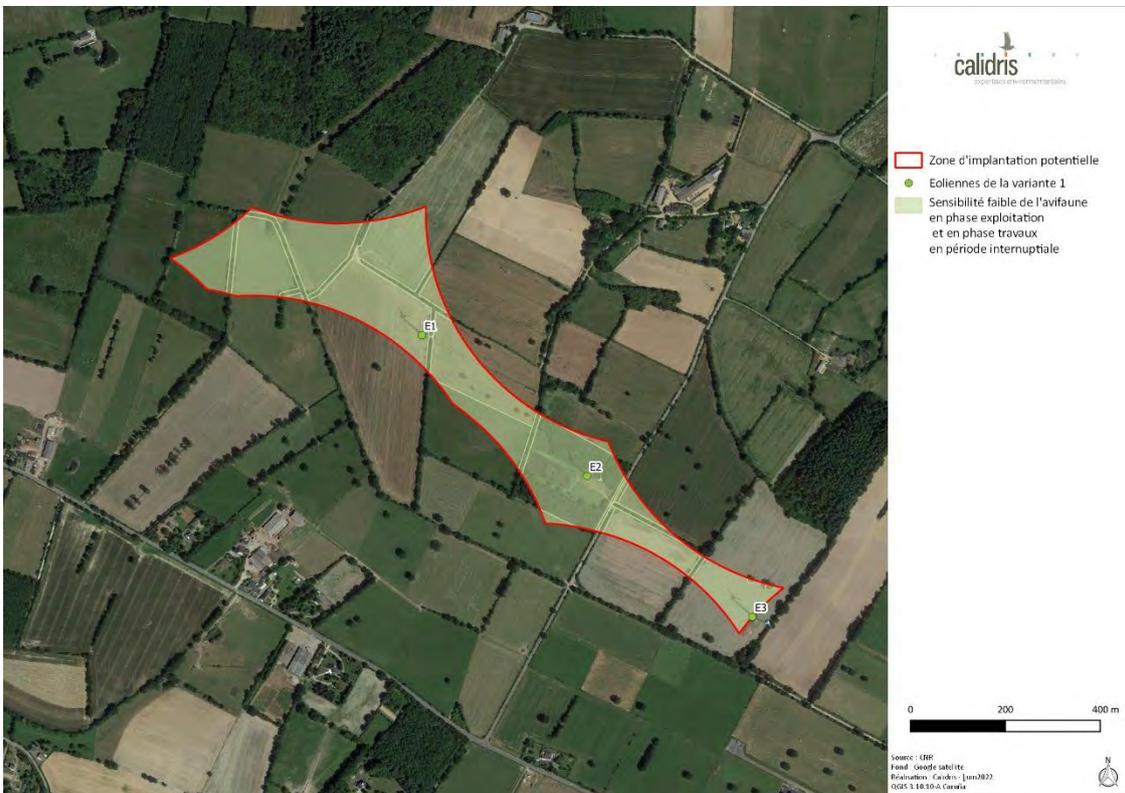
Pour l'avifaune nicheuse, les 3 éoliennes se situent en zone à sensibilité forte pour l'avifaune, en période de reproduction en phase travaux. Elle correspond aux milieux ouverts (cultures et prairies) de la ZIP, représentant des zones favorables à plusieurs espèces (Alouette des champs et Alouette lulu) présentant une sensibilité forte pour le risque de dérangement et de destruction de nichées, en période de reproduction, lors de la phase travaux uniquement.

Cependant, en périodes d'hivernage et de migrations pour la phase travaux, et pour toutes les périodes du cycle biologique en phase d'exploitation, la sensibilité est faible pour l'avifaune sur tout le site. En effet, aucune espèce observée sur le site ne présente de sensibilité vis-à-vis de l'éolien en périodes d'hivernage et de migrations pour la phase travaux, et en général en exploitation.

Les impacts attendus en cette période pour l'avifaune seront donc forts (du fait de la reproduction de plusieurs espèces en milieu ouvert sur le site), en phase travaux et en période de reproduction, et faibles en phase travaux pour toutes les autres périodes et en phase exploitation pour toute l'année.



Carte n°13 : Synthèse des sensibilités ornithologiques en période de reproduction et en phase travaux pour la Variante d'implantation 1



Carte n°14 : Synthèse des sensibilités ornithologiques en phase exploitation et hors période de reproduction en phase travaux pour la Variante d'implantation 1

1.1.4. VARIANTE 1 ET SENSIBILITE DE LA FAUNE TERRESTRE

En ce qui concerne la faune terrestre, les trois éoliennes sont au sein de zones à sensibilité faible en phase travaux et à sensibilité nulle en phase d'exploitation, lesquelles couvrent toute la ZIP pour ce groupe. L'impact attendu relatif pour la faune terrestre est donc faible en phase travaux pour les trois éoliennes.

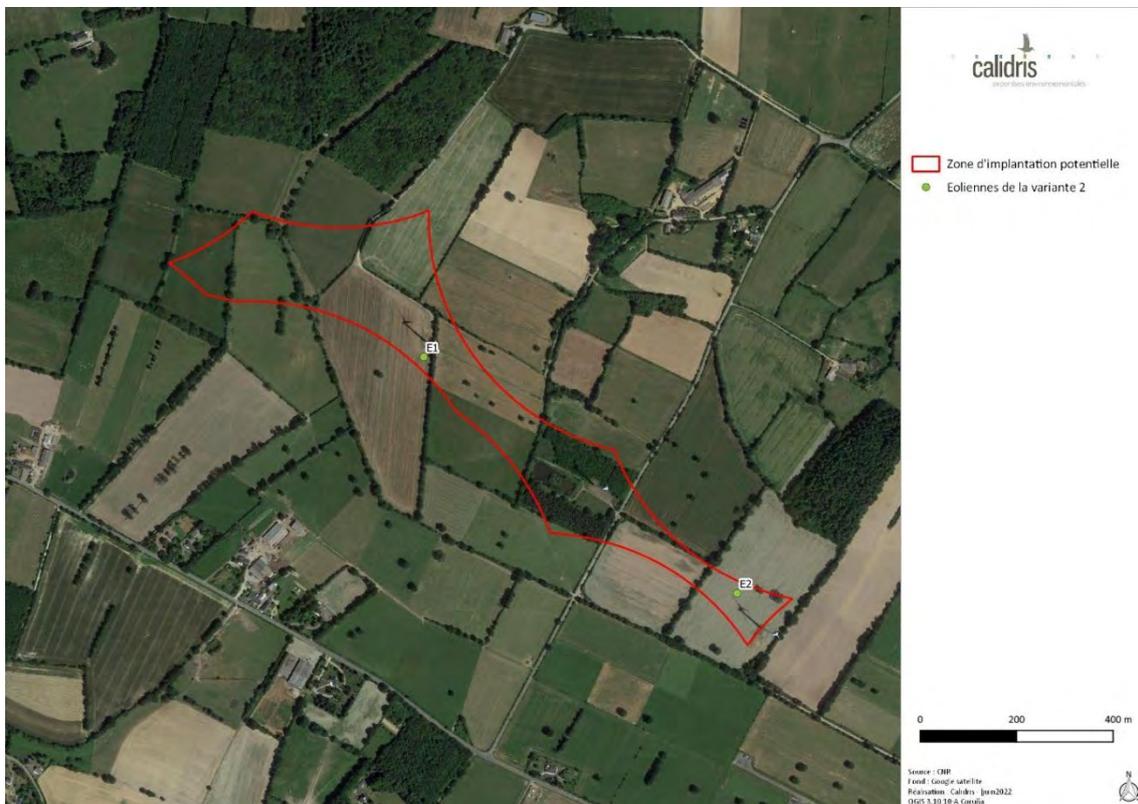


Carte n°15 : Synthèse des sensibilités de la faune terrestre pour la Variante d'implantation 1 en phase travaux

1.1. Variante 2

Cette variante du projet comporte 2 éoliennes, dont la hauteur en bout de pale est de 180 m, réparties en une ligne, orientée globalement nord-est/sud-ouest. Une éolienne est ainsi supprimée par rapport à la variante 1, au niveau du secteur d'implantation de l'éolienne E2 du parc de Soudan I. Or, les suivis d'activité et de mortalité réalisés dans le cadre des suivis d'exploitation du parc de Soudan I ont montré que cette éolienne E2, située au milieu d'un jeune boisement et à proximité du plan d'eau, est la plus mortifère du parc. En effet, avant la mise en place du plan d'arrêt des éoliennes ajusté aux résultats du suivi, cette éolienne E2 a enregistré un total, sur 2018, 2019 et 2020, de 3 cas de mortalité de Buse variable, et, en 2021, 2 cas de mortalité de chiroptères (une Pipistrelle commune et une Pipistrelle de Nathusius). En revanche, les éoliennes E1 et E3 n'ont enregistré aucun cas de mortalité en 2018 et 2019, et en 2020, une Pipistrelle de Kuhl et une Bergeronnette printanière pour l'éolienne E1, et une Buse variable pour E3.

S'agissant de l'éolienne la plus mortifère du parc avant définition d'un plan d'arrêt adapté, dans le cadre du projet de renouvellement du parc de Soudan I, la suppression de l'éolienne E2 caractérise la réduction significative du risque de collision du parc en phase exploitation pour l'avifaune et les chiroptères.



Carte n°16 : Localisation des éoliennes pour la Variante d'implantation 2

1.1.1. VARIANTE 2 ET SENSIBILITE DE LA FLORE

Cette variante a un impact faible sur les habitats patrimoniaux. En effet, les deux éoliennes sont au sein d'habitats naturels dont la sensibilité est faible.

Les impacts attendus pour la flore et les habitats seront donc faibles.



Carte n°17 : Synthèse des sensibilités botaniques pour la Variante d'implantation 2

1.1.2. VARIANTE 2 ET SENSIBILITE DES CHIROPTERES

Pour les chiroptères, une des deux éoliennes se situe au sein d'une zone à sensibilité forte vis-à-vis des espèces qui présentent un risque potentiel de collision significatif sur le site, et la deuxième est localisée au sein d'une zone à sensibilité faible.

Ainsi, une des deux éoliennes aura un impact qui peut être considéré comme fort. L'impact attendu relatif à ce groupe est donc fort pour une éolienne sur les deux qui composent la variante d'implantation.



Carte n°18 : Synthèse des sensibilités chiroptérologiques pour la Variante d’implantation 2

1.1.3. VARIANTE 2 ET SENSIBILITE DE L’AVIFAUNE

Pour l’avifaune nicheuse, les deux éoliennes se situent en zone à sensibilité forte pour l’avifaune, en période de reproduction en phase travaux. Elle correspond aux milieux ouverts (cultures et prairies) de la ZIP, représentant des zones favorables à plusieurs espèces (Alouette des champs et Alouette lulu) présentant une sensibilité forte pour le risque de dérangement et de destruction de nichées, en période de reproduction, lors de la phase travaux uniquement.

Cependant, en périodes d’hivernage et de migrations pour la phase travaux, et pour toutes les périodes du cycle biologique en phase d’exploitation, la sensibilité est faible pour l’avifaune sur tout le site. En effet, aucune espèce observée sur le site ne présente de sensibilité vis-à-vis de l’éolien en périodes d’hivernage et de migrations pour la phase travaux, et en général en exploitation.

Les impacts attendus en cette période pour l’avifaune seront donc forts (du fait de la reproduction de plusieurs espèces en milieu ouvert sur le site), en phase travaux et en période de reproduction, et faibles en phase travaux pour toutes les autres périodes et en phase exploitation pour toute l’année.



Carte n°19 : Synthèse des sensibilités ornithologiques en période de reproduction en phase travaux pour la Variante d'implantation 2



Carte n°20 : Synthèse des sensibilités ornithologiques en phase exploitation et hors période de reproduction en phase travaux pour la Variante d'implantation 2

1.1.4. VARIANTE 2 ET SENSIBILITE DE LA FAUNE TERRESTRE

En ce qui concerne la faune terrestre, les deux éoliennes de la variante sont au sein de zones à sensibilité faible en phase travaux et à sensibilité nulle en phase d'exploitation, lesquelles couvrent toute la ZIP pour ce groupe. L'impact attendu relatif pour la faune terrestre est donc faible en phase travaux pour les deux éoliennes.

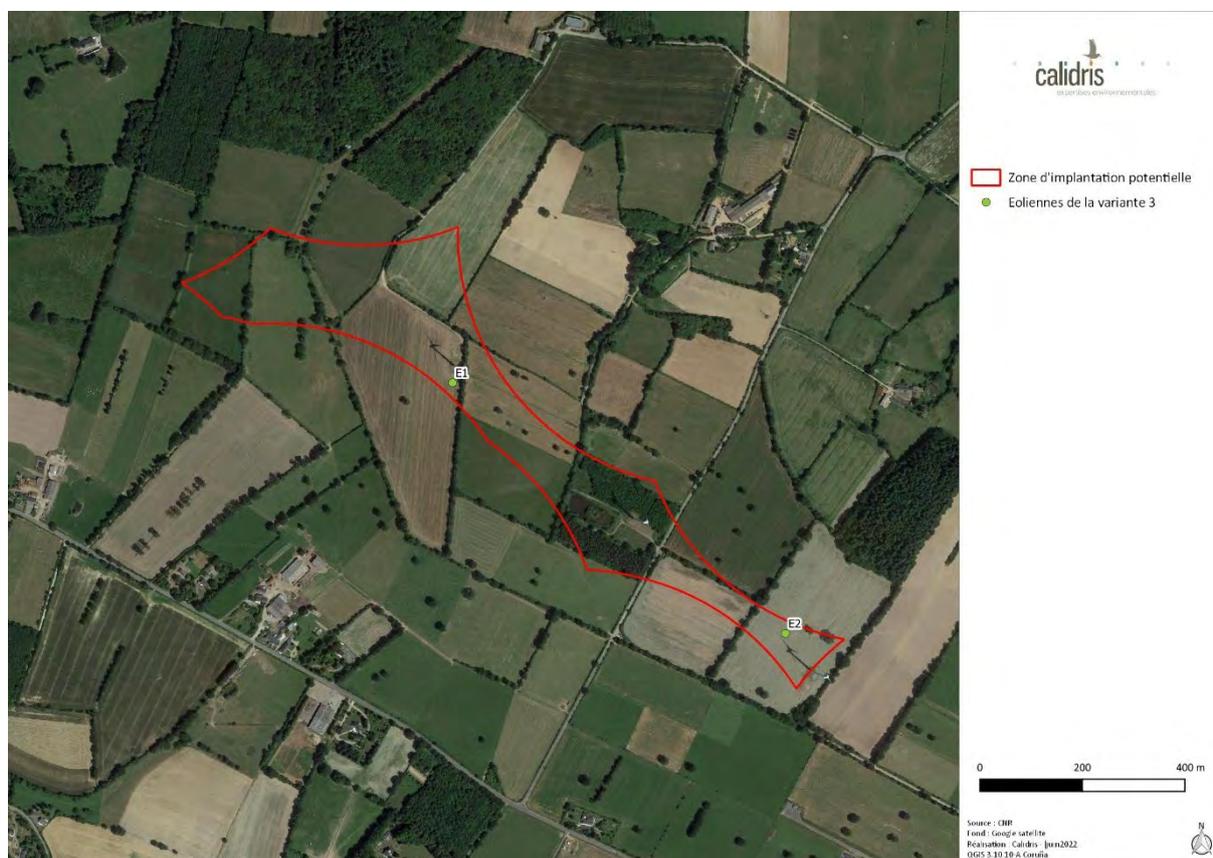


Carte n°21 : Synthèse des sensibilités de la faune terrestre pour la Variante d'implantation 2 en phase travaux

1.1. Variante 3

Les implantations de cette variante sont identiques à celles de la variante 2. La variante 3 est donc composée de 2 éoliennes réparties en une ligne, orientée globalement nord-est/sud-ouest, et l'éolienne située au niveau du secteur d'implantation de l'éolienne E2 du parc de Soudan I est supprimée, par rapport à la variante 1. La différence entre les variantes 2 et 3 réside dans la hauteur en bout de pale : pour la variante 3, elle est de 165 m.

De même, comme vu pour la variante 2 : dans le cadre du projet de renouvellement du parc de Soudan I, la suppression de cette éolienne caractérise la réduction significative du risque de collision du parc en phase exploitation pour l'avifaune et les chiroptères.



Carte n°22 : Localisation des éoliennes pour la Variante d'implantation 3

1.1.1. VARIANTE 3 ET SENSIBILITE DE LA FLORE

Cette variante a un impact faible sur les habitats patrimoniaux. En effet, les deux éoliennes sont au sein d'habitats naturels dont la sensibilité est faible.

Les impacts attendus pour la flore et les habitats seront donc faibles.



Carte n°23 : Synthèse des sensibilités botaniques pour la Variante d’implantation 3

1.1.2. VARIANTE 3 ET SENSIBILITE DES CHIROPTERES

Pour les chiroptères, une des deux éoliennes se situe au sein d’une zone à sensibilité forte vis-à-vis des espèces qui présentent un risque potentiel de collision significatif sur le site, et la deuxième est localisée au sein d’une zone à sensibilité faible.

Ainsi, une éolienne aura un impact qui peut être considéré comme fort. L’impact attendu relatif à ce groupe est donc fort pour une éolienne sur les deux qui composent la variante d’implantation.



Carte n°24 : Synthèse des sensibilités chiroptérologiques pour la Variante d'implantation 3

1.1.3. VARIANTE 3 ET SENSIBILITE DE L'AVIFAUNE

Pour l'avifaune nicheuse, les deux éoliennes se situent en zone à sensibilité forte pour l'avifaune, en période de reproduction en phase travaux. Elle correspond aux milieux ouverts (cultures et prairies) de la ZIP, représentant des zones favorables à plusieurs espèces (Alouette des champs et Alouette lulu) présentant une sensibilité forte pour le risque de dérangement et de destruction de nichées, en période de reproduction, lors de la phase travaux uniquement.

Cependant, en périodes d'hivernage et de migrations pour la phase travaux, et pour toutes les périodes du cycle biologique en phase d'exploitation, la sensibilité est faible pour l'avifaune sur tout le site. En effet, aucune espèce observée sur le site ne présente de sensibilité vis-à-vis de l'éolien en périodes d'hivernage et de migrations pour la phase travaux, et en général en exploitation.

Les impacts attendus en cette période pour l'avifaune seront donc forts (du fait de la reproduction de plusieurs espèces en milieu ouvert sur le site), en phase travaux et en période de reproduction, et faibles en phase travaux pour toutes les autres périodes et en phase exploitation pour toute l'année.



Carte n°25 : Synthèse des sensibilités ornithologiques en période de reproduction en phase travaux pour la Variante d'implantation 3



Carte n°26 : Synthèse des sensibilités ornithologiques en phase exploitation et hors période de reproduction en phase travaux pour la Variante d'implantation 3

1.1.4. VARIANTE 3 ET SENSIBILITE DE LA FAUNE TERRESTRE

En ce qui concerne la faune terrestre, les deux éoliennes qui composent le projet sont au sein de zones à sensibilité faible en phase travaux et à sensibilité nulle en phase d'exploitation, lesquelles couvrent toute la ZIP pour ce groupe. L'impact attendu relatif pour la faune terrestre est donc faible en phase travaux pour les deux éoliennes du projet.



Carte n°27 : Synthèse des sensibilités de la faune terrestre pour la Variante d'implantation 3 en phase travaux

1.2. Comparaison des variantes

Afin de comparer l'impact des 3 variantes, nous utiliserons un tableau dans lequel nous attribuerons une note allant de 0 (impact nul) à 10 (impact fort) pour chaque enjeu. Ainsi, la variante obtenant le moins de points sera considérée comme la variante la moins impactante.

Tableau 19 : Synthèse comparative des différentes variantes

Variante	Variante 1			Variante 2			Variante 3		
Nombre d'éoliennes	3			2			2		
	Hauteur en bout de pale, 165 m			Hauteur en bout de pale, 180 m			Hauteur en bout de pale, 165 m		
Avifaune	Migration	0	3	Migration	0	2	Migration	0	2
	Nidification	3		Nidification	2		Nidification	2	
	Hivernage	0		Hivernage	0		Hivernage	0	
Flore	Flore patrimoniale	0	0	Flore patrimoniale	0	0	Flore patrimoniale	0	0
	Habitat naturel patrimonial	0		Habitat naturel patrimonial	0		Habitat naturel patrimonial	0	
Chiroptères	Perte de gîte	0	2	Perte de gîte	0	1	Perte de gîte	0	1
	Proximité des zones potentiellement sensibles	2		Proximité des zones potentiellement sensibles	1		Proximité des zones potentiellement sensibles	1	
Faune terrestre	Proximité des zones favorables à la faune terrestre	0		Proximité des zones favorables à la faune terrestre	0		Proximité des zones favorables à la faune terrestre	0	
Total	5			3			3		

Les différentes variantes sont issues d'une démarche itérative qui intègre un même niveau de contrainte pour les différentes thématiques présidant à la définition d'un parc éolien. C'est ainsi qu'une variante à trois éoliennes et deux variantes à deux éoliennes chacune, ont été proposées en fonction des contraintes techniques et environnementales.

Du point de vue de la faune et de la flore, les variantes 2 et 3 sont celles qui obtiennent la note la plus faible. En effet, d'une part, elles possèdent un nombre d'éoliennes inférieur à la variante 1, et l'éolienne « en moins » est celle ayant enregistré plusieurs cas de mortalité dans le cadre des suivis d'exploitation du parc éolien de Soudan I, et d'autre part, les implantations de ces variantes évitent davantage les zones potentiellement sensibles pour les chiroptères. De ce point de vue, elles sont moins impactantes pour les milieux naturels, la faune et la flore comparées à la variante 1.

C'est la variante 3 qui a été retenue par le développeur. Ainsi, les impacts du projet seront étudiés avec cette variante. Le projet nécessitera sans doute des mesures d'intégration environnementale, proposées en fonction des impacts définis.

2. EVALUATION DES IMPACTS BRUTS

Les impacts sont évalués sur la base des prescriptions des guides méthodologiques tant en termes d'impacts directs ou indirects que d'impacts en phases travaux et exploitation permanents ou temporaires.

L'analyse des impacts du projet sur le patrimoine naturel est effectuée sur la base des sensibilités des espèces présentes sur le site ainsi que sur la nature du projet.

Pour les oiseaux comme pour les chauves-souris, les impacts potentiels peuvent être directs ou indirects, liés aux travaux d'implantation ou démantèlement, ou à l'activité des éoliennes en exploitation. Les principaux impacts directs et permanents potentiels sont :

- ✚ La disparition et la modification de biotope ;
- ✚ Les risques de collision ;
- ✚ Les perturbations dans les déplacements.

Ces perturbations sont plus ou moins fortes selon :

- ✚ Le comportement de l'espèce : chasse et alimentation, reproduction ou migration ;
- ✚ La structure du paysage : proximité de lisières forestières, la topographie locale ;
- ✚ L'environnement du site, notamment les autres aménagements (cumul de contraintes).

Pour l'avifaune, les impacts en phase d'exploitation doivent être déterminés au cas par cas suivant la sensibilité de l'espèce à l'éolien (collision, effet barrière, dérangement).

Durant la phase travaux, les impacts liés au dérangement seront **modérés** à **forts** pour les espèces qui nichent sur la ZIP. Les impacts concernant le risque de destruction d'individus et de nichées dépendront de l'implantation des éoliennes :

- ✚ Implantation des éoliennes dans une zone de sensibilité forte : Impact **fort** ;
- ✚ Implantation des éoliennes dans une zone de sensibilité modérée : impact **modéré** à **fort** suivant le nombre de couples présents ;

- ✚ Implantation des éoliennes dans une zone de sensibilité faible : impact nul à faible en cas de nidification d'espèces patrimoniales.

Pour les Chiroptères, les impacts concernent essentiellement la phase d'exploitation et le risque de collision.

- ✚ Implantation des éoliennes dans une zone de sensibilité forte à très forte : Impact fort ;
- ✚ Implantation des éoliennes dans une zone de sensibilité modérée : Impact modéré à fort si au moins une espèce sensible présente une activité forte.
- ✚ Implantation des éoliennes dans une zone de sensibilité très faible à faible : Impact très faible (espèce peu ou pas sensible aux collisions) à faible.

Concernant le risque de destruction d'individus ou d'habitat, il est lié à la nécessité ou non de destruction de haie ou d'arbre potentiellement favorables.

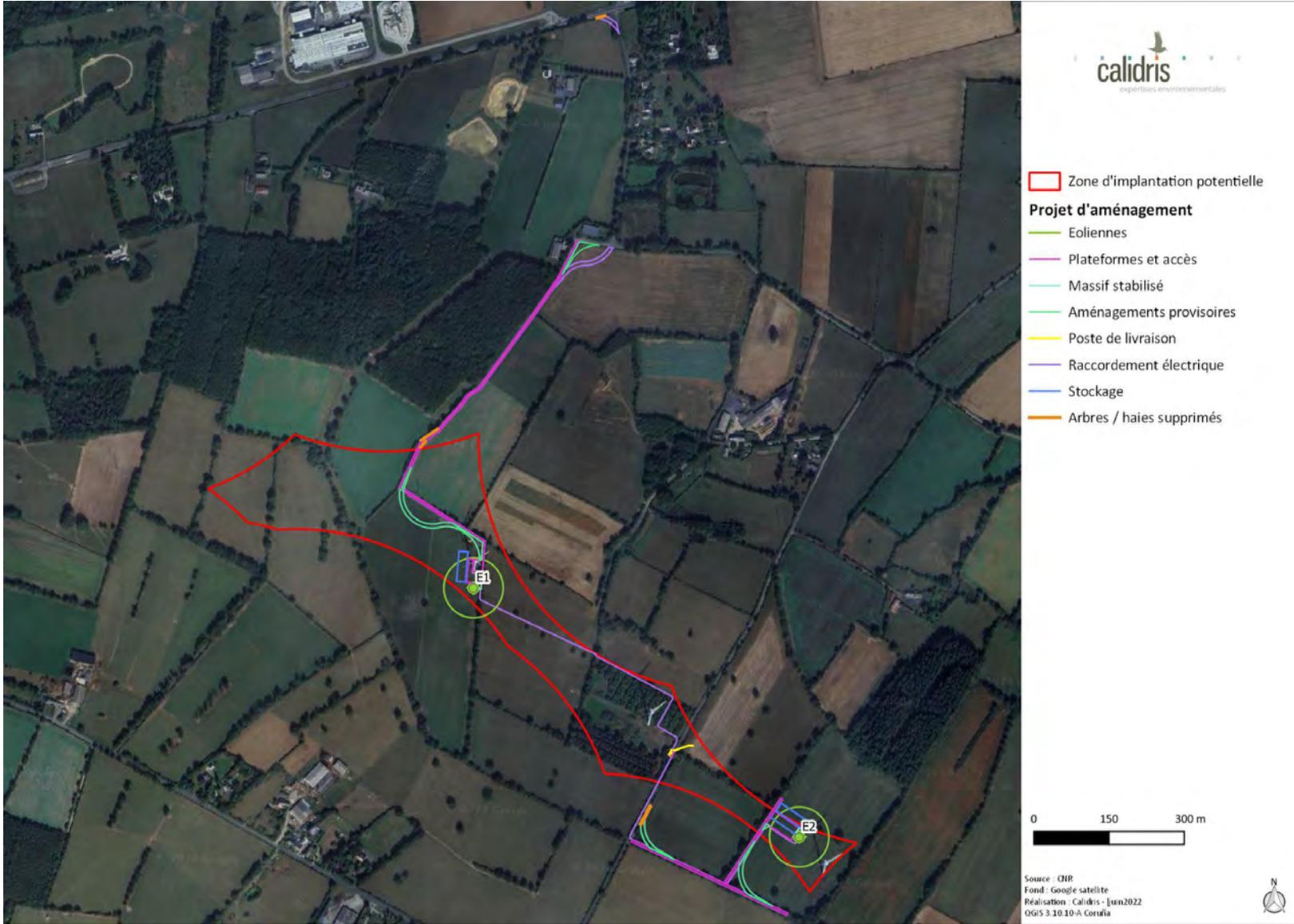
- ✚ Destruction avérée d'arbre abritant une colonie : Impact très fort ;
- ✚ Destruction d'un arbre présentant des cavités : Impact modéré à fort (à corréliser avec l'activité des espèces arboricoles sur le site)
- ✚ Destruction d'un arbre ou d'une haie présentant des potentialités d'accueil intéressantes (cavités, décollement d'écorce) : Impact faible à modéré (à corréliser avec l'activité des espèces arboricoles sur le site)
- ✚ Destruction d'un arbre ou d'une haie sans potentialités d'accueil : Impact nul à faible

La carte en page suivante permet de localiser les différents éléments composant le projet d'implantation pour le renouvellement du parc éolien de Soudan sur le site d'étude : éoliennes, emprise des plates-formes, poste de livraison, passage des câbles enterrés, ainsi que chemins existants et à renforcer.

Le projet de renouvellement est donc constitué de deux éoliennes, réparties en une ligne orientée globalement selon un axe nord-ouest / sud-est, et d'un poste de livraison.

Il est également à noter que le projet nécessitera des aménagements annexes tels que la création de plateformes techniques et de chemins (création, renforcement, réfection) lesquels engendreront la suppression de 113 m de linéaire de haie (en trois secteurs, tous situés en dehors de la ZIP, avec un premier linéaire de 17 m situé le long de la D771, un deuxième de 56 m situé au nord, et un troisième de 40 m situé au sud).

Tous ces aménagements sont situés en milieu ouvert (une éolienne en prairie intensive et la deuxième en prairie mésophile), et les chemins reprennent des voies d'accès déjà existantes.



Carte n°28 : Plan de masse des aménagements envisagés dans le cadre du projet de renouvellement du parc éolien de Soudan

3. ANALYSE DES IMPACTS BRUTS DU RACCORDEMENT EXTERNE

Le raccordement externe du parc entre le poste de livraison et le poste électrique nécessitera des travaux complémentaires pour l'enfouissement de câble, lequel sera réalisé en bordure immédiate des routes et chemins. Ces travaux sont de courte durée (4 jours maximum), et ne nécessite aucun arasement de haie ou de coupe d'arbre, mais il est nécessaire d'évaluer leurs impacts temporaires sur les milieux naturels. En l'état des connaissances actuelles, l'impact du raccordement externe pendant la phase d'exploitation peut être qualifié de nul.

3.1. Analyse des impacts bruts sur l'avifaune

Le tracé du câblage se situe en bordure immédiate de routes et chemins. De plus, ce raccordement n'implique aucune destruction de haie ou d'habitat pouvant accueillir une nichée. Enfin, ces travaux pourront également être soumis à une mesure de phasage mise en place en faveur des oiseaux nicheurs. Les espèces patrimoniales qui nichent sur le secteur ne seraient alors pas confrontées à ces travaux. **L'impact des travaux du raccordement externe sur l'avifaune sera donc faible voire nul en cas de mise en place d'une mesure d'évitement.**

3.2. Analyse des impacts bruts sur les chiroptères

En l'absence de destruction de haie ou d'arbre, les travaux liés au raccordement externe n'altéreront aucun habitat favorable aux chiroptères (zone de chasse ou de transit) ou gîte potentiel. De plus, les travaux ayant lieu en journée, aucune pollution lumineuse ou sonore ne viendra déranger les chauves-souris durant leur période d'activité. **L'impact des travaux du raccordement externe sur les chiroptères sera donc nul.**

3.3. Analyse des impacts bruts sur la flore et les habitats naturels

Aucun habitat à enjeu ou flore protégée ou flore patrimoniale ne sera impacté par le raccordement puisqu'ils sont absents du tracé situé en bordure de route et de chemin. **L'impact des travaux du raccordement externe sur la flore et les habitats naturels sera donc nul.**

3.4. Analyse des impacts bruts sur la faune terrestre

Les bas-côtés de la route impactés représentent des habitats peu intéressants pour la faune terrestre. **L'impact des travaux du raccordement externe sur la faune terrestre sera donc négligeable.**

4. ANALYSE DES IMPACTS BRUTS SUR L'AVIFAUNE

Les milieux ouverts à usage agricole (cultures, prairies intensives et mésophiles) occupent une grande partie de la zone d'étude. Les deux éoliennes du projet de renouvellement sont implantées dans des habitats de prairies (intensive et mésophile), et les aires d'implantation et de service d'accès aux éoliennes concernent de faibles surfaces.

Le projet prévoit l'arasement de 113 m de linéaire de haie, lors des travaux, en trois secteurs, un premier de 17 m au niveau d'un virage le long de la RD771, un deuxième de 56 m au niveau de l'accès à l'éolienne E1 et un troisième de 40 m au niveau de l'accès à l'éolienne E2. Ces coupes peuvent entraîner un risque de destruction des nichées. Concernant l'impact de la perte de corridor lié à ces coupes, il est analysé dans le chapitre « Impacts sur les corridors et les trames vertes et bleues ».

Les deux éoliennes se trouvent dans des zones à sensibilité faible en phase de fonctionnement. De même, en phase travaux pour les périodes de migration et d'hivernage, les deux éoliennes du projet se situent dans des zones à sensibilité faible pour l'avifaune.

En revanche, en phase travaux pour la période de reproduction, les deux éoliennes se situent en zone à sensibilité forte en termes de dérangement et de destruction d'individus et de nichées, pour plusieurs espèces : les Alouettes des champs et lulu, le Chardonneret élégant, la Fauvette des jardins, la Linotte mélodieuse.

La nidification de l'Alouette des champs et de l'Alouette lulu a lieu en milieu ouvert, à même le sol. La présence de la Fauvette des jardins et de la Linotte mélodieuse est liée à la trame bocagère, ces espèces installant leur nid au niveau des haies et des buissons. Enfin, le Chardonneret élégant s'installe au niveau des arbustes, des arbres, des boisements et de leurs lisières. Enfin, pour le Chardonneret élégant et la Fauvette des jardins, la sensibilité est fonction des lieux d'implantation, à proximité ou non des zones de présence de l'espèce.

Ainsi, les milieux ouverts (cultures et prairies), ainsi que le réseau de haies représentant des zones favorables pour plusieurs espèces en période de reproduction auront une sensibilité forte en phase travaux pour le risque de dérangement et le risque de destruction de nichées. Quant aux boisements, ils auront une sensibilité au moins modérée du fait de la présence sur le site du Chardonneret élégant, et forte si des implantations se situent à proximité de ses zones de présence, pour ce même risque.

Pour toutes les autres espèces d'oiseaux, protégées ou non, en phase travaux pour la période de reproduction, les deux éoliennes se situent en zone de sensibilité faible à nulle.

4.1.1. ALOUETTE DES CHAMPS

La sensibilité de cette espèce est faible ou négligeable sur le site en phase d'exploitation et forte en période de travaux si ceux-ci ont lieu lors de la reproduction. L'espèce est nicheuse sur la ZIP, les surfaces d'aménagements en prairies intensives et mésophiles impacteront ses habitats. Les impacts seront donc :

- ✚ En phase d'exploitation : **Impact négligeable à faible** ;
- ✚ En phase travaux : **Impact fort** pour le risque de destruction des nichées et pour le risque de dérangement.

4.1.2. ALOUETTE LULU

Sur le site, l'espèce a été contactée toute l'année. L'espèce n'est pas sensible en période de fonctionnement, et les dérangements en phase travaux auront un effet négligeable et ponctuel lors des migrations et en hivernage. En effet, l'espèce est rarement fixée sur un site précis à ces périodes et elle pourra aisément se reporter sur des habitats similaires proches. En revanche, pour la phase travaux **en période de reproduction, l'espèce est sensible pour le risque de dérangement et de destruction de nichées.**

Les impacts du projet sur cette espèce seront donc :

- ✚ En phase d'exploitation : **Impact faible** ;
- ✚ En phase travaux : **Impact fort** pour le risque de destruction des nichées, pour le risque de dérangement en période de reproduction.

4.1.3. BUSARD SAINT-MARTIN

La sensibilité de l'espèce au risque de collision étant très fortement liée aux parades, et l'espèce n'étant pas nicheuse sur le site, l'impact en phase d'exploitation sera faible, d'autant que les suivis réalisés en France ont montré la bonne adaptation de ces rapaces aux parcs éoliens. Durant la phase de travaux, bien que le Busard Saint-Martin ait été observé en période de reproduction (5 individus

au total), il n'est pas nicheur sur le site (aucun indice de nidification noté), l'impact sera faible pour le risque de dérangement, et négligeable pour le risque de destruction de nichées.

Les impacts du projet sur cette espèce seront donc :

- ✚ En phase d'exploitation : **Impact faible** ;
- ✚ En phase travaux : **Impact négligeable** pour le risque de destruction de nichées et **impact faible** pour le risque de dérangement.

4.1.4. CHARDONNERET ELEGANT

Le Chardonneret élégant présente une sensibilité faible en phase de fonctionnement, avec un nombre de collisions qui reste très faible. En revanche, l'espèce présente une sensibilité forte en phase travaux pour le risque de destruction des nichées. Sur le site, un arasement de **113 m de linéaire de haie** étant prévu, le risque de destruction d'individus est fort. En revanche, les effectifs observés restent relativement faibles sur le site de Soudan, et situés, en outre, en dehors de la ZIP, **et à distance des zones de travaux**. Par conséquent, les impacts du projet sur cette espèce seront :

- ✚ En phase d'exploitation : **Impact faible**,
- ✚ En phase travaux : **Impact fort** pour le risque de destruction des nichées et **impact faible** pour le risque de dérangement, son secteur de présence étant éloigné du site et des zones de travaux.

4.1.5. ELANION BLANC

En phase exploitation, la sensibilité de cette espèce, qui ne connaît aucun cas de collision, est négligeable à faible. En phase travaux, la sensibilité de l'Elanion blanc au dérangement est forte durant la phase de travaux si ces derniers se déroulent pendant la période de reproduction et à proximité du nid. Sur le site d'études, un individu a été observé en chasse pendant cette période, sans qu'aucun indice ne permette d'affirmer qu'il niche sur le site. Sur le site, les impacts seront donc :

- ✚ En phase d'exploitation : **Impact négligeable à faible** ;
- ✚ En phase travaux : **Impact faible** pour le risque de destruction des nichées et le risque de dérangement, en période de reproduction.

4.1.6. FAUCON CRECERELLE

La sensibilité de cette espèce est négligeable à faible en phase d'exploitation en particulier sur le site où seuls des individus en chasse ont été observés, à deux reprises, en période de reproduction, sans qu'aucun indice permette d'affirmer que l'espèce se reproduit sur le site. Les impacts seront donc :

- ✚ En phase d'exploitation : **Impact négligeable à faible** ;
- ✚ En phase travaux : **Impact nul** pour le risque de destruction des nichées et **faible** pour le risque de dérangement, en période de reproduction.

4.1.7. FAUCON EMERILLON

La sensibilité de cette espèce est négligeable à faible en phase d'exploitation en particulier sur le site où un seul individu a été observé, en période d'hivernage. En outre, l'espèce ne se reproduit pas sur le site. Les impacts seront donc :

- ✚ En phase d'exploitation : **Impact négligeable à faible** ;
- ✚ En phase travaux : **Impact nul**

4.1.8. FAUVETTE DES JARDINS

La Fauvette des jardins présente une sensibilité faible en phase de fonctionnement. Elle a été notée lors de certains suivis de parcs, pour autant le nombre de collisions reste faible.

En phase travaux, l'espèce étant présente sur le site (trois individus ont été notés sur le site de Soudan), les sensibilités sont fortes pour les risques de dérangement et pour la destruction des nichées. En outre, un arasement de **113 m de haie étant** prévu, les impacts du projet sur cette espèce seront :

- ✚ En phase d'exploitation : **Impact faible**,
- ✚ En phase travaux : **Impact fort** pour le risque de destruction des nichées et pour le risque de dérangement.

4.1.9. GRANDE AIGRETTE

En phase d'exploitation, la sensibilité de l'espèce à l'éolien est nulle à négligeable. En période de travaux, elle est également nulle à négligeable, car elle ne niche pas sur le site d'études. Par conséquent, les impacts du projet sur cette espèce seront :

- ✚ En phase d'exploitation : **Impact nul à négligeable** ;
- ✚ En phase travaux : **Impact nul à négligeable.**

4.1.10. LINOTTE MELODIEUSE

La Linotte mélodieuse présente une sensibilité faible en phase de fonctionnement, elle s'accoutume bien à la présence des éoliennes et on la retrouve fréquemment dans les parcs éoliens. Pour autant le nombre de collisions reste faible, constat qui est probablement lié à son mode de vie qui ne la conduit que rarement à voler en hauteur surtout en période de nidification.

En phase travaux, l'espèce étant présente sur le site, les sensibilités sont fortes pour les risques de dérangement et pour la destruction des nichées. En outre, un arasement de **113 m de haie** étant prévu, les impacts du projet sur cette espèce seront :

- ✚ En phase d'exploitation : **Impact faible,**
- ✚ En phase travaux : **Impact fort** pour le risque de destruction des nichées et pour le risque de dérangement.

4.1.11. MILAN NOIR

En dehors de la période de reproduction, le Milan noir n'est pas sensible au risque de collision. Un seul individu ayant été observé en cette période sur le site, en vol, sans aucun indice de nidification, la présence de l'espèce sur le site est anecdotique. La sensibilité en phase d'exploitation est donc faible. Durant la phase de travaux, la sensibilité sur le site est nulle pour le risque de dérangement et pour le risque de destruction de nichées. Les impacts du projet sur cette espèce seront donc :

- ✚ En phase d'exploitation : **Impact négligeable à faible** ;
- ✚ En phase travaux : **Impact nul pour le risque de dérangement et pour le risque de destruction de nichées.**

Les autres espèces, protégées ou non, présentes sur le site possèdent des populations importantes tant localement qu'à plus large échelle, ainsi les impacts du projet sur ces espèces ne seront pas de nature à remettre en cause l'état de conservation de leurs populations. Les impacts sur ces espèces protégées ou non sont donc considérés comme non significatifs.

4.1.12. IMPACTS BRUTS SUR LA MIGRATION

L'impact du projet de renouvellement du parc éolien sur les flux d'oiseaux migrateurs, espèces protégées ou non, sera faible en raison de plusieurs caractéristiques du parc et de la migration sur le site :

- ✦ Il n'y a aucun élément attractif particulier permettant de concentrer les stationnements migratoires ;
- ✦ Le caractère diffus de la migration et les faibles effectifs recensés ;
- ✦ L'absence d'éléments pouvant attirer les oiseaux pour une halte (plans d'eau, grandes roselières, thermiques importants).

Les impacts en période de migration seront donc faibles.

4.1.13. IMPACTS BRUTS SUR L'HIVERNAGE

L'hivernage de l'avifaune, espèces protégées ou non, sur le site est un phénomène peu marqué comportant essentiellement des espèces communes. Aucun rassemblement significatif n'a été observé et les milieux sont peu favorables à l'accueil d'enjeux notables en hiver.

Les impacts du projet à cette époque seront donc globalement faibles.

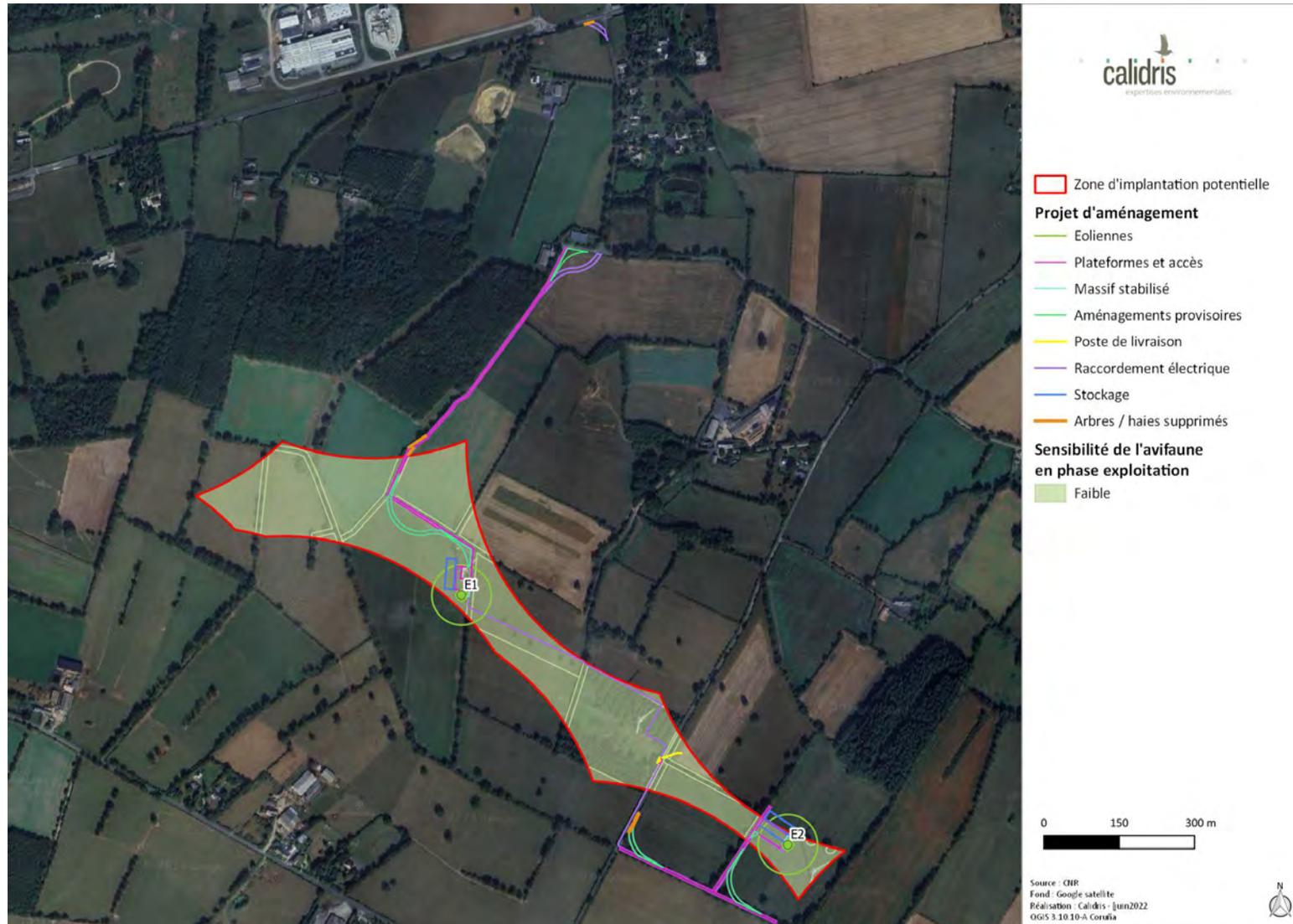
4.1.14. IMPACTS BRUTS SUR LA NIDIFICATION

Le projet aura un impact faible sur la nidification des oiseaux hors espèces patrimoniales, protégées ou non. Les espèces présentes sur le site à cette période de l'année sont essentiellement des passereaux qui s'habituent facilement à la présence des éoliennes et dont le mode de vie est plutôt centré au niveau de la végétation, ce qui les rend peu sensibles aux risques de collision. Par ailleurs, l'avifaune nicheuse du site est essentiellement composée d'espèces communes à très communes localement et nationalement et qui possèdent des populations importantes peu susceptibles d'être remises en cause par le renouvellement du parc éolien. Enfin, l'ensemble des nouvelles éoliennes sont implantées dans des secteurs utilisés par l'agriculture (prairies intensives et mésophiles) qui abritent peu d'espèces.

En revanche, en phase travaux, les espèces pourront subir un impact modéré à fort pour le risque de destruction des nichées ou de dérangement, lié aux travaux d'implantation et à l'arasement d'un linéaire de haies (113 m concernés).

Les impacts sur l'avifaune nicheuse seront donc faibles en phase de fonctionnement et modérés à forts en phase de travaux.

4.1.15. SYNTHÈSE EN PHASE EXPLOITATION



Carte n°29 : **Projet de renouvellement éolien et sensibilité de l'avifaune en phase exploitation**

Collision

Tableau 20 : Evaluation des impacts en termes de collision sur l'avifaune en phase exploitation

Espèce	Sensibilité sur le site	Niveau d'impact avant mesure	Nécessité de mise en place de mesures ERC
Alouette des champs	Faible	Faible	Non
Alouette lulu	Faible		
Busard Saint-Martin	Faible		
Chardonneret élégant	Faible		
Élanion blanc	Faible		
Faucon crécerelle	Faible		
Faucon émerillon	Faible		
Fauvette des jardins	Faible		
Grande Aigrette	Négligeable		
Linotte mélodieuse	Faible		
Milan noir	Faible		
Autres espèces nicheuses protégées ou non	Négligeable		
Autres espèces migratrices protégées ou non			
Autres espèces hivernantes protégées ou non			

Les espèces d'oiseaux recensées ont une sensibilité négligeable à faible au risque de collision sur le site d'étude.

Le niveau d'impact en termes de collision du projet avant mesure peut être déterminé comme faible. De fait, la mise en place de mesures ERC n'est pas nécessaire.

Tableau 21 : Evaluation des impacts en termes de dérangement/ perte d'habitat sur l'avifaune en phase exploitation

Espèce	Sensibilité sur le site	Niveau d'impact avant mesure	Nécessité de mise en place de mesures ERC
Alouette des champs	Négligeable	Faible	Non
Alouette lulu	Négligeable		
Busard Saint-Martin	Négligeable		
Chardonneret élégant	Négligeable		
Elanion blanc	Faible		
Faucon crécerelle	Négligeable		
Faucon émerillon	Négligeable		
Fauvette des jardins	Faible		
Grande Aigrette	Nulle		
Linotte mélodieuse	Négligeable		
Milan noir	Négligeable		
Autres espèces nicheuses protégées ou non	Négligeable		
Autres espèces migratrices protégées ou non	Négligeable		
Autres espèces hivernantes protégées ou non	Négligeable		

Les espèces d'oiseaux recensées ont une sensibilité nulle à faible au risque de dérangement/perte d'habitat en phase d'exploitation sur le site d'étude.

Le niveau d'impact en termes de dérangement/perte d'habitats du projet avant mesure peut être déterminé comme faible. De fait, la mise en place de mesures ERC n'est pas nécessaire.

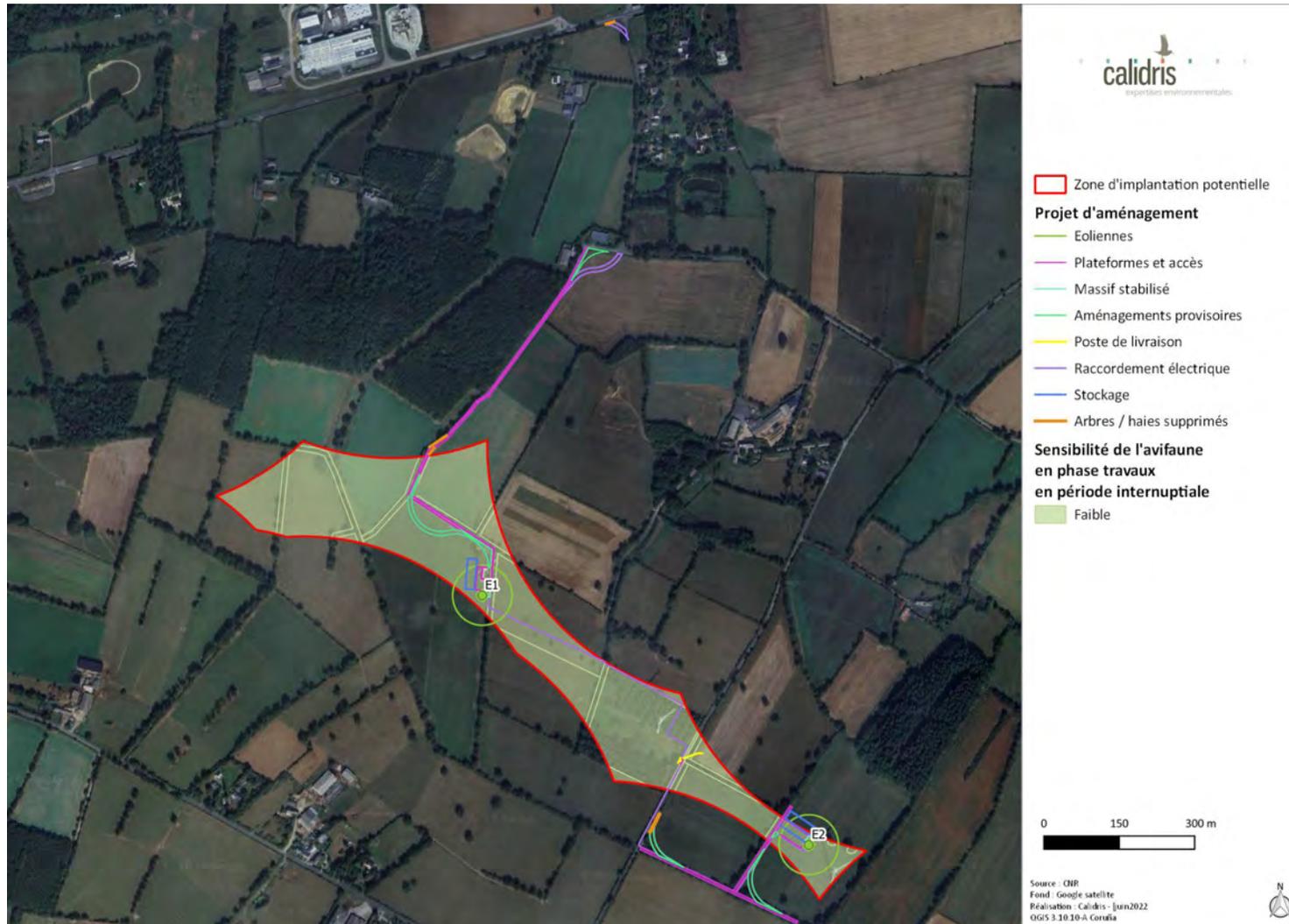
Tableau 22 : Evaluation des impacts en termes d'effet barrière sur l'avifaune
en phase exploitation

Espèce	Sensibilité sur le site	Niveau d'impact avant mesure	Nécessité de mise en place de mesures ERC
Alouette des champs	Négligeable	Faible	Non
Alouette lulu	Négligeable		
Busard Saint-Martin	Négligeable		
Chardonneret élégant	Négligeable		
Elanion blanc	Négligeable		
Faucon crécerelle	Négligeable		
Faucon émerillon	Négligeable		
Fauvette des jardins	Négligeable		
Grande Aigrette	Nulle		
Linotte mélodieuse	Négligeable		
Milan noir	Négligeable		
Autres espèces nicheuses protégées ou non	Négligeable		
Autres espèces migratrices protégées ou non			
Autres espèces hivernantes protégées ou non			

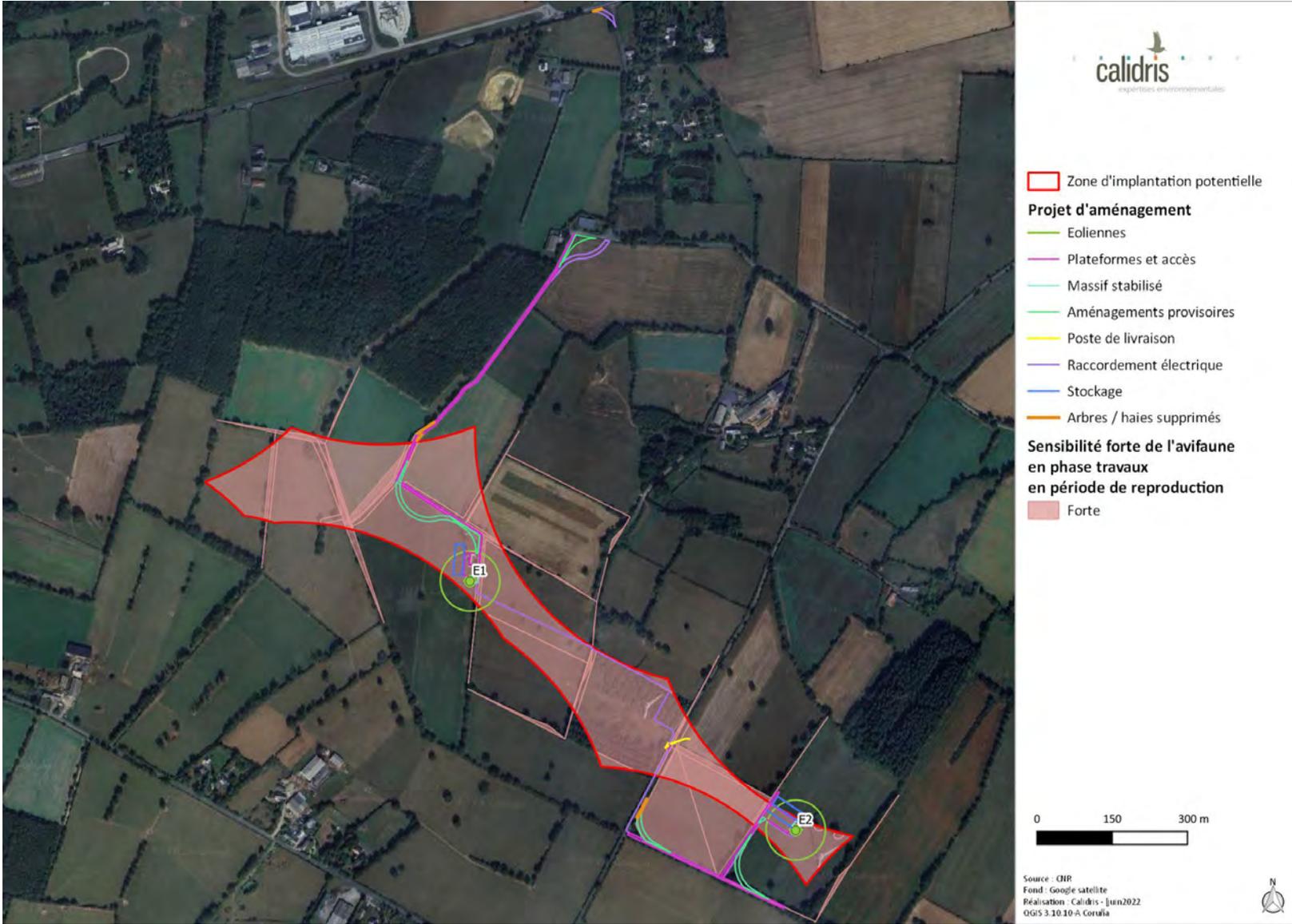
Les espèces d'oiseaux recensées ont une sensibilité négligeable au risque « effet barrière » sur le site d'étude.

Le niveau d'impact en termes d'effet barrière du projet avant mesure peut être déterminé comme faible. De fait, la mise en place de mesures ERC n'est pas nécessaire.

4.1.16. SYNTHÈSE EN PHASE TRAVAUX



Carte n°30 : **Projet de renouvellement éolien et sensibilité de l'avifaune en phase travaux en période inter-nuptiale**



Carte n°31 : **Projet de renouvellement éolien et sensibilité de l'avifaune en phase travaux pour la période de reproduction**

Tableau 23 : Evaluation des impacts en termes de destruction d'individus sur l'avifaune en phase travaux

Espèce	Sensibilité sur le site	Niveau d'impact avant mesure	Nécessité de mise en place de mesures ERC
Alouette des champs	Forte en période de reproduction	Fort en période de reproduction	Oui
Alouette lulu	Forte en période de reproduction	Fort en période de reproduction	
Busard Saint-Martin	Négligeable	Négligeable	Non
Chardonneret élégant	Forte dans les secteurs de présence	Fort en période de reproduction	Oui
Elanion blanc	Faible	Faible	Non
Faucon crécerelle	Nulle	Nul	
Faucon émerillon	Nulle	Nul	
Fauvette des jardins	Forte en période de reproduction	Fort en période de reproduction	Oui
Grande Aigrette	Nulle	Nul	Non
Linotte mélodieuse	Forte dans les secteurs de présence	Fort en période de reproduction	Oui
Milan noir	Nulle	Nul	Non
Autres espèces nicheuses protégées ou non	Forte pour les espèces nichant au sein de haies	Fort en période de reproduction pour les espèces nichant au sein des haies	Oui
Autres espèces migratrices protégées ou non	Négligeable	Faible	Non
Autres espèces hivernantes protégées ou non			

Le projet présente un impact fort à la destruction d'individus et de nichées en phase travaux, si ces derniers ont lieu en période de reproduction, pour l'Alouette des champs et l'Alouette lulu, ces espèces installant leur nid au sol en milieu ouvert, lieu d'implantation du projet. Il aura également un impact fort pour le Chardonneret élégant, la Fauvette des jardins et la Linotte mélodieuse, ces espèces installant leur nid au niveau des haies, buissons, arbustes et arbres, et un arasement de 113 m linéaire de haie étant prévu.

Par conséquent, l'impact en termes de destruction d'individus et de nichées en phase travaux sera modéré ou fort pour l'Alouette des champs, l'Alouette lulu, le Chardonneret élégant, la Fauvette des jardins et la Linotte mélodieuse, il y a nécessité d'une mise en place de mesures ERC.

Il en est de même pour les autres espèces d'oiseaux, protégées ou non, recensées nicheuses au sein des haies, du fait de l'arasement d'un **linéaire de haie de 113 m**. **Le niveau d'impact en termes de destruction d'individus et de nichées en phase travaux avant mesure peut être déterminé comme fort pour les espèces nichant au sein de haies. De fait, la mise en place de mesures ERC est nécessaire pour les espèces nicheuses au sein des haies.**

Dérangement

Tableau 24 : Evaluation des impacts en termes de dérangement sur l'avifaune en phase travaux

Espèce	Sensibilité sur le site	Niveau d'impact avant mesure	Nécessité de mise en place de mesures ERC
Alouette des champs	Forte en période de reproduction	Fort en période de reproduction	Oui
Alouette lulu	Forte en période de reproduction	Fort en période de reproduction	
Busard Saint-Martin	Faible	Faible	Non
Chardonneret élégant	Forte dans les secteurs de présence	Faible	
Elanion blanc	Faible	Faible	
Faucon crécerelle	Faible	Faible	
Faucon émerillon	Nulle	Nul	
Fauvette des jardins	Forte en période de reproduction	Fort en période de reproduction	Oui
Grande Aigrette	Négligeable	Négligeable	Non
Linotte mélodieuse	Forte dans les secteurs de présence	Fort en période de reproduction	Oui
Milan noir	Nulle	Nul	Non
Autres espèces nicheuses protégées ou non	Forte pour les espèces nichant au sein de haies	Fort en période de reproduction pour les espèces nichant au sein des haies	Oui
Autres espèces migratrices protégées ou non	Négligeable	Faible	Non
Autres espèces hivernantes protégées ou non			

Concernant le risque de dérangement en phase travaux, en période de reproduction, le projet aura un impact fort pour quatre espèces : l'Alouette des champs, l'Alouette lulu, la Fauvette des jardins et la Linotte mélodieuse. Ces espèces présentent une sensibilité forte au dérangement.

Quant au Chardonneret élégant, sa sensibilité au dérangement est fonction de la distance entre les zones de travaux et ses secteurs de présence recensés sur le site. Or, le projet (implantations et travaux associés) est éloigné de la zone de présence du Chardonneret, la sensibilité est faible.

L'impact en termes de dérangement en phase travaux sera fort pour l'Alouette des champs, l'Alouette lulu, la Fauvette de jardins et la Linotte mélodieuse, il y a nécessité d'une mise en place de mesures ERC.

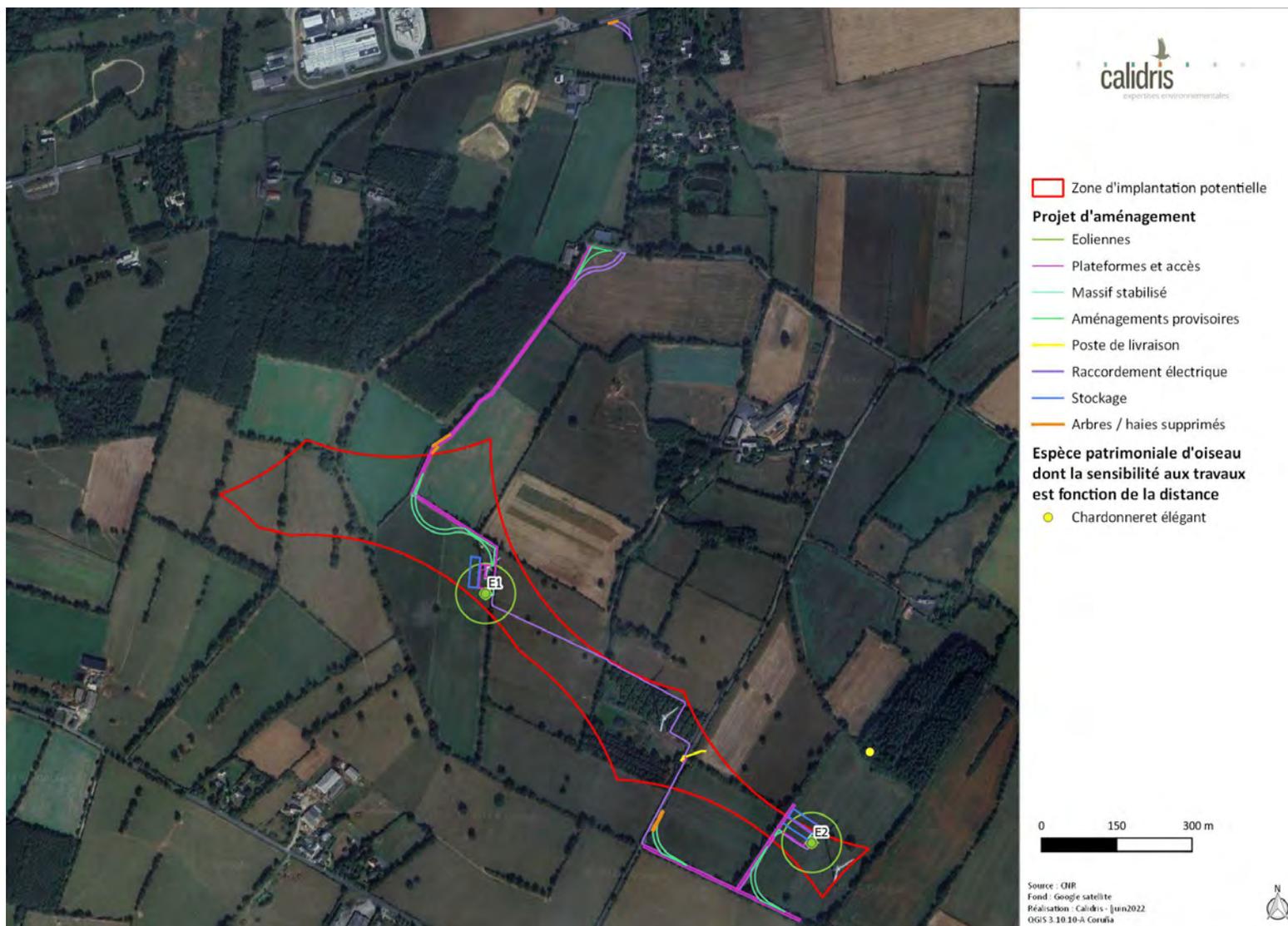
Il en est de même pour les autres espèces d'oiseaux, protégées ou non, recensées nicheuses au sein des haies, du fait de **l'arasement d'un linéaire de haie de 113 m**. **Le niveau d'impact en termes de dérangement en phase travaux avant mesure peut être déterminé comme fort pour les espèces nichant au sein de haies, et faible pour toutes les autres. De fait, la mise en place de mesures ERC est nécessaire pour les espèces nicheuses au sein des haies.**

4.1.1. SYNTHÈSE GÉNÉRALE

Les impacts attendus sur l'avifaune ne concernent que la période de travaux. Ils sont relatifs au dérangement des espèces d'oiseaux nicheuses au sein des milieux utilisés par l'agriculture (prairies intensives et mésophiles) et des haies, et pour les espèces suivantes : l'Alouette des champs, l'Alouette lulu, la Fauvette des jardins et la Linotte mélodieuse, du fait des allers et venues des engins de travaux.

Un risque de destruction d'individus et de nichées pour les espèces suivantes : l'Alouette des champs, l'Alouette lulu, le Chardonneret élégant, la Fauvette des jardins et la Linotte mélodieuse est également à anticiper, du fait des mouvements d'engins pour l'Alouette des champs et l'Alouette lulu, et du fait de l'arasement de haies pour les 3 autres espèces, ainsi que pour les espèces d'oiseaux nicheuses au sein des haies. Il est à noter toutefois que les chemins qui seront utilisés lors des travaux pour le projet de renouvellement éolien reprennent en très grande partie des voies d'accès déjà existantes.

Par conséquent, des mesures ERC (Eviter Réduire Compenser) devront être mises en place pour remédier à ces impacts.



Carte n°32 : Projet de renouvellement éolien et localisation de l'avifaune patrimoniale sensible en termes de dérangement en période de travaux

5. ANALYSE DES IMPACTS BRUTS SUR LES CHIROPTERES

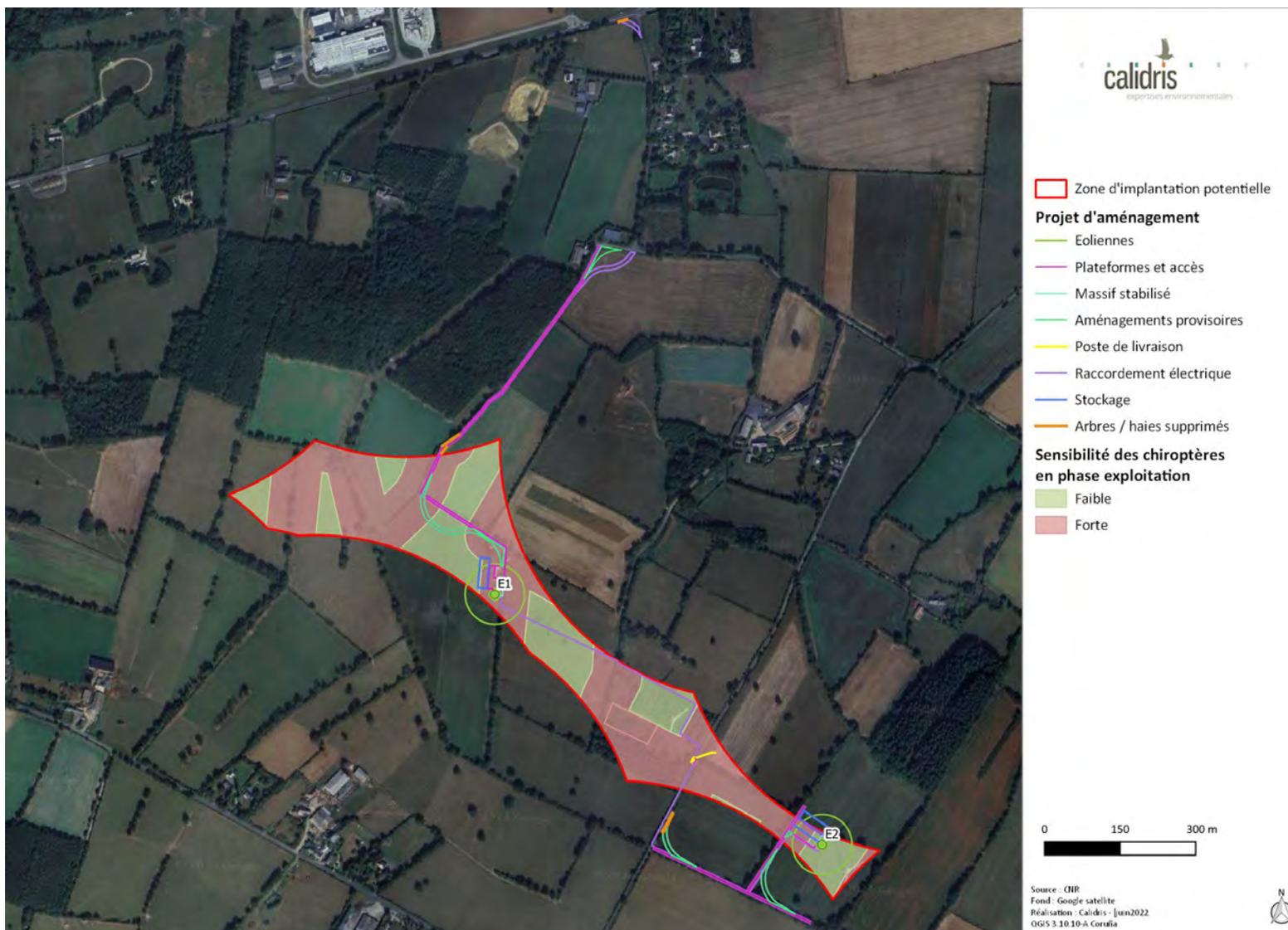
5.1. Phase exploitation

Le risque de collision pour les chiroptères s'analyse essentiellement sur la base de l'activité observée (et des espèces concernées) ainsi que de la distance des éoliennes aux haies, lisières, et plus généralement des zones favorables à la chasse.

Les deux éoliennes proposées sont implantées sur des milieux ouverts utilisés par l'agriculture (prairies intensives et mésophiles), ce qui limite fortement l'attractivité de ces zones pour toutes les espèces de chiroptères, et de fait, pour l'éolienne E2, le secteur d'implantation correspond à une zone identifiée comme à sensibilité faible pour les chiroptères en termes de risque de collision.

Cependant, pour l'éolienne E1, le site d'implantation correspond à un secteur identifié comme zone à sensibilité forte pour les chiroptères en termes de risque de collision, car située à proximité de haies.

Ainsi, compte tenu de l'activité de chasse autour des éoliennes, pour l'éolienne E2, située en zone à sensibilité faible pour les chauves-souris, les risques sont faibles pour celle-ci. En revanche, pour l'éolienne E1, située en zone à sensibilité forte, les risques sont forts.



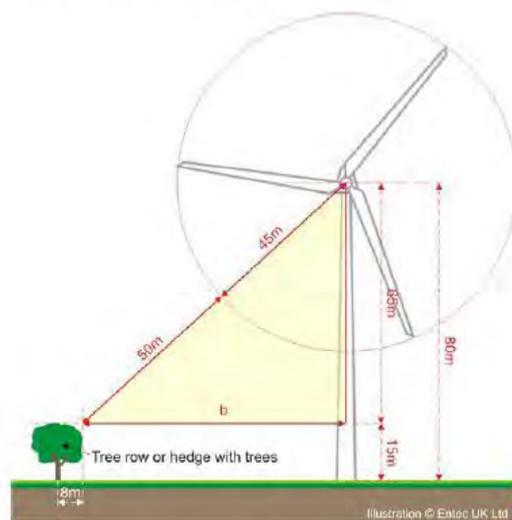
Carte n°33 : **Projet de renouvellement éolien et localisation des sensibilités chiroptérologiques liées à la phase d'exploitation**

Relativement à l'éloignement des éoliennes vis-à-vis des haies et des boisements, il convient de calculer la distance à la végétation en bout de pale, comme présenté ci-dessous.

5.1.1. DISTANCES D'IMPLANTATION

Pour calculer la distance à la végétation en bout de pale, la méthodologie appliquée par l'organisme gouvernemental Natural England, (équivalent de la DREAL en Angleterre) a été utilisée. Elle permet d'établir des mesures plus fidèles à la réalité car il est en effet erroné et à l'encontre de toute logique de calculer des distances de ce type sur un plan horizontal, alors même que les éoliennes et la végétation sont des structures verticales.

$$b = \sqrt{(50 + bl)^2 - (hh - fh)^2}$$



where: bl = blade length, hh = hub height, fh = feature height (all in metres). For the example above, b = 69.3 m.

Figure 4: Calcul de la distance à la végétation en bout de pale selon le protocole de Natural England

Les éoliennes implantées pour le projet de renouvellement du parc de Soudan ont une hauteur de mât de 97 m et la distance du sol en bout de pale est de 47,6 m.

En appliquant simplement le théorème de Pythagore, il est ainsi possible d'obtenir la distance exacte entre le bout de pale des éoliennes et le sommet de la végétation fonctionnelle la plus proche.

Tableau 25 : Calcul de la distance réelle à la végétation en bout de pale

Éolienne	Hauteur du mât en m (hh)	Longueur de pale en m (bl)	Distance du mât en m (b) aux haies	Hauteur de la végétation (haies) en m (fh)	Distance réelle en bout de pale (plan vertical)
E1	97	58,5	18	3	37
E2	97	58,5	68	3	58

Ainsi, l'éolienne E2 est implantée à distance (58 m) des habitats fonctionnels pour les chiroptères. Elle se situe ainsi en dehors des zones à risque pour les chauves-souris en termes de collision. En revanche, l'éolienne E1 est implantée à proximité (37 m) de ces habitats fonctionnels. Cette dernière se situe donc au sein d'une zone à risque pour les chauves-souris en termes de collision.

Or, il a été identifié six espèces qui présentent un risque potentiel de collision significatif sur le site : les Pipistrelles commune, de Nathusius et de Kuhl, les Noctules commune et de Leisler, et la Sérotine commune.

Pour la **Pipistrelle commune**, sur la zone d'étude, cette espèce est la plus abondante et présente une activité globale forte. Elle a été particulièrement active au niveau du plan d'eau du site de Soudan qui lui sert de zone de chasse. Dans une moindre mesure, elle parcourt les cultures, où son activité est alors faible à modérée. **Ainsi, sur le site, la sensibilité de la Pipistrelle commune au risque de collision est forte.**

Pour la Pipistrelle de Nathusius, sur la zone d'étude, son activité est globalement modérée, à l'exception de l'automne où sa présence est alors globalement faible. **Ainsi, la sensibilité aux collisions de la Pipistrelle de Nathusius sur le site est modérée.**

Pour la Pipistrelle de Kuhl, au niveau de la zone d'étude, son activité est globalement modérée. En revanche, au niveau des cultures, son activité est faible. **Sa sensibilité aux collisions est donc modérée sur le site.**

Concernant la **Noctule de Leisler**, sur le site, son activité est globalement faible, mais modérée au niveau de la haie SMB. **La sensibilité de la Noctule de Leisler au risque de collision est donc modérée au niveau du site.**

Pour la **Noctule commune**, sur le site, son activité est globalement faible (à la différence du site d'Erbray où elle est ponctuellement modérée, en été, sur deux habitats : le grand boisement situé au nord-est du site et la mare du site). **La sensibilité de la Noctule commune au risque de collision est donc modérée au niveau du site.**

Enfin, **pour la Sérotine commune**, sur le site, elle a été observée sur l'ensemble des points d'écoute passive, avec une activité globalement modérée et ponctuellement forte au niveau des haies en période de transit printanier et de mise-bas. A l'échelle de la ZIP, son activité est modérée à forte. **La sensibilité de cette espèce au risque de collision est modérée en général, et sur le site, également.**

La sensibilité de ces espèces est donc considérée comme forte pour la Pipistrelle commune et modérée pour les cinq autres espèces : la Pipistrelle de Nathusius, la Pipistrelle de Kuhl, la Noctule commune, la Noctule de Leisler et la Sérotine commune, dans la ZIP, dans les zones situées à moins de 50 mètres des matrices boisées.

Pour les autres espèces, leurs faibles effectifs sur le site d'études et/ou leur comportement de vol les exposent à des risques de collisions faibles à très faibles.

L'éolienne E1 est implantée à moins de 50 m des lisières et des haies et l'éolienne E2, à plus 50 m des lisières et des haies, et donc des zones à risque pour les chauves-souris en termes de collision. L'éolienne E2 sera donc implantée dans un contexte de moindre impact pour le risque de mortalité par collision pour les six espèces de chauves-souris susnommées, et a fortiori pour toutes les espèces.

Il est alors à noter que les suivis de mortalité du parc Soudan I, réalisés en 2021 (annexe 2) et en 2023 (annexe 3) dans le cadre du suivi d'exploitation ont montré, dans les deux cas, une absence de mortalité des chauves-souris pour l'éolienne E3 installée dans le secteur d'implantation de l'éolienne E2 du projet de renouvellement. Néanmoins, le suivi en nacelle réalisé en 2023, entre les mois de mars et novembre, a mis en évidence un niveau d'activité à hauteur de nacelle, globalement modéré sur cette période d'inventaire, pour 4 des 6 espèces présentant une sensibilité modérée à forte au risque de collision sur le site, à savoir la Pipistrelle commune, la Sérotine commune, la Noctule commune et la Noctule de Leisler.

Par ailleurs, ce même suivi de mortalité du parc Soudan I réalisé en 2021 a montré un cas de collision pour l'éolienne E1 (une Pipistrelle de Kuhl, le 18 août 2021), et aucun cas pour cette éolienne lors du suivi de 2023. En effet, un bridage a été mis en place sur le parc à l'issue des résultats du suivi 2021.

Ainsi, malgré les distances qui séparent l'éolienne E2 des habitats fonctionnels, réduisant notablement le risque de collision pour ces espèces, une mesure ERC doit être mise en place.

5.2. Phase travaux

Les impacts du projet en phase travaux sur les chiroptères sont essentiellement liés au risque de destruction de gîtes ou d'individus.

Sur la zone d'étude, aucun gîte effectif n'a été découvert au sein de la ZIP. En outre, les potentialités en termes de gîtes ne concernent que certaines haies présentant des arbres avec des micro-habitats où la sensibilité est modérée à forte. La sensibilité des chiroptères en phase travaux est donc modérée à forte au niveau des ces habitats et faible sur le reste de la ZIP.

Lors de l'élaboration du projet, concernant les zones d'implantation des machines, tous les boisements ont été évités et aucune destruction de bois n'est prévue. De même, toutes les haies et/ou arbre présentant un intérêt en termes de gîtes pour les chiroptères ont été évités. Ainsi, au niveau des zones d'emprises des éoliennes, le projet n'engendrera aucune destruction d'habitat d'intérêt pour les chauves-souris.

Toutefois, l'aménagement des accès et des raccordements nécessite l'arasement de **113 m linéaires de haie**. Ces 113 m concernent trois secteurs distincts de haies.

Pour le premier, il s'agit de 17 m linéaires de haie arbustive basse rectangulaire, situés au niveau de la RD771. La potentialité en termes de gîte de ce type de haie est nulle. En effet, ce linéaire est dépourvu d'arbres (photo ci-dessous). Ainsi, aucun gîte potentiel ne sera impacté dans le cadre du projet au niveau de ce secteur.



Figure 5 : Haie arbustive basse rectangulaire sur le site, au niveau de la RDD771

et le deuxième secteur, il s'agit respectivement de 17 m et 56 m linéaires se situant au niveau de la RD771 d'une part et au nord de la ZIP d'autre part. Pour ces deux secteurs, il s'agit de linéaires de haie arbustive basse rectangulaire. La potentialité en termes de gîte de ce type de haie est nulle. En effet, ils sont dépourvus d'arbres. Ainsi, aucun gîte potentiel ne sera impacté dans le cadre du projet au niveau de ces deux secteurs.

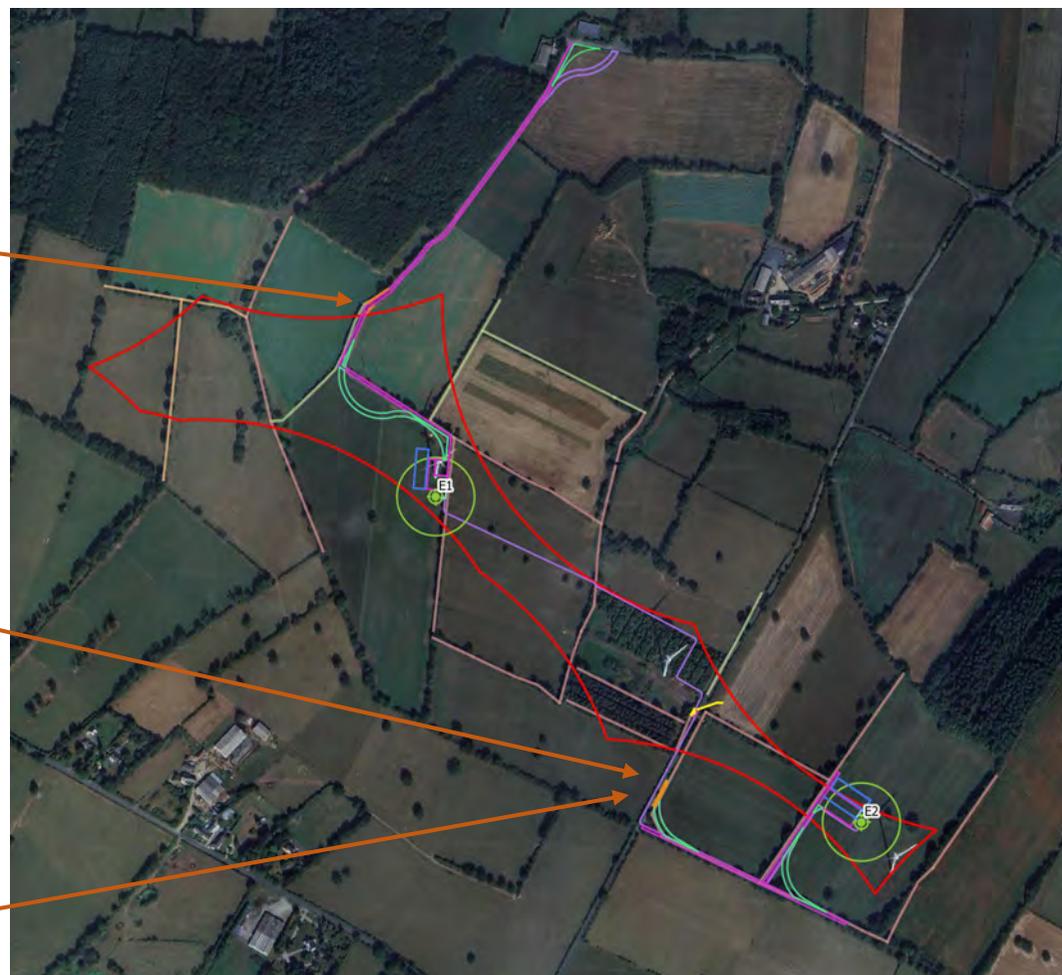
Pour le deuxième et le troisième secteur, il s'agit respectivement de 56 m et de 40 m linéaires se situant au nord de la ZIP d'une part, et au sud du site d'autre part, au sein de linéaires de haie de 261 m et de 377 m dont la sensibilité globale en termes de gîte, à l'échelle de la haie dans sa totalité, a été estimée comme faible pour le deuxième secteur et comme forte pour le troisième secteur. Cependant, comme le montrent la carte et les photos des linéaires concernés par l'arasement en page suivante, les portions de 56 m et de 40 m de haies destinées à être supprimées dans le cadre du projet ne présentent pas d'enjeu en termes de gîte pour les chiroptères. En effet, les arbres concernés sont des sujets jeunes sans cavité. Ainsi, aucun arbre présentant des capacités d'accueil ne sera impacté dans le cadre du projet.

Tableau 26 : Potentialités d'accueil en gîtes arboricoles du linéaire de haie coupé

Éolienne	Linéaire	Sensibilité à l'échelle du site vis-à-vis des chiroptères	Potentialité d'accueil du secteur concerné par l'arasement
Virage RD771	17 m	Faible	Nulle
Accès E1	56 m	Faible	Nulle
Accès E2	40 m	Faible	Nulle

Les impacts du projet sur les chauves-souris durant la phase des travaux sont nuls pour les boisements et les haies, compte tenu des trois secteurs de linéaires concernés par l'arasement lesquels ne présentent aucun arbre pour le premier linéaire et aucun arbre susceptible d'accueillir des gîtes pour le deuxième et le troisième linéaire. Cette destruction de haie est nécessaire à l'acheminement et aux travaux de construction des machines et limitée au maximum.

Enfin, les haies représentent des zones de corridor pour ces espèces. L'impact sur la perte de corridor est analysé dans le chapitre « Impacts sur les corridors et les trames vertes et bleues ».



calidris
expertises environnementales

Zone d'implantation potentielle

Projet d'aménagement

- Eoliennes
- Plateformes et accès
- Massif stabilisé
- Aménagements provisoires
- Poste de livraison
- Raccordement électrique
- Stockage
- Arbres / haies supprimés

Sensibilité des chiroptères en phase travaux

- Faible
- Modérée
- Forte

0 150 300 m

Source : CHP
Fond : Google satellite
Préparation : Calidris - Juin 2022
OGS 3.10.10-A Corolia

N

Carte n°34 : **Projet de renouvellement éolien et localisation des sensibilités chiroptérologiques liées à la phase travaux**

5.3. Synthèse des impacts bruts sur les chiroptères

5.3.1. EN PHASE EXPLOITATION

Les impacts du projet en termes de risque de collision pour les chiroptères sont potentiellement modérés à forts pour six espèces, les Pipistrelles commune, de Kuhl et de Nathusius, les Noctules commune et de Leisler, et la Sérotine commune.

Compte tenu **des résultats du suivi d'activité à hauteur de nacelle réalisé de mars à novembre en 2023 dans le cadre du suivi d'exploitation du parc de Soudan I, lequel conclut à la nécessité d'un plan d'arrêt pour toutes les éoliennes, et ce en dépit de l'éloignement de l'éolienne E2 des haies, de son implantation en zone d'agriculture intensive et des résultats des suivis de mortalité de 2021 et de 2023 qui ont montré une absence de mortalité des chauves-souris pour l'éolienne E3 du parc Soudan I installée dans le secteur d'implantation de l'éolienne E2 du projet de renouvellement, et donc au sein d'un contexte de moindre impact pour le risque de mortalité par collision. En effet, ces six espèces ont une activité notable sur le site.**

Une mesure ERC doit donc être mise en place.

Tableau 27 : Synthèse des impacts sur les chiroptères - Risque de collision

Lieu d'implantation		E1	E2
Habitat		Prairie intensive	Prairie mésophile
Distance aux lisières ou structure arborée écologiquement fonctionnelle		37 m (haie)	58 m (haie)
Sensibilité des lieux d'implantation vis-à-vis du risque de collision		Fort	Faible
Espèces de chiroptères présentes sur le site	Sensibilité en termes de collision sur le site	Niveau d'impact par espèce	
Petit Rhinolophe	Très faible	Négligeable	Négligeable
Barbastelle d'Europe	Faible	Négligeable	Négligeable
Grand Murin	Faible	Négligeable	Négligeable
Murin à moustaches	Faible	Négligeable	Négligeable
Murin de Bechstein	Faible	Négligeable	Négligeable
Murin à oreilles échancrées	Faible	Négligeable	Négligeable
Murin de Natterer	Faible	Négligeable	Négligeable
Murin de Daubenton	Faible	Négligeable	Négligeable
Oreillard gris	Très faible	Négligeable	Négligeable
Oreillard roux	Très faible	Négligeable	Négligeable
Sérotine commune	Modérée	Modérée	Modérée
Pipistrelle de Kuhl	Modérée	Modérée	Modérée
Pipistrelle commune	Forte	Forte	Forte
Pipistrelle de Nathusius	Modérée	Modérée	Modérée
Noctule commune	Modérée	Modérée	Modérée
Noctule de Leisler	Modérée	Modérée	Modérée
Niveau d'impact global		Fort	
Nécessité de mesures ERC		Oui	

5.3.2. EN PHASE TRAVAUX

Aucun linéaire de haie et aucun arbre potentiellement favorables au gîte des chiroptères n'est impacté dans le cadre du projet. L'impact relatif au risque de destruction de gîtes est donc nul, puisqu'alors aucun gîte avéré ou potentiel (arbre creux, arbres présentant des cavités et arbres sénescents) ne peut être impacté.

Tableau 28 : Synthèse des impacts sur les chiroptères –Risque de destruction de gîte

Aménagement du parc éolien	Linéaire de haie impacté	Arbres isolés coupés	Potentialité d'accueil du secteur concerné par l'arasement	Impact (Toutes espèces confondues)	Nécessité de mesures ERC
E1	0 m	0	-	Nul	Non
E2	0 m	0	-	Nul	Non
PDL	0 m	0	-	Nul	Non
Accès	113 m	0	Faible	Nul	Non

Au terme de cette analyse, on constate que les impacts bruts du projet en termes de risque de collision pour les chiroptères sont potentiellement modérés à forts, pour six espèces, compte tenu des résultats du suivi en nacelle réalisé en 2023, de mars à novembre, dans le cadre du suivi d'exploitation du parc de Soudan I, et ce en dépit de l'éloignement de l'éolienne E2 des haies, de son implantation en zone d'agriculture intensive, et donc au sein d'un contexte de moindre impact pour le risque de mortalité par collision, et du résultat des suivis de mortalité qui ont montré une absence de mortalité des chauves-souris pour l'éolienne E3 du parc Soudan I installée dans le secteur d'implantation de l'éolienne E2 du projet de renouvellement. En effet, ces six espèces ont une activité notable sur le site. De fait, une mesure ERC est nécessaire.

Les impacts relatifs au risque de destruction de gîtes sont quant à eux nuls, car le projet ne prévoit aucune suppression de boisement et aucun linéaire de haie présentant d'arbres susceptibles d'accueillir des gîtes. Le linéaire total de haie supprimé de 113 m ne présente que des sujets jeunes sans cavité. Le projet n'impacte donc aucun gîte potentiel ou avéré sur le site.

6. Analyse des impacts bruts sur la flore et les habitats

Sur le site d'études, aucune espèce végétale protégée et aucun habitat naturel patrimonial n'a été observé. Cependant, une espèce patrimoniale a été notée lors des prospections : le Frêne commun, espèce cotée « Quasi menacée » à la liste rouge européenne. Cette espèce a été observée au niveau des plantations très artificielles du site où elle n'est pas à enjeu et régulièrement au sein de l'ensemble du réseau de haies, mais elle n'a pas fait l'objet de pointages.

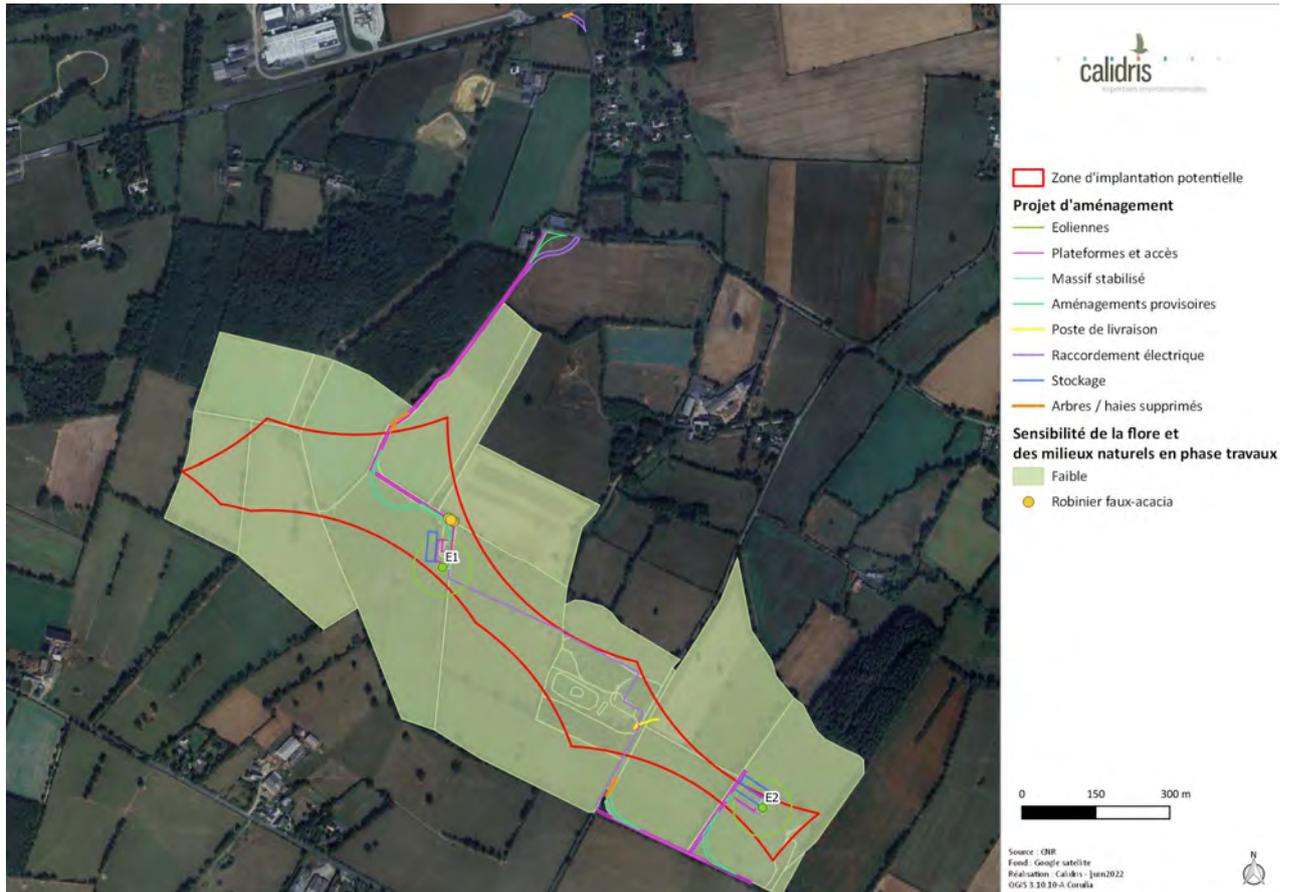
Or, parmi les trois secteurs de linéaires de haie concernés par l'arasement, seuls les linéaires de haie de 56 m et de 40 m présentent des arbres. Des prospections de terrain complémentaires ont alors été réalisées sur le site le 07 mars 2023 afin d'identifier les essences d'arbres en présence au sein de ces linéaires de haie. Ces prospections ont permis de déterminer l'absence du Frêne commun sur ces 56 m et de 40 m de linéaire de haie destinés à être arasés.

Par ailleurs, il a été recensé quelques pieds de Robinier faux-acacia dans une haie à proximité de l'éolienne E1 sur le site de Soudan. S'agissant d'une espèce exotique envahissante, elle est favorisée lors des travaux par la perturbation des sols et la mise à nu du substrat, trouvant alors les conditions favorables à son implantation. Cette espèce peut ainsi coloniser de nouveaux sites par semis. En outre, elle a une bonne capacité à drageonner (notamment lorsqu'elle est coupée), augmentant rapidement les surfaces couvertes.

Cependant, les pieds de Robinier faux-acacia recensés sur le site ne seront pas concernés par les travaux, se situant en dehors des zones d'emprise et absents des linéaires de haie destinés à l'arasement.

Ainsi, pour l'ensemble du site, la sensibilité est faible.

Eu égard aux sensibilités faibles à nulles en matière d'habitat naturel et à l'absence de plante protégée au sein du site et de plante patrimoniale et d'espèce invasive au sein des trois secteurs de linéaires de haie supprimés, l'impact brut sur les habitats naturels et la flore associée est faible en phase travaux et nul en phase exploitation.



Carte n°35 : **Projet de renouvellement éolien et sensibilité des habitats naturels et de la flore en phase travaux**

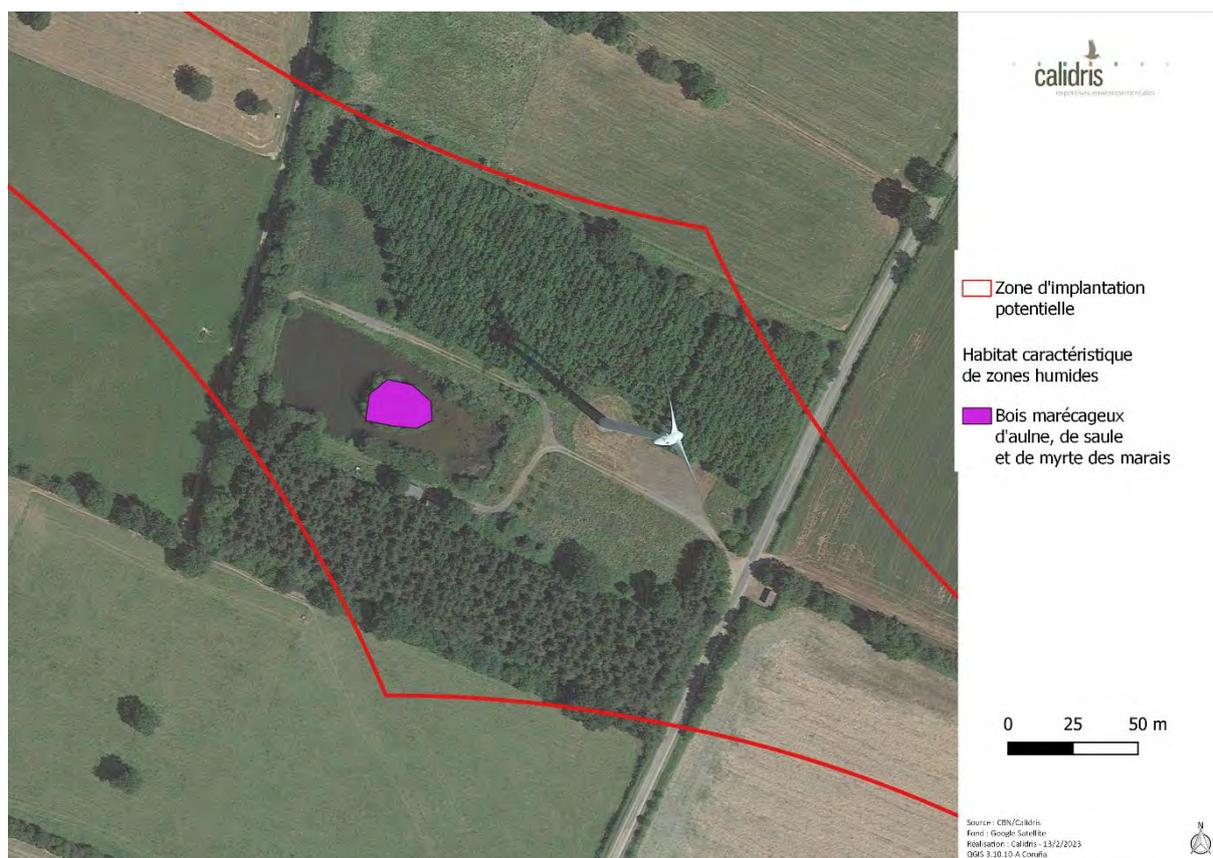
7. ANALYSE DES IMPACTS SUR LES ZONES HUMIDES

7.1. Résultats de l'étude « zones humides »

7.1.1. CRITERES FLORISTIQUES

Les inventaires concernant la flore et les habitats naturels attestent de la présence d'un habitat caractéristique de zones humides :

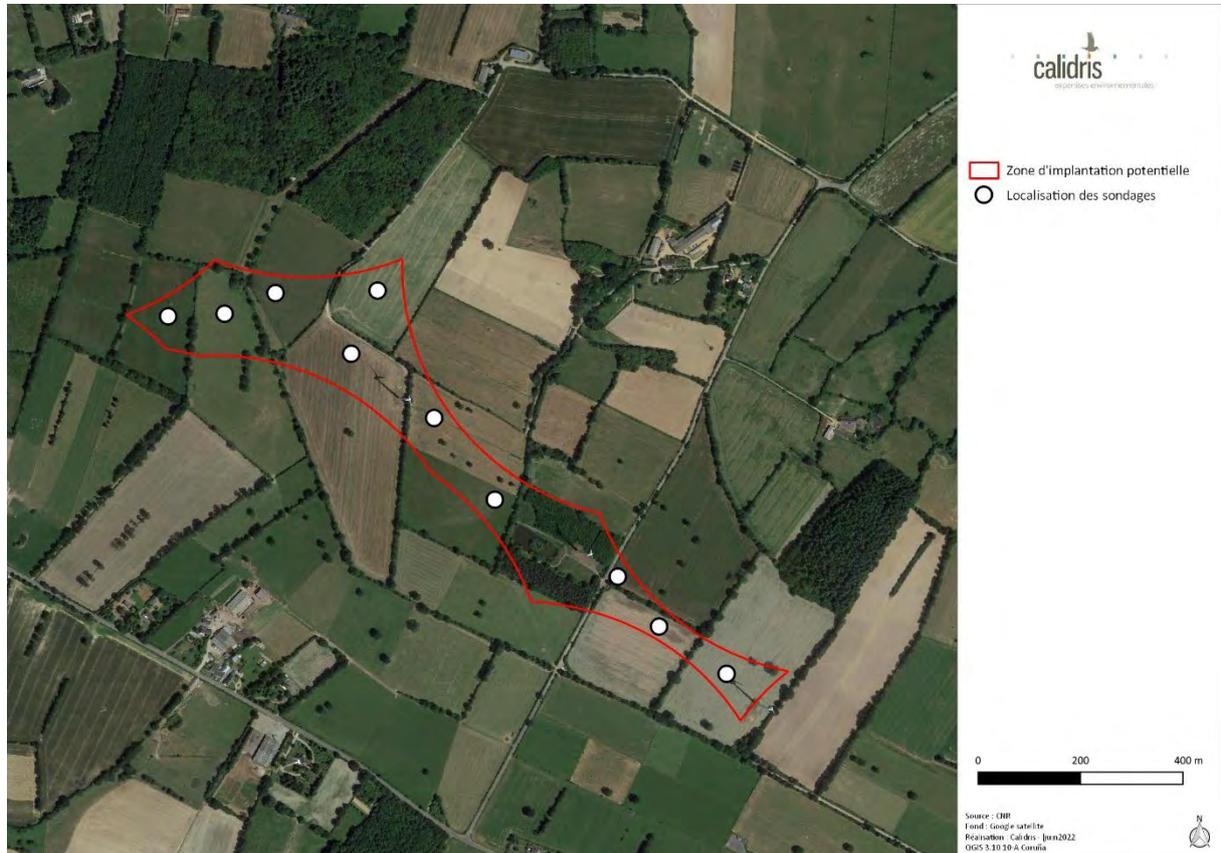
- ✚ **Saulaie** : (Code Corine Biotope : 44.9 Bois marécageux d'aulne, de saule et de myrte des marais) : Un plan d'eau artificiel aménagé pour la chasse est présent auprès de l'éolienne E2 sur le site de Soudan. Des Joncs diffus (*Juncus effusus*) colonisent le plan d'eau. On trouve également des saules (*Salix atrocinerea*) sur les berges. Au centre du plan d'eau, un îlot est présent composé d'un fourré de saules (*Salix atrocinerea*) qui semble assez dense. Cette saulaie est inaccessible du fait de son emplacement. De fait, la flore herbacée n'a pas pu être inventoriée.



Carte n°36 : Localisation de l'habitat caractéristique de milieu humide

7.1.2. CRITERES PEDOLOGIQUES

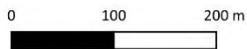
Afin d'étudier plus précisément les impacts du projet sur les zones humides, **10 sondages et 21 sondages complémentaires** ont été réalisés sur la zone d'implantation potentielle du projet de renouvellement éolien.



Carte n°37 : Localisation des sondages pédologiques



- Implantation des aménagements
- Localisation des sondages pédologiques complémentaires



Source : CNR/ Calidris
 Fond : Google satellite
 Réalisation : Calidris - 8/12/2023
 QGIS 3.10.10-A Coruña



Carte 1 : Localisation des sondages pédologiques complémentaires

Le tableau ci-dessous présente les résultats des sondages pédologiques réalisés sur la ZIP.

Tableau 29 : Détails des sondages et classes d'hydromorphie associées

Profondeurs des traces rédoxiques	Classe GEPPA	Zone humide	Numéro de sondages
Absence de traces d'hydromorphie	Hors classe	Non	1, 3, 5, 6, 7, 9, 10
Début des traces rédoxiques après 50 cm et continuité des traces rédoxiques après 80 cm	IIIb	Non	4
Début des traces rédoxiques après 25 cm et continuité des traces rédoxiques après 100 cm	IVc	Non	2
Début des traces rédoxiques avant 25 cm et continuité des traces rédoxiques après 60 cm	Vb	Oui	8

Tableau 30 : Détails des sondages et classes d'hydromorphie associées

Profondeurs des traces rédoxiques	Classe GEPPA	Zone humide	Numéro de sondages
Absence de traces d'hydromorphie	Hors classe	Non	1', 2', 9', 13', 18', 19', 20'
Début des traces rédoxiques après 50 cm et continuité des traces rédoxiques avant 80 cm	IIIa	Non	3', 11', 21'
Début des traces rédoxiques après 50 cm et continuité des traces rédoxiques après 80 cm	IIIb	Non	6', 8'
Début des traces rédoxiques après 25 cm et arrêt des traces rédoxiques avant 80 cm	IVb	Non	4', 5', 7', 14', 15', 17'
Début des traces rédoxiques avant 25 cm et continuité des traces rédoxiques après 60 cm	Vb	Oui	10', 12', 16'

L'illustration photographique des profils types de sondages rattachés aux différentes classes de sols GEPPA est présentée en annexe 1.

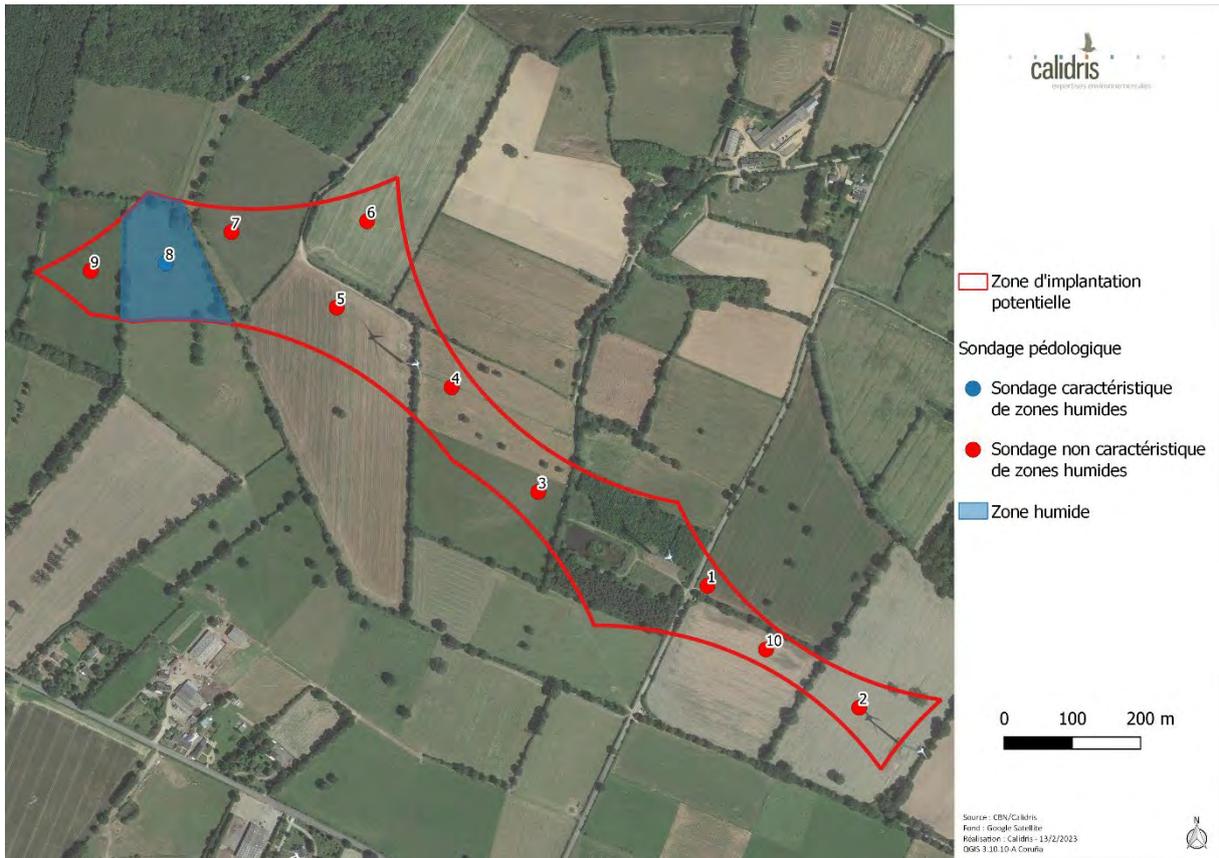
7.1.3. DELIMITATION « ZONES HUMIDES

Les inventaires réalisés (pédologie, flore et habitats naturels) permettent de mettre en évidence la présence de plusieurs zones humides au droit des différentes entités de la zone d'implantation.

Les sols retrouvés sont des brunisols rédoxiques ou luvisols rédoxiques. Les zones humides recensées sont à proximité de linéaires hydrauliques ou de dépression topographique. Elles sont majoritairement sur des prairies pâturées.

La zone humide identifiée sur critère végétal est très localisée sur un îlot au milieu d'une surface en eau. Elle se trouve en dehors des aménagements.

Au total on délimite une surface sur le critère habitat de 361 m² et 24 454 m² sur le critère pédologique. Au total de 24 815 m² de zone humide.



Carte n°38 : Résultat des sondages pédologiques





 expertises environnementales

0 50 100 150 m

Source :
 Fond :
 Réalisation : Calidris - 15/7/2024



- Sondage pédologique**
- Sondage caractéristique de zones humides
 - Sondage non caractéristique de zones humides
 - Zone humide
- Projet d'aménagement**
- implantations

Carte n°39 : Résultats des sondages pédologiques des compléments sur les implantations

7.2. Évaluation des impacts sur les zones humides

Les 10 sondages pédologiques et les 21 sondages complémentaires réalisés au niveau de la zone d'implantation potentielle du projet ont permis de révéler la présence de 24 815 m² de zones humides, au sens de l'arrêté du 24 juin 2008 modifié le 1^{er} octobre 2009.

Une zone humide a également été identifiée sur critère végétal : elle est très localisée sur un îlot au milieu d'une surface en eau.

Cependant, les implantations (éoliennes, plateformes et poste de livraison) se situent en dehors des zones humides délimitées. Il en est de même pour les voiries.

Concernant, le câblage électrique dont 141 mètres linéaires se situent en zone humide (points de sondage pédologique 10, 12 et 16), se pose d'abord la question du maintien de la fonctionnalité écologique, les câbles enterrés pouvant agir comme un drain et modifier l'hydrologie de l'ensemble.

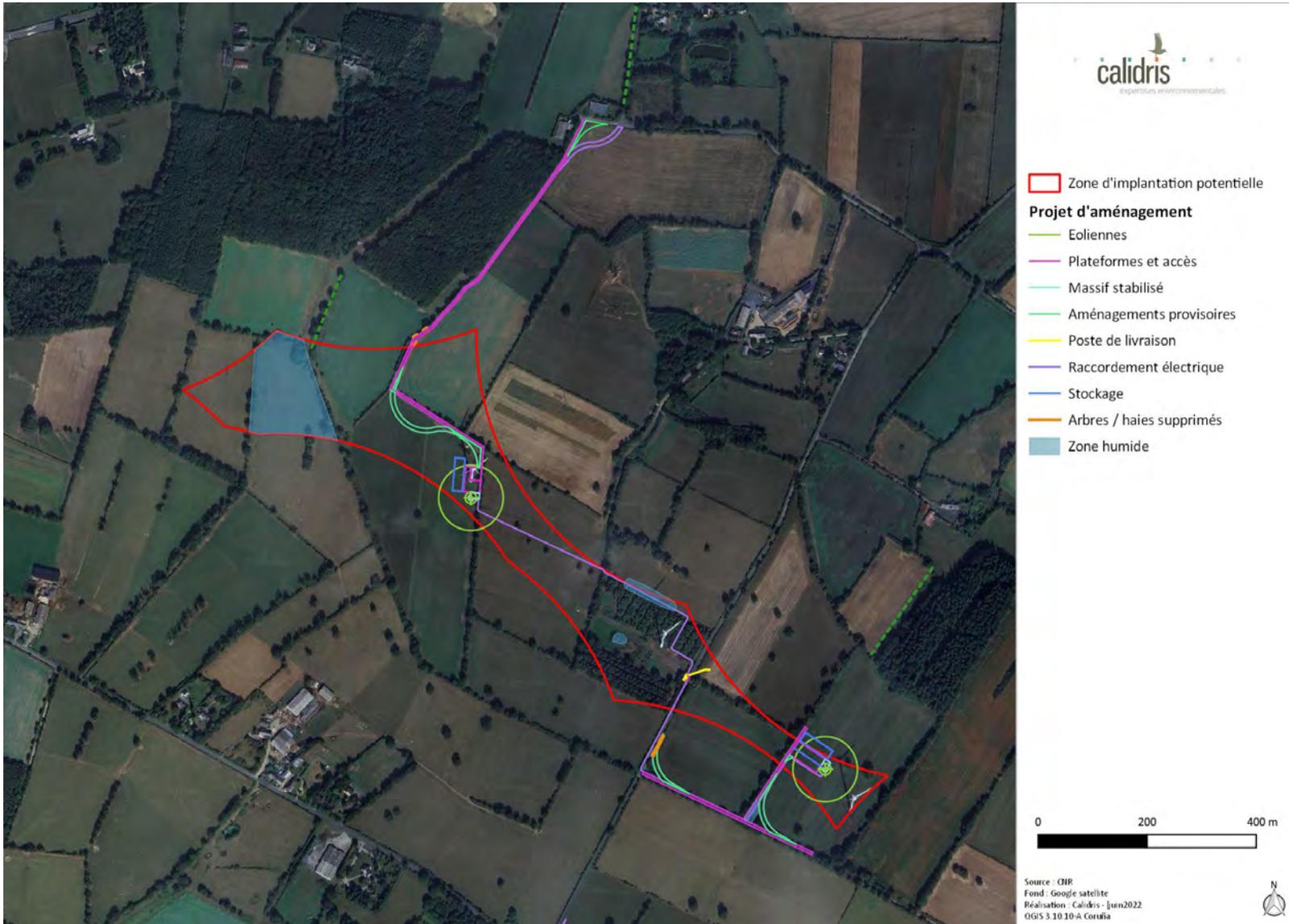
D'un point de vue technique, l'ensemble de ces liaisons est constitué de câbles enterrés à une profondeur de l'ordre de 1 m à 1,20 m. Les tranchées réalisées ont une largeur d'environ 0,4 m. L'ensemble des surfaces concernées est remis en état à l'issue des travaux (égalisation, nivellement du sol, remise en place de la terre végétale éventuellement décapée). Les différentes couches de sol sont séparées puis réintroduites successivement au moment du remblaiement. Le sol retrouve donc sa fonction et son aspect initiaux.

Enfin, le câble enfoui est tout terrain (il n'est donc pas placé dans un tuyau).

D'un point de vue de la fonctionnalité écologique, l'impact temporaire est très faible (surface impactée réduite, conservation des différentes couches de terre). En termes d'impact permanent vis-à-vis des fonctionnalités physiques, le câble enfoui étant tout terrain, l'ensemble sera perméable, permettant d'éviter l'effet « drain ». De ce fait l'impact est jugé négligeable, dans ces conditions, aucune mesure ERC ne se justifie.

Enfin, compte tenu des techniques employées, la surface impactée sera inférieure à 1000 m² (0,1 ha). De manière réglementaire, il n'y a donc pas obligation de réaliser une étude d'incidence au titre de la Loi sur l'eau (Art. R. 214-1 du code de l'environnement).

Le projet n'aura donc aucun impact résiduel sur les zones humides. L'impact sur les zones humides sera donc nul.



Carte n°40 : **Projet de renouvellement éolien et localisation des zones humides**

8. ANALYSE DES IMPACTS BRUTS SUR LA FAUNE TERRESTRE

La faune hors oiseaux et chiroptères n'est pas sensible aux éoliennes en fonctionnement, seule la destruction des habitats en phase de travaux peut nuire à ces espèces.

Sur le site, plusieurs espèces protégées ont été notées, pour les amphibiens, la Grenouille verte, pour les reptiles, la Couleuvre helvétique, et pour les Coléoptère saproxylophages, le Grand Capricorne.

Ainsi, la sensibilité du site pour la faune terrestre est forte au niveau des points d'eau, lesquels accueillent les amphibiens, et au niveau des haies et boisements, pour les insectes saproxylophages. Ces milieux sont également favorables aux reptiles, et notamment à la Couleuvre helvétique. En dehors de ces secteurs, la sensibilité du site est faible pour la faune terrestre en phase travaux.

Or, les 2 éoliennes du projet de renouvellement ainsi que les aménagements annexes sont situés dans des zones de sensibilités faibles pour la faune terrestre. Leur implantation aura donc un impact brut nul.

Néanmoins, l'aménagement de chemins entraîneront l'arasement d'un linéaire de 113 mètres de haies, classées en sensibilité forte pour la faune terrestre. En effet, pour les linéaires de 56 m et de 40 m situés au nord et au sud, il s'agit respectivement de portions de haie arbustive basse rectangulaire et de haie arbustive haute, et pour le linéaire de 17 m, d'une haie basse. Les deux premiers linéaires de haies constituent des habitats assez fonctionnels pour la faune terrestre. Ces haies sont utilisées comme zone de transit, d'alimentation et de refuges.

Sur le site, une espèce de reptile protégée, la Couleuvre helvétique et une espèce de Coléoptère saproxylophage protégée, le Grand Capricorne, ont été contactées. Ainsi, les impacts du projet sur ces deux espèces, et notamment l'impact de la suppression de 40 m d'une portion d'une haie arbustive haute, de 56 m de haie arbustive basse rectangulaire et de 17 m de haie basse ont été évalués à partir des caractéristiques des haies impactées et des résultats des inventaires qui y ont été menés.

Or, pour ce qui est de la destruction de ces 113 m linéaires de haie au total, les impacts bruts du projet sur les reptiles sont faibles en phase travaux, en période estivale, en termes de destruction des individus, au regard des résultats des inventaires. En effet, un seul individu de Couleuvre helvétique a été contacté sur le site, observé en lisière de boisement, au sein d'un habitat très

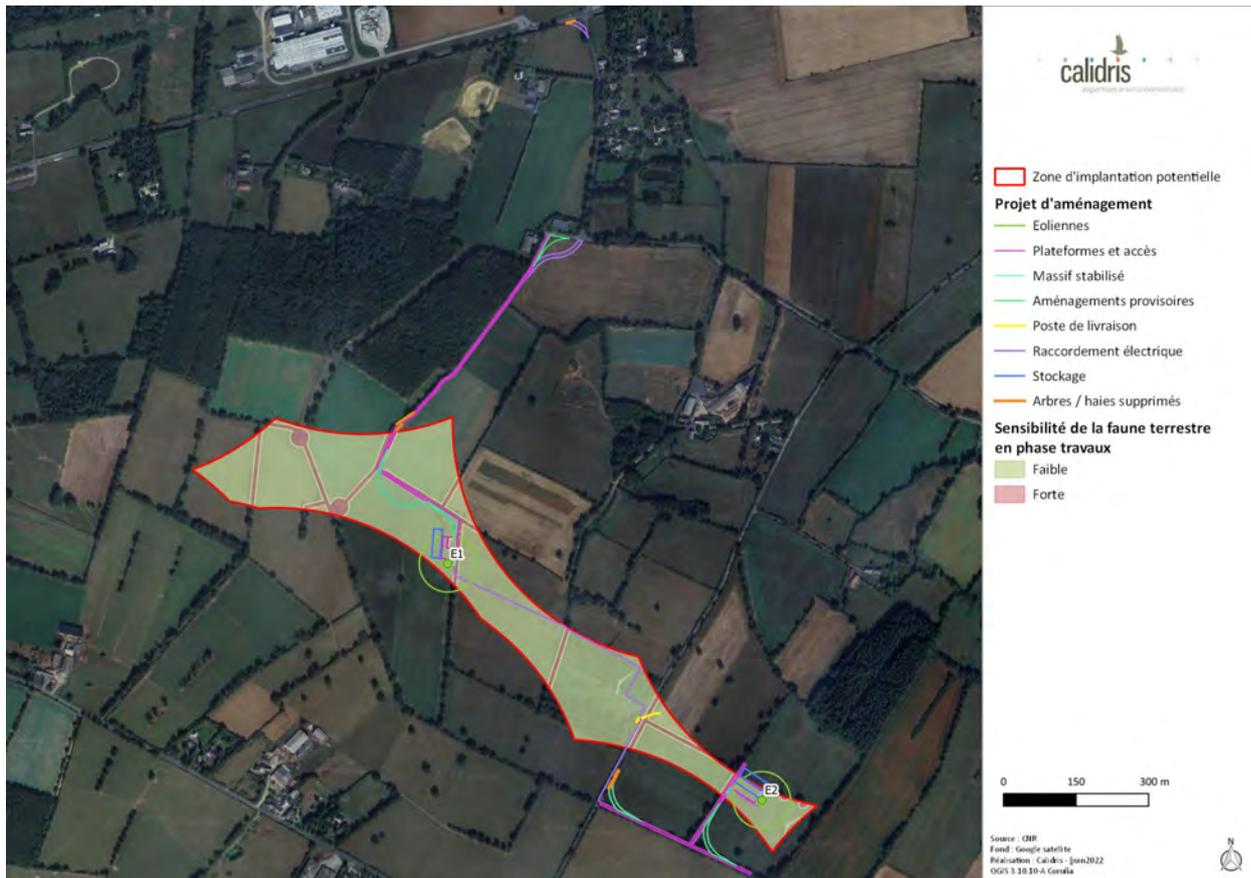
différent de celui en présence au niveau du secteur de haie supprimé situé à proximité (haie arbustive basse rectangulaire) et à grande distance du linéaire de haie arbustive haute supprimé. En outre, en hiver, il est encore moins probable que les reptiles soient présents dans les haies concernées par l'arasement étant donné l'absence de zone pierreuse. Enfin, il est à noter que la mesure ME 2. Adaptation de la période des travaux sur l'année (présentée ci-après) permet d'éviter la période estivale. De fait, les impacts résiduels du projet sur les reptiles seront non significatifs.

Pour ce qui concerne les insectes saproxylophages, les arbres en présence au sein des linéaires de haie supprimés ne sont pas susceptibles d'accueillir ce cortège, s'agissant pour les quelques sujets en présence, d'arbres jeunes.

Enfin, les suppressions de haies nécessaires aux aménagements du projet ont été réduites au maximum dans un souci de réduction de surfaces à aménager et en faisant coïncider au maximum l'orientation des aménagements avec le sens des cultures.

Les impacts bruts du projet sur la faune terrestre concernant la destruction de haies seront donc faibles.

Concernant les fonctionnalités de corridor de ces haies, l'impact du projet sera traité dans le chapitre « Impacts sur les corridors et les trames vertes et bleues ».



Carte n°41 : **Projet de renouvellement éolien et sensibilité de la faune terrestre en phase travaux**

9. ANALYSE DES IMPACTS BRUTS SUR LES SERVICES ECOSYSTEMIQUES

Il n'y a pas ou peu d'incidences sur les habitats naturels au sein de la ZIP. Les services écosystémiques rendus par les espèces restent identiques à l'état initial.

L'impact sur les services écosystémiques est donc nul à faible.

10. EFFETS CUMULES

Les effets cumulés s'envisagent au regard des projets présents (incluant aussi bien les dossiers en instruction que ceux en exploitation) situés autour du parc éolien proposé et pour lesquels l'autorité administrative a donné un avis.

Or, dans un périmètre de 20 km autour du projet, se situent 19 parcs construits, en service. Par ailleurs, 6 parcs sont accordés, mais non construits. Enfin, un parc est en instruction, deux ont fait l'objet d'un refus et un a été abandonné.

Les effets sur la faune du projet de renouvellement du parc éolien de Soudan cumulés avec ceux des sites proches doivent être envisagés tant pour ce qui est de la perturbation des habitats que de la mortalité tout au long des cycles biologiques. Il est nécessaire de rappeler que le projet est un renouvellement de parc éolien dont les impacts seront identiques, voire inférieurs (selon les taxons) au parc actuel, le nombre d'éoliennes étant diminué, avec une éolienne en moins. Aucun effet cumulé supplémentaire n'est donc à prévoir.

10.1. Effets cumulés sur l'avifaune

10.1.1. ESPECES NICHEUSES

Pour l'avifaune nicheuse, les espèces observées sur le site d'étude sont peu sensibles aux éoliennes en fonctionnement que ce soit pour le risque de collision ou la perte de territoire. Ainsi, les impacts du projet n'ont aucun impact significatif en phase exploitation sur l'avifaune nicheuse. Les impacts du projet sont liés à la période de travaux, qui pourrait entraîner un dérangement et des destructions de nichées pour les espèces nichant au sol et au sein de haies.

Relativement aux espèces présentes en période de reproduction, elles ont des territoires d'une superficie limitée : de l'ordre de quelques hectares pour les passereaux. En outre, elles sont inféodées aux milieux en présence (cultures, boisements, ensemble milieu ouvert-haie). De ce fait, les individus des espèces nichant sous l'emprise du projet de renouvellement éolien proposé ne sont pas susceptibles de subir d'effets cumulés liés aux projets voisins.

Concernant le Busard Saint-Martin, on notera que selon les travaux DE BELLEFROID et al (2009), la présence d'éoliennes n'affecte pas la capacité de l'espèce à fréquenter (et à nicher, mais l'espèce n'est pas nicheuse sur le site) dans les zones de culture. **Par conséquent, aucun cumul d'effet biologiquement significatif n'est à noter.**

10.1.2. ESPECES EN HIVERNAGE

Sur le site, les espèces observées en hiver sont communes et abondantes sur leur aire de répartition à cette période de l'année. En outre, les effectifs présents sont limités. Par ailleurs, aucun dortoir n'a été mis en évidence et aucun rassemblement d'envergure (avec plusieurs milliers d'individus) n'a été observé. La présence d'une trame bocagère relativement dense limite l'attractivité de la zone pour les espèces grégaires telles que le Vanneau huppé ou le Pluvier doré, absents du site d'étude en cette période.

Le site n'est donc pas réellement propice à l'avifaune en hivernage, et aucun impact significatif n'a été identifié pour le projet. De ce fait, les individus des espèces hivernant sous l'emprise du projet de renouvellement éolien proposé ne sont **pas susceptibles de subir d'effets cumulés liés aux projets voisins.**

10.1.3. ESPECES EN MIGRATION

Sur la zone d'études, il n'y a aucun couloir de migration avéré ou potentiel : en l'absence de relief contraignant, les oiseaux survolent l'ensemble du site et les environs sur un front large et diffus. De plus, aucun grand rassemblement notoire n'a été observé.

Ainsi, les sensibilités de l'avifaune en période de migration sur le site sont globalement faibles en raison de la faiblesse des effectifs observés et du caractère diffus de la migration. Les quelques espèces patrimoniales observées sont présentes en effectifs faibles et ne présentent pas de sensibilité particulière à l'éolien à ce moment de leur cycle biologique.

En outre, les espaces de respiration entre le projet de renouvellement du parc de Soudan et les parcs d'Erbray et de Soudan II, situés respectivement à près de 2 et 3 km, à l'est et l'ouest du parc de Soudan permettent très largement le passage des migrateurs et ne cause aucun éventuel effet barrière. En effet, en l'absence de relief contraignant et du fait de l'inter-distance entre les éoliennes des parcs étudiés, le cumul des projets n'augmentera pas de manière significative la rugosité à la migration. La dépense énergétique supplémentaire induite par le contournement éventuel des différents parcs n'apparaissant pas avoir d'effet biologiquement significatif, tant en termes de survie des individus ou des populations (DELPRAT, 2012). Par conséquent, **aucun effet barrière biologiquement significatif (augmentation de la dépense énergétique) n'est à attendre.**

Les impacts du projet de renouvellement de Soudan sont donc faibles. De ce fait, les effets **cumulés avec les autres parcs éoliens seront faibles en période de migration.**

Les effets cumulés attendus sont donc négligeables à faibles pour l'avifaune.

10.2. Effets cumulés sur les chiroptères

10.2.1. DESTRUCTION DE GITES

Relativement aux chiroptères, aucun gîte n'est détruit ou perturbé du fait du renouvellement du parc éolien de Soudan. De ce fait, aucun cumul d'effet n'est attendu.

10.2.2. MORTALITE

Les impacts potentiels du projet de renouvellement du parc de Soudan en termes de risque de collision pour les chiroptères sont potentiellement modérés à forts pour six espèces, les Pipistrelles commune, de Kuhl et de Nathusius, les Noctules commune et de Leisler, et la Sérotine commune, compte tenu des résultats du suivi en nacelle réalisé dans le cadre du suivi d'exploitation du parc de Soudan I, et ce en dépit de l'éloignement de l'éolienne E2 des haies, et de son implantation en zone d'agriculture intensive, et donc au sein d'un contexte de moindre impact pour le risque de mortalité par collision, **et ceci étant corroboré par le résultat des suivis de mortalité de 2021 et 2023 qui ont montré une absence de mortalité des chauves-souris pour l'éolienne E3 du parc Soudan I installée dans le secteur d'implantation de l'éolienne E2 du projet de renouvellement. En effet, ces six espèces ont une activité notable sur le site.**

Cependant, les éoliennes du projet de renouvellement de Soudan, puisqu'elles présentent un risque de collision, feront l'objet d'une mesure ERC, consistant en un plan d'arrêt. Dès lors, aucun impact résiduel significatif n'est attendu sur les populations locales de chiroptères. **Par conséquent, aucun effet cumulé significatif n'est attendu.**

Les effets cumulés attendus sont donc faibles pour les chiroptères.

10.3. Effets cumulés sur la faune terrestre et la flore

Les effets quant à ces taxons sont liés uniquement aux zones d'emprise et s'analysent donc projet par projet. Ce constat est d'autant plus approprié que les implantations proposées sont situées au sein de secteurs où aucune sensibilité concernant la faune terrestre n'a été identifiée. De fait, **aucun cumul d'effet n'est attendu.**

10.4. Synthèse

L'analyse des effets cumulés du projet de renouvellement du parc éolien de Soudan proposé avec les parcs éoliens accordés et construits montre que, qu'il s'agisse de l'avifaune, des chiroptères, de la faune terrestre ou de la flore, ceux-ci apparaissent négligeables et non susceptibles de remettre en cause le bon accomplissement du cycle écologique des espèces. De ce fait aucune mesure d'intégration environnementale supplémentaire ne se justifie.

Contexte éolien

Erbray & Soudan (44)

Février 2023

Légende

Limites Administratives

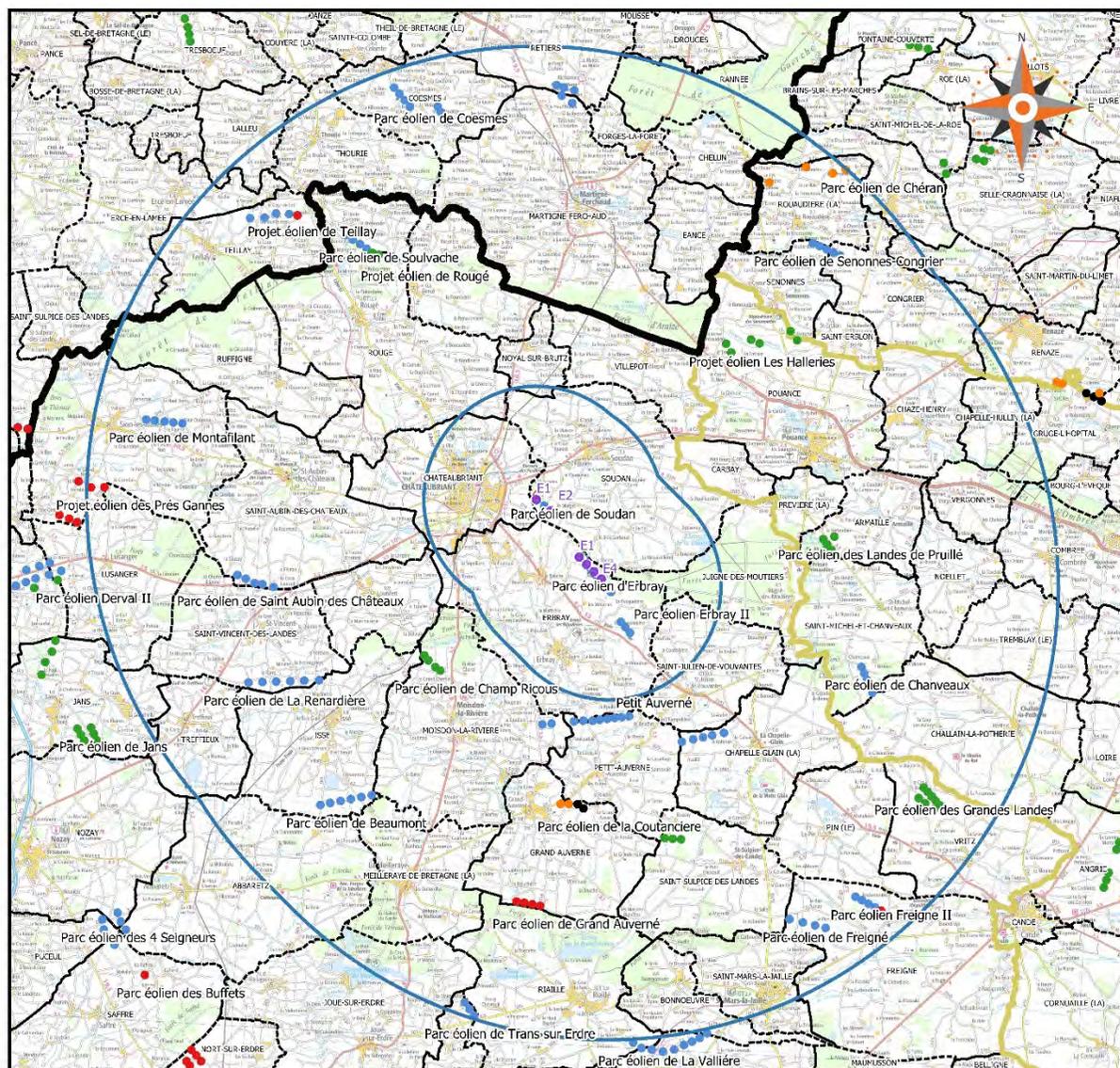
- Region
- Limites départementales
- Limites communales

Variante

- Eolienne Erbray&Soudan
- Perimetre de 20 km

Contexte éolien

- Eolienne en service
- Eolienne accordee
- Eolienne en instruction
- Eolienne abandonnee
- Eolienne refusee



Carte n°42 : Localisation des parcs éoliens dans un rayon de 20 kilomètres

11. IMPACTS SUR LES CORRIDORS ET LES TRAMES VERTES ET BLEUES

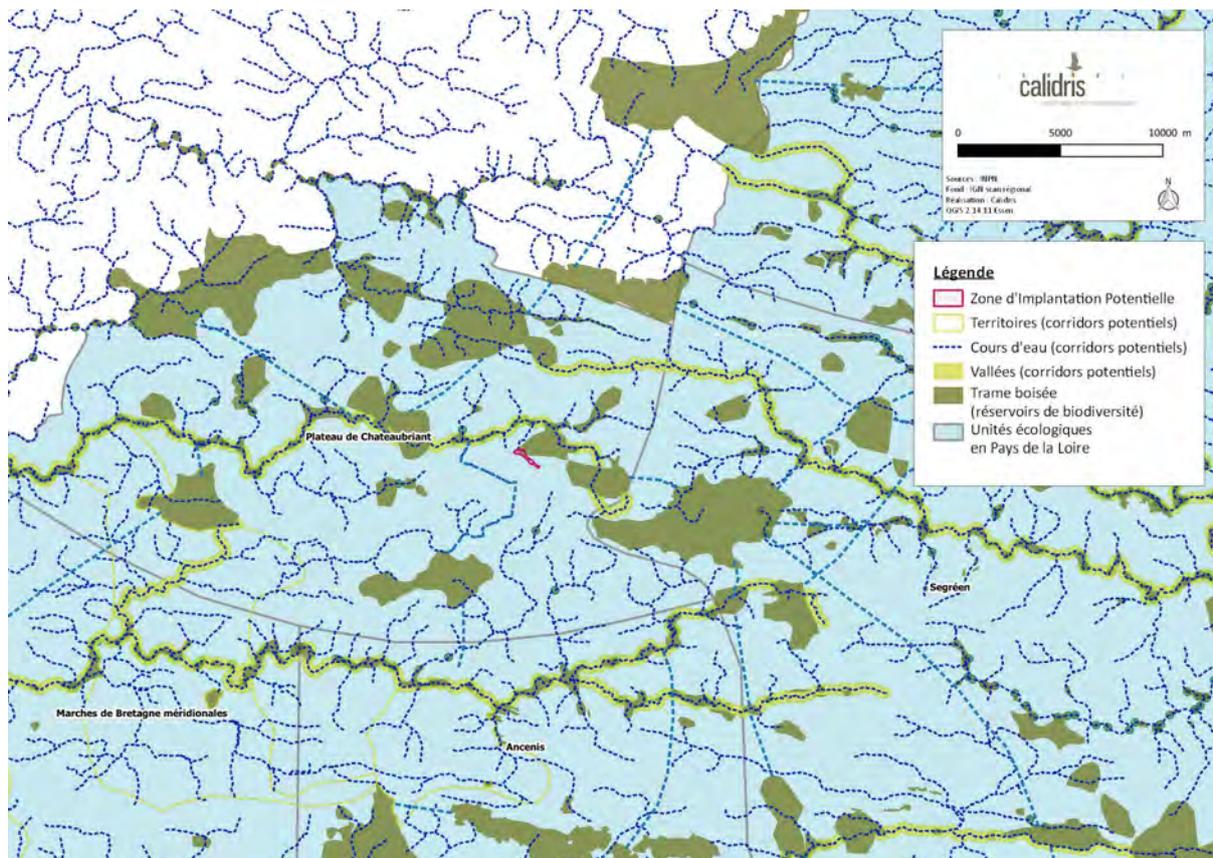
Le SRCE (Schéma Régional de Cohérence Ecologique) de la région Pays-de-la-Loire a été adopté par arrêté du préfet de région le 30 octobre 2015.

Le SRCE correspond à la cartographie régionale de la Trame Verte et Bleue : les cartes identifient les continuités écologiques terrestres (trame verte) et aquatiques (trame bleue). Ces dernières sont constituées de réservoirs (zones où la biodiversité est la plus riche) reliés par des corridors écologiques facilitant ainsi le déplacement des espèces.

Objectifs du SRCE :

- ✚ Réduire la fragmentation et la vulnérabilité des espaces naturels,
- ✚ Identifier les espaces importants pour la biodiversité et les relier par des corridors écologiques,
- ✚ Rétablir la fonctionnalité écologique c'est-à-dire :
 - Faciliter les échanges génétiques entre populations,
 - Prendre en compte la biologie des espèces migratrices,
 - Permettre le déplacement des aires de répartition des espèces,
 - Atteindre ou conserver le bon état écologique des eaux de surface,
 - Améliorer la qualité et la diversité des paysages.

La carte ci-dessous, obtenue depuis l'atlas cartographique du SCRE des Pays-de-la-Loire, permet de visualiser les grands ensembles de Trames Vertes et Bleues présentes sur le secteur géographique du projet.



Carte n°43 : Localisation du site par rapport aux Trames vertes et bleues identifiées par le SRCE

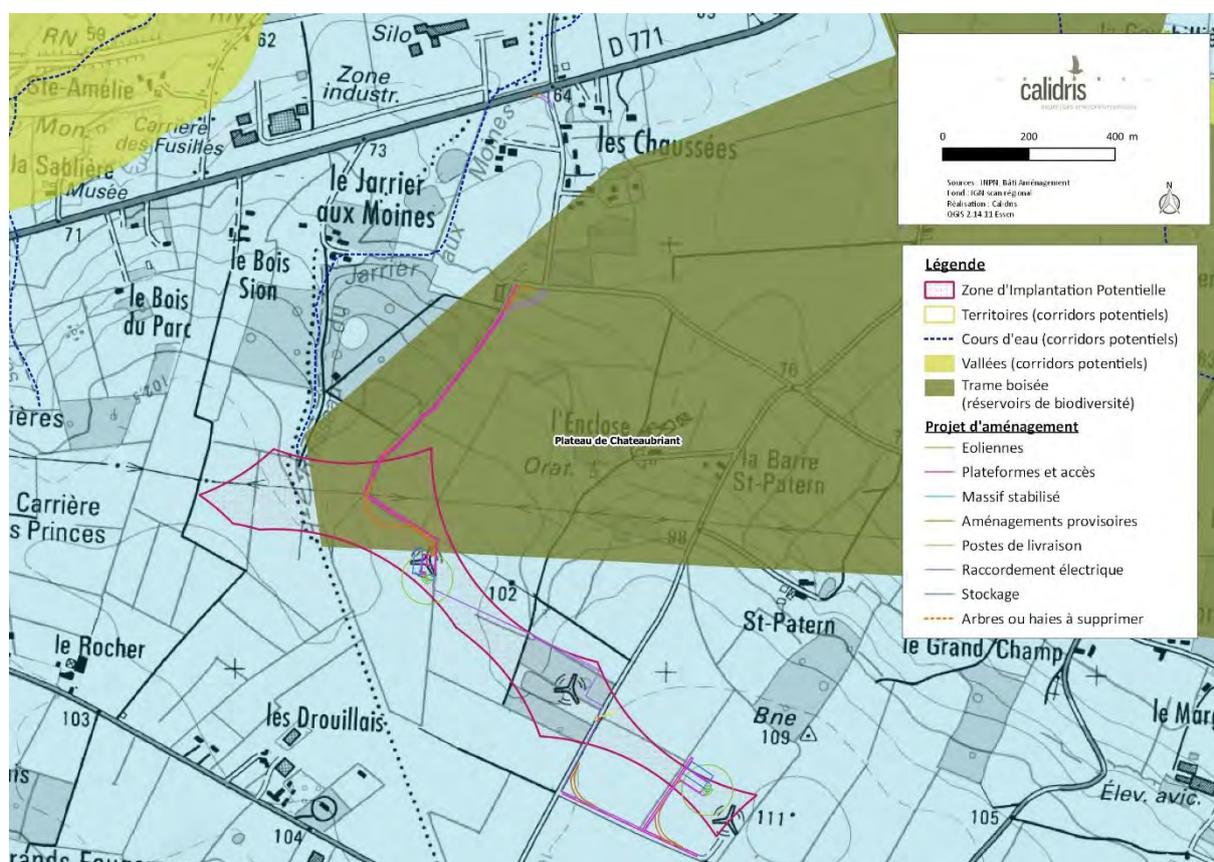
Le SRCE indique que des trames boisées (réservoirs de biodiversité) se situent à proximité de la ZIP. Cependant, cette dernière ne se situe pas au sein d'une de ces trames boisées.

Concernant les corridors locaux à proximité de la ZIP, les espaces boisés, les cours d'eau et les vallées servent de corridors écologiques aux espèces faunistiques.

Au sein de la ZIP, un linéaire de haies bocagères est encore présent, ainsi qu'un plan d'eau. Ce réseau de haies et la présence de milieux humides, au sein d'un ensemble en majorité occupé par l'agriculture intensive (cultures et prairies), permettent aux espèces de se déplacer au sein de la ZIP. Les trames boisées situées autour de la ZIP servent également de milieu relais pour la faune (notamment avifaune et mammifères).

Dans le cadre du projet de renouvellement éolien, aucun boisement n'est détruit, **mais un linéaire de 113 m de haie (en trois secteurs, de 17 m, 56 m et 40 m)** est supprimé dans le cadre de l'aménagement des accès. Toutefois, aucun corridor défini au SRCE n'est impacté.

Ainsi, du fait de sa situation géographique, en dehors des réservoirs de biodiversité et des corridors identifiés au SRCE et de son emprise au sol limitée, le projet n'aura pas d'impact sur les réservoirs de biodiversité et aucun impact significatif sur les corridors identifiés dans le secteur, de nature à remettre en cause le bon accomplissement du cycle biologique des espèces en présence.



Carte n°44 : **Projet de renouvellement éolien et SRCE**

NB : Il est à noter que les trames vertes et bleues identifiées par le SRCE sont déterminées à l'échelle régionale. Ainsi, à cette échelle, comme le montre la carte ci-dessus, le SRCE fait apparaître une trame boisée sur la partie nord de la ZIP. Or, ceci n'est pas le cas, les inventaires de terrain ayant mis en évidence la présence de milieux ouverts dans ce secteur. Les boisements identifiés en tant que trames boisées par le SRCE se situent au nord de la ZIP, et non en son sein.

12. SCENARIO DE REFERENCE

Depuis l'ordonnance n°2016-1058 du 3 août 2016 et le décret n°2016-1110 du 11 août 2016, l'étude d'impact doit présenter un « scénario de référence » et un aperçu de l'évolution probable de l'environnement en l'absence de mise en œuvre du projet.

12.1. Analyse générale

L'analyse comparative des photographies aériennes des années 50 et actuelles montrent que le site a subi quelques modifications. En effet, dans les années 50, la zone cultivée comportait quelques petites parcelles cultivées, lesquelles ont été transformées en de plus grandes parcelles. Un des effets néfastes de cette évolution de l'environnement est une homogénéisation de l'occupation des sols, qui de fait crée un appauvrissement du cortège d'espèces reproductrices présentes.

En outre, ces petites parcelles étaient très largement encadrées par des haies, alors plus nombreuses sur le site. Le linéaire de haies, encore présent sur le site, a donc diminué. Là encore, cette diminution du nombre de haies a entraîné une diminution du cortège d'espèces en présence, et notamment reproductrices.

Les plantations en présence sur le site sont récentes puisqu'elles n'apparaissent pas sur les photographies aériennes des années 50. Ces boisements bien qu'artificiels constituent des zones refuges pour les espèces animales, apportant de fait une source de diversification en termes de biodiversité.

Compte tenu de l'évolution globale du site, liée à des modifications structurelles de l'agriculture, un changement des pratiques agricoles ne semble pas envisageable à court terme. Les boisements, découlant de plantations récentes, constituent, à l'échelle du site, un phénomène marginal.

Les éoliennes ne modifient pas la manière dont la dynamique d'occupation du sol est en cours. Le projet ne semble donc pas devoir influencer sur l'évolution de la zone, sauf de manière marginale par la mise en place de mesures d'accompagnement favorables à la biodiversité, mais qui ne sauraient contrecarrer les effets négatifs de décennies de politiques agricoles dévastatrices.



Carte n°45 : Occupation du sol dans les années 50



Carte n°46 : Occupation du sol actuelle

12.2. Description des aspects pertinents de l'état actuel de l'environnement

Le site est largement couvert par des cultures et des prairies intensives. Toutefois, les boisements bien qu'artificiels, les milieux humides et aquatiques, ainsi que le réseau fonctionnel de haies et globalement de bonne qualité écologique sont présents, lesquels représentent une source de biodiversité non négligeable au sein d'un ensemble dominé par les cultures.

12.3. Évolution en cas de mise en œuvre du projet

La mise en œuvre du projet de renouvellement du parc éolien de Soudan n'entraînera pas de modification significative sur le site mis à part les faibles emprises des éoliennes et des voies d'accès qui représentent une surface réduite à l'échelle du site, et les chemins existants étant utilisés pour les travaux. Il en est de même au niveau des structures arborées, aucun boisement n'étant détruit et les linéaires de haie supprimés étant de longueur très réduite, non significative à l'échelle du site. La localisation des éoliennes dans des parcelles utilisées par l'agriculture intensive ne fera pas évoluer le site de manière notable, les surfaces transformées représentant une faible superficie comparée aux importantes surfaces cultivées du secteur.

12.4. Évolution en l'absence de mise en œuvre du projet

En l'absence de la mise en œuvre du projet de renouvellement éolien, l'aspect global du site n'évoluera pas de manière importante.

13. MESURES ERC

Selon l'article R.122-5 du Code de l'environnement, le projet retenu doit comprendre : « Les mesures prévues par le maître de l'ouvrage pour :

- éviter les effets négatifs notables du projet sur l'environnement ou la santé humaine et réduire les effets n'ayant pu être évités ;
- compenser, lorsque cela est possible, les effets négatifs notables du projet sur l'environnement ou la santé humaine qui n'ont pu être ni évités ni suffisamment réduits. S'il n'est pas possible de compenser ces effets, le maître d'ouvrage justifie cette impossibilité.

La description de ces mesures doit être accompagnée de l'estimation des dépenses correspondantes, de l'exposé des effets attendus de ces mesures à l'égard des impacts du projet (...);

Le cas échéant, les modalités de suivi des mesures d'évitement, de réduction et de compensation proposées ».

Ces mesures ont pour objectif d'assurer l'équilibre environnemental du projet et l'absence de perte globale de biodiversité. Elles doivent être proportionnées aux impacts identifiés. La doctrine ERC se définit comme suit :

1- **Les mesures d'évitement** (« E ») consistent à prendre en compte en amont du projet les enjeux majeurs comme les espèces menacées, les sites Natura 2000, les réservoirs biologiques et les principales continuités écologiques et de s'assurer de la non-dégradation du milieu par le projet. Les mesures d'évitement pourront porter sur le choix de la localisation du projet, du scénario d'implantation ou toute autre solution alternative au projet (quelle qu'en soit la nature) qui minimise les impacts.

2- **Les mesures de réduction** (« R ») interviennent dans un second temps, dès lors que les impacts négatifs sur l'environnement n'ont pu être pleinement évités. Ces impacts doivent alors être suffisamment réduits, notamment par la mobilisation de solutions techniques de minimisation de l'impact à un coût raisonnable, pour ne plus constituer que des impacts négatifs résiduels les plus faibles possible.

3- **Les mesures de compensation** (« C ») interviennent lorsque le projet n'a pas pu éviter les enjeux environnementaux majeurs et lorsque les impacts n'ont pas été suffisamment réduits, c'est-à-dire qu'ils peuvent être qualifiés de significatifs. Les mesures compensatoires sont de la responsabilité

du maître d'ouvrage du point de vue de leur définition, de leur mise en œuvre et de leur efficacité, y compris lorsque la réalisation ou la gestion des mesures compensatoires est confiée à un prestataire. Les mesures compensatoires ont pour objet d'apporter une contrepartie aux impacts résiduels négatifs du projet (y compris les impacts résultant d'un cumul avec d'autres projets) qui n'ont pu être évités ou suffisamment réduits. Elles sont conçues de manière à produire des impacts qui présentent un caractère pérenne et sont mises en œuvre en priorité à proximité fonctionnelle du site impacté. Elles doivent permettre de maintenir, voire le cas échéant, d'améliorer la qualité environnementale des milieux naturels concernés à l'échelle territoriale pertinente. Les mesures compensatoires sont étudiées après l'analyse des impacts résiduels.

4- **Les mesures d'accompagnement** volontaires interviennent en complément de l'ensemble des mesures précédemment citées. Il peut s'agir d'acquisition de connaissance, de la définition d'une stratégie de conservation plus globale, de la mise en place d'un arrêté de protection de biotope de façon à améliorer l'efficacité ou donner des garanties supplémentaires de succès environnemental aux mesures compensatoires.

En complément de ces mesures, des suivis post-implantation doivent être mis en place conformément à l'article 12 de l'arrêté ICPE du 26 août 2011, modifié le 22 juin 2020.

13.1. Liste des mesures d'évitement et de réduction des impacts

Le tableau suivant présente les diverses mesures d'évitement et de réduction d'impact intégrées au projet. Les mesures sont détaillées dans les fiches suivantes.

Tableau 31 : Ensemble des mesures ERC intégrées au projet

Phase du projet	Code de la mesure	Intitulé de la mesure	Groupes ou espèces justifiant la mesure	Type de mesure
Conception	ME-1	Prise en compte des enjeux environnementaux dans la localisation des implantations et chemins d'accès	Tous les taxons	Évitement
Travaux	ME-2	Adaptation de la période des travaux sur l'année	Avifaune	Évitement
Travaux	ME-3	Mutualisation des chantiers de démantèlement et de montage	Tous les taxons	Évitement
Travaux	ME-4	Coordinateur environnemental de travaux	Tous les taxons	Évitement
Exploitation	ME-5	Éviter d'attirer la faune vers les éoliennes	Faune	Évitement
Travaux et Démantèlement	ME-6	Remise en état du site	Tous les taxons	Évitement
Exploitation	MR-1	Éclairage nocturne du parc compatible avec les chiroptères	Chiroptères	Réduction
Exploitation	MR-2	Bridage des éoliennes	Chiroptères	Réduction
Travaux	MA-1	Plantation de haies	Avifaune nicheuse et faune terrestre	Réduction

Les mesures sont détaillées dans les fiches suivantes.

13.2. Notice de lecture des fiches mesure

Les détails relatifs à chaque mesure sont rassemblés sous forme d'un tableau (cf. tableau ci-dessous).

Code de la mesure		Intitulé de la mesure			
Correspondance avec une ou plusieurs mesures du <i>Guide d'aide à la définition des mesures ERC</i> (Commissariat général au développement durable, 2018)					
E	R	C	A	S	Phase de la mesure
Habitats & Flore		Avifaune		Chiroptères	Autre faune
Contexte et objectifs					
Descriptif de la mesure					
Localisation					
Modalités techniques					
Coût indicatif					
Suivi de la mesure					

Les quatre premières lignes du tableau permettent de se repérer au sein des fiches :

Code de la mesure		Intitulé de la mesure			
-------------------	--	-----------------------	--	--	--

- La première ligne reprend le code et intitulé de la mesure ;

Correspondance avec une ou plusieurs mesures du *Guide d'aide à la définition des mesures ERC* (COMMISSARIAT GENERAL AU DEVELOPPEMENT DURABLE, 2018)

- La seconde ligne indique la correspondance avec une ou plusieurs mesures du *Guide d'aide à la définition des mesures ERC*

E	R	C	A	S	Phase de la mesure
----------	----------	----------	----------	----------	--------------------

- La troisième permet de visualiser rapidement à quelle phase du projet et à quelle séquence la mesure se rapporte (coloriage plus sombre de la case) :
 - o **E** : mesure d'évitement ;
 - o **R** : mesure de réduction ;
 - o **C** : mesure de compensation ;
 - o **A** : mesure d'accompagnement ;
 - o **S** : mesure de suivi.

Habitats & Flore	Avifaune	Chiroptères	Autre faune
------------------	----------	-------------	-------------

- La quatrième permet de visualiser rapidement la ou les taxons concernés par la mesure. Par exemple lorsque la case « chiroptère » est colorisée cela veut dire que la mesure est de nature à répondre à un impact identifié sur ce taxon.

Contexte et objectifs	La ligne « contexte et objectifs » rappelle pourquoi cette mesure est proposée, c'est-à-dire quel est l'impact identifié et indique l'objectif de la mesure.
Descriptif de la mesure	Cette ligne permet d'expliquer en détail la mesure.
Localisation	Cette partie permet de préciser la localisation de la mesure.
Modalités techniques	Cette ligne indique les modalités techniques de la mesure concernant la mise en place ou le calendrier par exemple.
Coût indicatif	Cette ligne indique à, titre indicatif, le prix de la mesure.
Suivi de la mesure	Le « suivi de la mesure » indique par quel biais sera vérifiée la bonne mise en œuvre de la mesure.

- Les lignes suivantes sont consacrées à la présentation, description, localisation, modalités technique, coût et suivi de la mesure.

13.3. Mesures d'évitement d'impacts

ME-1 : Prise en compte des enjeux environnementaux dans la localisation des implantations et chemins d'accès

Mesure ME-1		Prise en compte des enjeux environnementaux dans la localisation des implantations et chemins d'accès			
Correspond aux mesures E1.1a Évitement des populations connues d'espèces protégées ou à fort enjeu et/ou de leurs habitats et E1.1b Évitement des sites à enjeux environnementaux et paysagers majeurs du territoire du <i>Guide d'aide à la définition des mesures ERC</i> (COMMISSARIAT GENERAL AU DEVELOPPEMENT DURABLE, 2018)					
E	R	C	A	S	Phase de conception du projet
Habitats & Flore		Avifaune		Chiroptères	Autre faune
Contexte et objectifs		Afin que le projet soit le moins impactant pour la faune et la flore, une zone d'implantation potentielle a été définie, et différentes variantes ont été proposées par le développeur. Le choix de la ZIP, puis de l'implantation finale correspond ainsi à une variante de moindre impact environnemental (biodiversité) compte tenu des différentes contraintes auxquelles est soumis le projet (paysage, acoustique, plafond aérien, etc...).			
Descriptif de la mesure		<p>Des échanges et consultations avec le porteur de projet ont permis de prendre en compte les enjeux environnementaux et ainsi définir un maximum de mesures afin d'éviter au maximum les impacts du projet de parc éolien.</p> <p>Les impacts ont été anticipés dès la conception du projet, comme le montre le chapitre « Analyse des variantes du projet ». Ainsi, la localisation des boisements, des arbres remarquables et des haies a été prise en compte pour le choix d'implantation. L'éloignement maximal des éoliennes par rapport à ces entités a été recherché. En outre, les implantations ont été proposées hors de tout habitat naturel d'intérêt pour la flore ou la faune terrestre en privilégiant des implantations dans des secteurs de pratique agricole (prairies intensives et mésophiles). De même, les pieds de Robinier faux-acacia ont été évités, empêchant leur propagation sur le site du fait des travaux.</p> <p>Enfin, le choix a été fait de n'implanter aucune éolienne au sein du secteur d'implantation de l'éolienne E2 du parc de Soudan I, cette dernière ayant enregistré plusieurs cas de mortalité lors des suivis d'exploitation.</p>			
Localisation		Ensemble de la zone de travaux			
Modalités techniques		-			
Coût indicatif		Pas de coût direct			
Suivi de la mesure		Proposition des variantes, choix de la variante la moins impactante pour l'environnement			

ME-2 : Adaptation de la période des travaux sur l'année

Mesure ME-2	Adaptation de la période des travaux sur l'année																													
Correspond à la mesure E4.1a Adaptation de la période des travaux sur l'année du <i>Guide d'aide à la définition des mesures ERC</i> (COMMISSARIAT GENERAL AU DEVELOPPEMENT DURABLE, 2018).																														
E	R	C	A	S Évitement temporel en phase travaux																										
Habitats & Flore		Avifaune	Chiroptère	Autre faune																										
Contexte et objectifs	<p>Les impacts attendus sur l'avifaune ne concernent que la période de travaux.</p> <p>Ils sont relatifs au dérangement des espèces d'oiseaux nicheuses au sein des haies et pour les espèces suivantes : l'Alouette des champs, l'Alouette lulu, le Chardonneret élégant, la Fauvette des jardins et la Linotte mélodieuse, du fait des allers et venues des engins de travaux. Un risque de destruction d'individus et de nichées est également à anticiper, du fait des mouvements d'engins, pour l'Alouette des champs et l'Alouette lulu, et du fait de l'arasement de haies pour le Chardonneret élégant, la Fauvette des jardins et la Linotte mélodieuse, ainsi que pour les espèces d'oiseaux nicheuses au sein des haies.</p> <p>Afin d'éviter d'écraser ou de détruire des nids potentiellement présents dans l'emprise des travaux ou de déranger un couple (pour les espèces susnommées et celles nichant dans les haies) en période de reproduction, il est proposé que les travaux de VRD (voirie et réseaux divers) ne commencent pas en période de reproduction et se déroulent de manière ininterrompue pour éviter la nidification et le cantonnement d'oiseaux sur site.</p>																													
Descriptif de la mesure	<p>Afin de limiter l'impact du projet sur l'avifaune nicheuse, le calendrier de travaux de terrassement et de VRD exclura la période du 1^{er} mars au 31 juillet pour tout début de travaux de terrassement.</p> <p>En cas d'impératif majeur à réaliser les travaux de terrassement ou de VRD pendant cette période, le porteur de projet pourra mandater un expert écologue pour valider la présence ou l'absence d'espèces à enjeux et le cas échéant demander une dérogation à l'exclusion de travaux dans la mesure où celle-ci ne remettrait pas en cause la reproduction des espèces (dans le cas où l'espèce ne serait pas présente sur la zone d'implantation ou cantonnée à plus de 100 m des zones de travaux, c'est-à-dire l'ensemble des zones où des aménagements vont être réalisés (plateformes, chemins, raccordement, etc.)). L'écologue sera présent à l'ouverture du chantier et devra refaire un passage en cas d'interruption ininterrompue de plus de 3 semaines.</p>																													
Localisation	Ensemble de l'emprise du projet correspondant à l'aire d'étude immédiate																													
Modalités techniques	<p style="text-align: center;">Calendrier d'intervention</p> <p>Le calendrier des travaux doit tenir compte des périodes de reproduction de la faune, en particulier des oiseaux.</p> <table border="1" style="width: 100%; text-align: center;"> <thead> <tr> <th>Calendrier civil</th> <th>Janv.</th> <th>Fév.</th> <th>Mars</th> <th>Avril</th> <th>Mai</th> <th>Juin</th> <th>Juil.</th> <th>Août</th> <th>Sept.</th> <th>Oct.</th> <th>Nov.</th> <th>Déc.</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Réalisation des travaux</td> <td style="background-color: #90EE90;"></td> <td style="background-color: #90EE90;"></td> <td style="background-color: #FF6347;"></td> <td style="background-color: #90EE90;"></td> </tr> </tbody> </table> <p>Période de travaux sensible (correspondant à la période de reproduction de la faune).</p> <p>Période de travaux possible sans condition</p>				Calendrier civil	Janv.	Fév.	Mars	Avril	Mai	Juin	Juil.	Août	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.	Réalisation des travaux												
Calendrier civil	Janv.	Fév.	Mars	Avril	Mai	Juin	Juil.	Août	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.																		
Réalisation des travaux																														
Coût indicatif	Pas de surcoût par rapport aux travaux prévus pour le projet (560 à 1120€ en cas de présence d'un écologue).																													
Suivi de la mesure	Déclaration de début de travaux auprès de l'inspecteur ICPE ou demande de dérogation pour la date de début des travaux auprès de la préfecture.																													

ME-3 : Mutualisation des chantiers de démantèlement et de montage

Mesure ME-3	Mutualisation des chantiers de démantèlement et de montage			
Correspond à la mesures E4.2a Adaptation des périodes d'exploitation / d'activité / d'entretien sur l'année du <i>Guide d'aide à la définition des mesures ERC</i> (COMMISSARIAT GENERAL AU DEVELOPPEMENT DURABLE, 2018).				
E	R	C	A	S Évitement temporel en phase travaux
Habitats & Flore		Avifaune	Chiroptère	Autre faune
Contexte et objectifs	Le projet de Soudan est un renouvellement de parc. Ainsi, étant donné que les machines seront déplacées, le démantèlement du précédent parc éolien ainsi que de ses aménagements est nécessaire. Pour limiter, dans le temps, le dérangement, en particulier de la faune, le maître d'ouvrage souhaite mutualiser les chantiers de démantèlement et de montage.			
Descriptif de la mesure	Afin de limiter le cumul d'impact du projet en termes de dérangement, les travaux de démantèlement et de montage seront effectués simultanément. Compte tenu de la mesure de phasage des travaux qui sera mise en œuvre pour éviter tout impact sur l'avifaune nicheuse lors de la construction du futur parc, la phase de démantèlement évitera bien la période de nidification. Le chantier de démantèlement sera en outre également encadré par l'écologue chargé du suivi des travaux de construction.			
Localisation	Ensemble de l'emprise des travaux de démantèlement et de montage			
Modalités techniques	Confer la mesure ME-2 Adaptation de la période des travaux sur l'année			
Coût indicatif	Pas de surcoût mais plutôt un gain de temps et d'argent (déplacement des personnes et des machines qu'une seule fois).			
Suivi de la mesure	Constatation lors des travaux Tableau de suivi des périodes de travaux prévisionnelles et réelles			

ME-4 : Coordinateur environnemental de travaux

Mesure ME-4		Coordinateur environnemental de travaux			
Correspond aux mesures E1.1a Évitement des populations connues d'espèces protégées ou à fort enjeu et/ou de leurs habitats et E1.1b Évitement des sites à enjeux environnementaux et paysagers majeurs du territoire du <i>Guide d'aide à la définition des mesures ERC</i> (COMMISSARIAT GENERAL AU DEVELOPPEMENT DURABLE, 2018)					
E	R	C	A	S	Phase de travaux
Habitats & Flore		Avifaune		Chiroptères	Autre faune
Contexte et objectifs	Il s'agit de mettre en place un contrôle indépendant de la phase travaux afin de limiter les impacts du chantier sur la faune et la flore.				
Descriptif de la mesure	<p>Durant la phase de réalisation des travaux, un suivi sera engagé par un expert écologue afin d'attester le respect des préconisations environnementales émises dans le cadre de l'étude d'impact (mises en place de pratiques de chantier non impactantes pour l'environnement, etc.) et d'apporter une expertise qui puisse orienter les prises de décision de la maîtrise d'ouvrage dans le déroulement du chantier.</p> <p>Un passage sera réalisé la semaine précédant les travaux pour contrôler qu'aucun enjeu naturaliste (ex : présence d'un nid, etc.) n'est présent dans l'emprise des travaux. Puis si les travaux se poursuivent au printemps, un passage aura lieu tous les 15 jours entre le 1er mars et le 15 juillet soit au maximum 8 passages. Un compte rendu sera produit à l'issue de chaque visite.</p> <p>Le porteur de projet s'engage à suivre les préconisations éventuelles de l'expert écologue destinées à assurer le maintien optimal des espèces dans leur milieu naturel sur la ZIP en prenant en compte les impératifs intrinsèques au bon déroulement des travaux.</p>				
Localisation	Sur l'ensemble de la zone des travaux				
Modalités techniques	-				
Coût estimé	5400 €				
Suivi de la mesure	Réception du rapport				

ME-5 : Éviter d'attirer la faune vers les éoliennes

Mesure ME-5					Éviter d'attirer la faune vers les éoliennes				
Correspond aux mesures R2.1k et R2.2c- Dispositif de limitation des nuisances envers la faune du <i>Guide d'aide à la définition des mesures ERC</i> (COMMISSARIAT GENERAL AU DEVELOPPEMENT DURABLE, 2018)									
E	R	C	A	S	Phase d'exploitation				
Habitats & Flore					Avifaune	Chiroptères	Autre faune		
Contexte et objectifs		Afin de limiter les impacts du projet sur la faune, une mesure pour limiter l'attractivité des éoliennes est proposée. L'objectif est d'entretenir le pied des éoliennes afin de ne pas attirer la faune et limiter ainsi le risque de collision.							
Descriptif de la mesure		<p><u>Au niveau des plateformes et dépendances</u></p> <p>Aucune plantation de haies ou autre aménagement attractif pour les insectes (parterres fleuris), l'avifaune (buissons) et les chauves-souris ne sera mise en place en pied d'éolienne (au niveau de la plateforme) et dans un périmètre de 100 m autour des mâts. Un entretien des plateformes de manière à éviter toute attractivité pour l'entomofaune et les micromammifères, et par conséquent l'avifaune et les chiroptères sera mis en place (ex : fauche). L'entretien de la végétation omettra l'utilisation de produits phytosanitaires et tout produit polluant ou susceptible d'impacter négativement le milieu. Un entretien mensuel des plateformes est préconisé entre avril et fin septembre.</p>							
Localisation		Toutes les éoliennes							
Modalités techniques		-							
Coût indicatif		Fauchage manuel (≈ 500 €/ha) ou fauchage semi-motorisé (≈ 300 €/ha) comprenant la coupe, le conditionnement et l'évacuation.							
Suivi de la mesure		Plan d'aménagement des plateformes. Constatation sur site.							

ME-6 : Remise en état du site

Mesure ME-6		Remise en état du site			
Correspond à la mesure R2.1r Dispositif de repli du chantier du <i>Guide d'aide à la définition des mesures ERC</i> (COMMISSARIAT GENERAL AU DEVELOPPEMENT DURABLE, 2018)					
E	R	C	A	S	Phase de démantèlement
Habitats & Flore		Avifaune		Chiroptères	Autre faune
Contexte et objectifs	La mise en place d'éoliennes demande la création de plateformes, chemins, poste de livraison et enfouissement d'un câble de raccordement. Durant la phase de démantèlement, les éléments constitutifs et les déchets induits seront retirés du chantier au fur et à mesure de l'avancement du chantier. L'objectif de cette mesure est de permettre un retour normal des activités en milieu agricole et de la biodiversité.				
Descriptif de la mesure	Toutes les actions de génie civil et écologique nécessaires seront employées pour permettre un retour des activités en milieu agricole et de la biodiversité. Les éléments constitutifs et les déchets induits seront retirés du chantier au fur et à mesure de l'avancement du chantier. Le nivellement du terrain sera effectué de manière à permettre un retour normal à son exploitation agricole. Les éventuelles espèces invasives installées au niveau des éoliennes devront être traitées selon les méthodes adaptées à chaque espèce.				
Localisation	Ensemble de la zone d'emprise du projet actuel				
Modalités techniques	-				
Coût indicatif	Pas de coût direct				
Suivi de la mesure	Visite de fin de chantier				

13.4. Mesure de réduction d'impacts

MR-1 : Éclairage nocturne du parc compatible avec les chiroptères

Mesure MR-1	Éclairage nocturne du parc compatible avec les chiroptères			
Correspond aux mesures R2.1k et R2.2c- Dispositif de limitation des nuisances envers la faune du <i>Guide d'aide à la définition des mesures ERC</i> (COMMISSARIAT GENERAL AU DEVELOPPEMENT DURABLE, 2018).				
E	R	C	A	S Phase d'exploitation
Habitats & Flore		Avifaune	Chiroptères	Autre faune
Contexte et objectifs	Sur certains parcs, de fortes mortalités de chauves-souris ont été enregistrées en lien avec un probable éclairage nocturne inapproprié. Beucher et al. (2013) ont d'ailleurs pu mettre en évidence sur un parc aveyronnais qu'un arrêt de l'éclairage nocturne du parc, couplé à un bridage des machines, permettait de réduire de 97 % la mortalité observée des chauves-souris, soit une réduction de 98 à 2 individus morts en une année. Cet éclairage nocturne était déclenché par un détecteur de mouvements. Le passage de chauves-souris en vol pouvait déclencher le système qui attirait alors les insectes sous les éoliennes, attirant à leur tour les chauves-souris qui concentraient probablement leur activité sur une zone hautement dangereuse du fait de la proximité des pales.			
Descriptif de la mesure	<p>L'absence d'éclairage nocturne représente le meilleur moyen d'éviter d'attirer les chauves-souris au pied des éoliennes. Néanmoins, dans certains cas, les exigences liées à la maintenance des machines peuvent nécessiter d'avoir un éclairage nocturne sur le parc.</p> <p>Le cas échéant, un certain nombre de préconisations peuvent être facilement mises en place :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Préférer un éclairage déclenché via un interrupteur, plutôt qu'avec un détecteur automatique de mouvements ; - Dans le cas d'un détecteur de mouvements, réduire au maximum le faisceau de détection ; - En cas d'éclairage minuté, réduire au maximum la durée programmée de l'éclairage ; - Orienter l'éclairage vers le sol et en réduire la portée. <p>En revanche : pas de préconisation quant à la couleur de l'éclairage</p>			
Localisation	Sur l'ensemble des éoliennes			
Coût indicatif	Pas de coût direct			
Suivi de la mesure	Constatation sur site			

Le coût de ces mesures peut être aisément chiffré.

MR-2 : Plan d'arrêt des éoliennes pour les chiroptères

Mesure MR-2	Bridage des éoliennes			
Corresponds aux mesures E4.2b et R3.2b - Adaptation des horaires d'exploitation / d'activité / d'entretien (fonctionnement diurne, nocturne, tenant compte des horaires de marées) du <i>Guide d'aide à la définition des mesures ERC</i> (COMMISSARIAT GENERAL AU DEVELOPPEMENT DURABLE, 2018).				
E	R	C	A	S Réduction temporelle en phase d'exploitation
Habitats & Flore		Avifaune	Chiroptères	Autre faune
Contexte et objectifs	<p>Les impacts potentiels du projet de renouvellement du parc de Soudan en termes de risque de collision pour les chiroptères sont potentiellement modérés à forts pour six espèces, les Pipistrelles commune, de Kuhl et de Nathusius, les Noctules commune et de Leisler, et la Sérotine commune. En outre, ces six espèces ont une activité notable sur le site.</p> <p>En dépit de l'éloignement de l'éolienne E2 des haies, et de son implantation en zone d'agriculture intensive, et donc au sein d'un contexte de moindre impact pour le risque de mortalité par collision, compte tenu des résultats du suivi en nacelle réalisé en 2023, de mars à novembre, dans le cadre du suivi d'exploitation du parc de Soudan I, lequel met en évidence un niveau d'activité « modéré » à « fort » des mois d'août à octobre, confortant les résultats du suivi 2021, les éoliennes du projet de renouvellement de Soudan feront l'objet d'un plan d'arrêt, basé sur ces résultats.</p>			
Descriptif de la mesure	Les caractéristiques du plan d'arrêt sont définies sur la base du suivi d'activité à hauteur de nacelle, réalisé en 2023, de mars à novembre dans le cadre de l'exploitation du parc de Soudan I, avec pour objectif de couvrir 91 % de l'activité chiroptérologique.			
Localisation	Les 2 éoliennes du projet			
Modalités techniques	<p align="center">Synthèse des caractéristiques du bridage</p> <p>Les caractéristiques proposées dans ce plan d'arrêt sont celles retenues par l'exploitant. Les valeurs seuil choisies, en particulier concernant la vitesse de vent et le niveau des températures, se veulent être le meilleur compromis entre la diminution du risque de mortalité des chauves-souris et la minimisation des pertes économiques induites par le bridage des éoliennes. En tout état de cause, elles permettent de couvrir 91 % de l'activité chiroptérologique.</p> <p>Cette mesure concerne les 2 éoliennes du projet et sera mise en place dans les conditions suivantes :</p> <p>Du 1^{er} avril au 15 mai :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Du coucher du soleil jusqu'au lever du soleil - Par vent inférieur de 5 m/s - Par une température supérieure à 11 °C, <p>Du 16 mai au 15 août :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Du coucher du soleil jusqu'au lever du soleil - Par vent inférieur de 6 m/s - Par une température supérieure à 16 °C, <p>Du 15 août au 31 octobre :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Du coucher du soleil jusqu'au lever du soleil - Par vent inférieur de 6 m/s - Par une température supérieure à 15 °C, <p>Cette mesure, conçue pour les chiroptères, est également favorable à l'avifaune, notamment aux rapaces nocturnes ou encore aux passereaux migrant de nuit.</p> <p>En fonction des résultats des suivis post-implantation, des adaptations pourront être apportées sur la mise en œuvre de cette mesure. Un enregistrement automatique de l'activité en altitude à hauteur de nacelle d'éolienne durant un cycle biologique complet après mise en service du parc permettra également d'adapter les protocoles de bridage (voir mesure de suivi présentée ci-après).</p>			
Coût indicatif	Perte de production d'environ 0,5 %			

Suivi de la mesure

Vérification du système de bridage et des paramétrages du bridage. Vérification de l'efficacité du bridage grâce au suivi réglementaire d'activité et de mortalité ICPE.

Tableau 32 : Coût des mesures d'évitement et de réduction

Code de la mesure	Intitulé de la mesure	Objectif	Coût estimé de la mesure
ME-1	Prise en compte des enjeux environnementaux dans la localisation des implantations et chemins d'accès	Choix d'une variante de moindre impact pour la faune et la flore	Pas de coût direct
ME-2	Adaptation de la période des travaux sur l'année	Limiter le dérangement en période de nidification des oiseaux	Pas de coût direct (560 à 1120 € en cas de présence d'un écologue).
ME-3	Mutualisation des chantiers de démantèlement et de montage	Limiter le dérangement en période de travaux	Pas de coût direct
ME-4	Coordinateur environnemental de travaux	Limiter les impacts du chantier sur la faune et la flore	5 400 €
ME-5	Éviter d'attirer la faune vers les éoliennes	Limiter l'attractivité de la faune	Fauchage manuel : 500 €/ha Fauchage semi-motorisé : 300 €/ha
ME-6	Remise en état du site	Permettre un retour normal des activités en milieu agricole	Pas de coût direct
MR-1	Éclairage nocturne compatible avec l'activité des chiroptères	Eviter d'attirer les chauves-souris au pied des éoliennes	Pas de coût direct
MR-2	Plan d'arrêt des éoliennes vis-à-vis des chiroptères	Réduction du risque de mortalité des chauves-souris et de l'avifaune nocturne	Perte de production

14. ANALYSE DES IMPACTS RESIDUELS AVIFAUNE APRES APPLICATION DES MESURES ENVIRONNEMENTALES

14.1. Phase exploitation

Le projet ne présente pas d'impact significatif vis-à-vis de l'avifaune en phase exploitation, et ce en termes de collision, de perte d'habitat et de dérangement, et d'effet barrière. De fait, aucune mesure ne se justifie, et l'impact résiduel est non significatif.

Tableau 33 : Impact résiduel du risque de collision

Espèce	Niveau d'impact avant mesure	Nécessité de mesure ERC	Mesure proposée	Impact résiduel	Nécessité de mesure ERC
Alouette des champs	Faible	Non	Aucune (sachant que le plan d'arrêt des éoliennes défini vis-à-vis de l'impact du risque de collision aux chiroptères bénéficiera également aux oiseaux)	Non significatif	Non
Alouette lulu					
Busard Saint-Martin					
Chardonneret élégant					
Élanion blanc					
Faucon crécerelle					
Faucon émerillon					
Fauvette des jardins					
Grande Aigrette					
Linotte mélodieuse					
Milan noir					
Autres espèces nicheuses protégées ou non					
Autres espèces migratrices protégées ou non					
Autres espèces hivernantes protégées ou non					

Tableau 34 : Impact résiduel du risque de perte d'habitat / dérangement

Espèce	Niveau d'impact avant mesure	Nécessité de mesure ERC	Mesure proposée	Impact résiduel	Nécessité de mesure ERC
Alouette des champs	Faible	Non	Aucune (sachant que la plantation de 80 m linéaires de haies bénéficiera également aux oiseaux)	Non significatif	Non
Alouette lulu					
Busard Saint-Martin					
Chardonneret élégant					
Élanion blanc					
Faucon crécerelle					
Faucon émerillon					
Fauvette des jardins					
Grande Aigrette					
Linotte mélodieuse					
Milan noir					
Autres espèces nicheuses protégées ou non					
Autres espèces migratrices protégées ou non					
Autres espèces hivernantes protégées ou non					

Tableau 35 : Impact résiduel du risque « effet barrière »

Espèce	Niveau d'impact avant mesure	Nécessité de mesure ERC	Mesure proposée	Impact résiduel	Nécessité de mesure ERC
Alouette des champs	Faible	Non	Aucune	Non significatif	Non
Alouette lulu					
Busard Saint-Martin					
Chardonneret élégant					
Élanion blanc					
Faucon crécerelle					
Faucon émerillon					
Fauvette des jardins					
Grande Aigrette					
Linotte mélodieuse					
Milan noir					
Autres espèces nicheuses protégées ou non					
Autres espèces migratrices protégées ou non					
Autres espèces hivernantes protégées ou non					

14.2. PHASE TRAVAUX

En phase travaux, le projet présente un impact brut fort en termes de dérangement et/ou de destruction d'individus et de nichées pour certaines espèces d'oiseaux (l'Alouette des champs, l'Alouette lulu, le Chardonneret élégant, la Fauvette des jardins et la Linotte mélodieuse), ainsi que pour les espèces d'oiseaux nicheuses au sein des haies (un **linéaire total de 113 m de haie, en trois secteurs de 17 m, 56 m et 73 m étant** arasé dans le cadre du projet, pour l'aménagement des accès. Une mesure d'évitement, relative à la période de réalisation des travaux et une mesure de réduction, relative à la replantation de haies, permet d'obtenir un impact résiduel non significatif pour ces espèces.

Tableau 36 : Impact résiduel du risque dérangement avifaune

Espèce	Niveau d'impact avant mesure	Oui	ME-2 : Travaux hors période de reproduction	Impact résiduel	Nécessité de mesure ERC
Alouette des champs	Fort en période de reproduction	Oui	ME-2 : Travaux hors période de reproduction	Non significatif	Non
Alouette lulu	Fort en période de reproduction	Oui			
Busard Saint-Martin	Faible	Non	Aucune		
Chardonneret élégant	Faible	Non	Aucune		
Élanion blanc	Faible	Non	Aucune		
Faucon crécerelle	Faible	Non	Aucune		
Faucon émerillon	Nul	Non	Aucune		
Fauvette des jardins	Fort en période de reproduction	Oui	ME-2 : Travaux hors période de reproduction		
Grande Aigrette	Négligeable	Non	Aucune		
Linotte mélodieuse	Fort en période de reproduction	Oui	ME-2 : Travaux hors période de reproduction		
Milan noir	Nul	Non	Aucune		
Autres espèces nicheuses protégées ou non	Fort en période de reproduction pour les espèces nichant au sein des haies	Oui	ME-2 : Travaux hors période de reproduction		
Autres espèces migratrices protégées ou non	Faible	Non	Aucune		
Autres espèces hivernantes protégées ou non	Faible	Non	Aucune		

Tableau 37 : Impact résiduel du risque destruction d'individus avifaune

Espèce	Niveau d'impact avant mesure	Nécessité de mesure ERC	Mesure proposée	Impact résiduel	Nécessité de mesure ERC
Alouette des champs	Forte en période de reproduction	Oui	ME-2 : Travaux hors période de reproduction	Non significatif	Non
Alouette lulu	Forte en période de reproduction	Oui	ME-2 : Travaux hors période de reproduction		
Busard Saint-Martin	Négligeable	Non	Aucune		
Chardonneret élégant	Forte dans les secteurs de présence	Oui	ME-2 : Travaux hors période de reproduction		
Élanion blanc	Faible	Non	Aucune		
Faucon crécerelle	Nulle	Non	Aucune		
Faucon émerillon	Nulle	Non	Aucune		
Fauvette des jardins	Forte en période de reproduction	Oui	ME-2 : Travaux hors période de reproduction		
Grande Aigrette	Nulle	Non	Aucune		
Linotte mélodieuse	Forte dans les secteurs de présence	Oui	ME-2 : Travaux hors période de reproduction		
Milan noir	Nulle	Non	Aucune		
Autres espèces nicheuses protégées ou non	Fort en période de reproduction pour les espèces nichant au sein des haies	Oui	ME-2 : Travaux hors période de reproduction		
Autres espèces migratrices protégées ou non	Faible	Non	Aucune		
Autres espèces hivernantes protégées ou non	Faible	Non	Aucune		

15. ANALYSE DES IMPACTS RESIDUELS CHIROPTERES APRES APPLICATION DES MESURES ENVIRONNEMENTALES

En phase exploitation, les impacts du projet en termes de risque de collision pour les chiroptères sont modérés à forts pour 6 espèces (Pipistrelles commune, de Nathusius et de Kuhl, Noctules commune et de Leisler, et Sérotine commune). Une mesure d'évitement et de réduction sont donc nécessaires. Elles consistent à entretenir les emprises du parc et en l'application d'un plan d'arrêt des éoliennes, permettant de couvrir 91% de l'activité chiroptérologique, lorsque les conditions météorologiques sont favorables à l'activité des chiroptères. Suite à la proposition de ces mesures d'évitement et de réduction détaillées ci-dessus, les impacts résiduels sont non significatifs, et ce pour toutes les espèces

Tableau 38 : Impact résiduel - Risque de collision

Espèces	Impact	Nécessité de mesure ERC	Mesure proposée	Impact résiduel	Nécessité de mesure ERC
	Les 2 éoliennes du projet				
Petit Rhinolophe	Négligeable	Oui	Éviter d'attirer la faune vers les éoliennes Application d'un bridage des éoliennes en faveur des chiroptères	Non significatif	Non
Barbastelle d'Europe	Négligeable				
Grand Murin	Négligeable				
Murin à moustaches	Négligeable				
Murin de Bechstein	Négligeable				
Murin à oreilles échancrées	Négligeable				
Murin de Natterer	Négligeable				
Murin de Daubenton	Négligeable				
Oreillard gris	Négligeable				
Oreillard roux	Négligeable				
Sérotine commune	Modéré				
Pipistrelle de Kuhl	Modéré				
Pipistrelle commune	Fort				
Pipistrelle de Nathusius	Modéré				
Noctule commune	Modéré				
Noctule de Leisler	Modéré				

Aucun gîte effectif n'a été découvert sur la zone d'étude. En outre, une suppression de 113 mètres linéaires de haies est intégrée au projet. Ils concernent pour deux secteurs, une haie qui ne présente que quelques jeunes arbres, sans aucune potentialité de gîte pour les chiroptères, et pour le troisième secteur, aucun arbre.

De fait, les impacts du projet sont nuls pour le risque destruction de gîtes à chiroptères. Aucune mesure ne se justifie et l'impact résiduel est non significatif.

Tableau 39 : Impact résiduel - Risque de destruction de gîte

Espèces	Impact	Nécessité de mesure ERC	Mesure proposée	Impact résiduel	Nécessité de mesure ERC
	Les 2 éoliennes du projet, Poste de livraison et travaux associés				
Petit Rhinolophe	Nul	Non	Aucune	Non significatif	Non
Barbastelle d'Europe					
Grand Murin					
Murin à moustaches					
Murin de Bechstein					
Murin à oreilles échanquées					
Murin de Natterer					
Murin de Daubenton					
Oreillard gris					
Oreillard roux					
Sérotine commune					
Pipistrelle de Kuhl					
Pipistrelle commune					
Pipistrelle de Nathusius					
Noctule commune					
Noctule de Leisler					

16. ANALYSE DES IMPACTS RESIDUELS FLORE HABITATS APRES APPLICATION DES MESURES ENVIRONNEMENTALES

Les impacts résiduels sur la flore et les habitats naturels seront non significatifs. En effet, après le choix de la variante finale, les impacts sur la flore étaient déjà jugés nuls, c'est pourquoi, aucune mesure ERC n'a été proposée à destination de la flore ou des habitats.

17. ANALYSE DES IMPACTS RESIDUELS FAUNE TERRESTRE APRES APPLICATION DES MESURES ENVIRONNEMENTALES

Le projet ne prévoit la destruction d'aucun habitat intéressant pour les amphibiens, les reptiles et les insectes saproxylophages (au niveau des zones identifiées comme à enjeu pour ces trois groupes). Les enjeux liés à ces groupes étant très localisés, **les impacts du projet seront nuls pour eux.**

Par ailleurs, le projet ne prévoit qu'une suppression d'un **linéaire total de 113 m d'une haie non favorable à la présence d'insectes saproxylophages.** De fait, il n'aura pas d'impact sur l'habitat des insectes saproxylophages. **Les impacts du projet seront nuls pour eux.**

Pour ce qui concernent les reptiles, les impacts bruts sont faibles en phase travaux, en période estivale, en termes de destruction des individus, au regard des résultats des inventaires. En effet, un seul individu de Couleuvre helvétique a été contacté sur le site, **observé en lisière de boisement (situé au nord-ouest du site), au sein d'un habitat très différent de celui en présence au niveau du secteur de haie supprimé situé à proximité (haie arbustive basse rectangulaire) et à grande distance du linéaire de haie arbustive haute supprimé.** En outre, en hiver, il est encore moins probable que **les reptiles soient présents dans les trois haies concernées par l'arasement** étant donné l'absence de zone pierreuse. Enfin, il est à noter que la mesure ME 2 « Adaptation de la période des travaux sur l'année » permet d'éviter la période estivale, et que la mesure MR 3 « Plantation de haies » permet de réduire l'impact brut en termes de suppression de refuge, de zone d'alimentation et de corridor pour la faune relatif à la suppression de **113 m linéaires de haie.** **De fait, les impacts résiduels du projet sur les reptiles, et plus globalement sur la faune, seront non significatifs.**

Par conséquent, l'impact impact résiduel sur la faune terrestre est non significatif.

18. IMPACTS RESIDUELS SUR LES ZONES HUMIDES

Les implantations du projet de renouvellement éolien se situant en dehors des zones humides délimitées, il n'aura pas d'impact sur celles-ci. Aucun impact résiduel n'est attendu sur les zones humides.

19. IMPACTS RESIDUELS SUR LES EFFETS CUMULES

En l'absence d'effets cumulés du projet sur l'avifaune, la flore, les habitats et la faune terrestre, aucun impact résiduel n'est attendu.

20. IMPACTS RESIDUELS DU RACCORDEMENT EXTERNE

Les travaux liés au raccordement externe du parc sont soumis à la même mesure d'évitement (mesure des phasages des travaux) que les autres travaux. Aucun impact résiduel n'est donc retenu pour cet aménagement.

21. SYNTHESE DES IMPACTS RESIDUELS

Les impacts résiduels après application des mesures d'évitement sont nuls à non significatifs sur l'ensemble des taxons étudiés. Pour rappel, un niveau d'impact faible correspond à un impact résiduel non significatif, à savoir qu'il y a une absence de risque de mortalité de nature à remettre en cause le bon accomplissement et la permanence des cycles biologiques des populations d'espèces protégées et leur maintien ou leur restauration dans un état de conservation favorable. Aucune mesure de compensation supplémentaire n'est donc nécessaire.

22. MESURE DE COMPENSATION LOI 411-1 DU CODE DE L'ENVIRONNEMENT

Suite à la mise en place des mesures d'évitement et de réduction des impacts, aucun impact résiduel significatif ne ressort de l'analyse des impacts résiduels du projet de renouvellement du parc éolien de Soudan. Il n'est ainsi pas nécessaire de mettre en place des mesures de compensation des impacts au titre de l'article L411-1 du code de l'environnement.

23. MESURES D'ACCOMPAGNEMENT

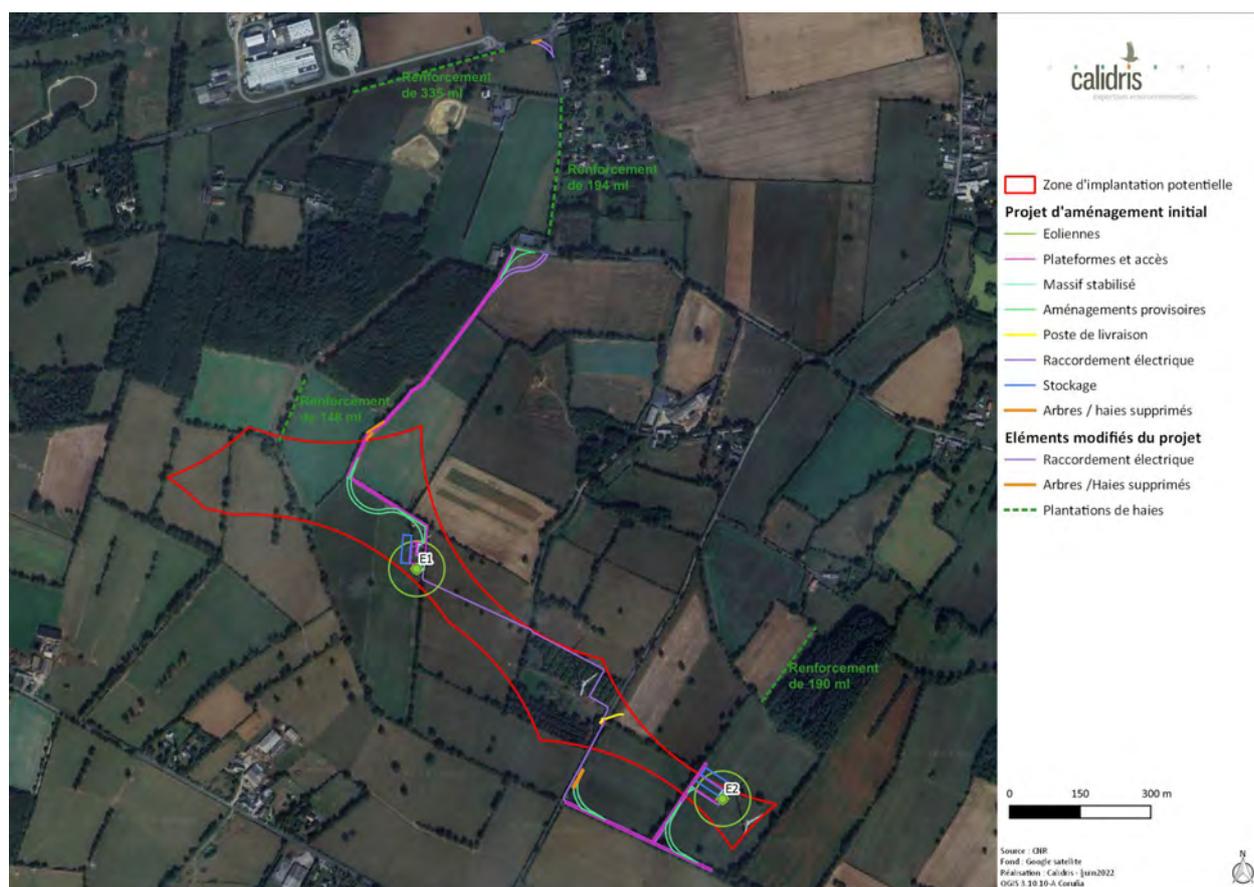
Une mesure d'accompagnement est proposée afin de compléter les mesures d'évitement et de réduction. Elle permettra en effet de préserver les caractéristiques du milieu et de s'assurer de l'évitement à long terme. Il s'agit d'une replantation sous forme d'un renforcement de haies sur 867 mètres linéaires, soit sur des linéaires 8 fois supérieurs à ce qui sera coupé, sur les sites d'Erbray et de Soudan.

MA-1 : Plantation de haies

Afin de limiter l'impact de la phase chantier du projet, nécessitant la coupe de 113 mètres linéaires de haies sur le site de Soudan, une mesure d'accompagnement est proposée. Elle consiste en un renforcement de 867 mètres linéaires, en 4 tronçons. Cette mesure concerne l'accompagnement des projets d'aménagement des sites d'Erbray et de Soudan, lesquels amènent, respectivement, la suppression, lors des travaux, de 25,5 ml et de 113 ml.

Mesure MA-1		Plantations de haies			
Correspond à la mesure R2.1q Dispositif d'aide à la recolonisation du milieu du <i>Guide d'aide à la définition des mesures ERC</i> (Commissariat général au développement durable, 2018).					
E	R	C	A	S	Phase travaux
Habitats & Flore		Avifaune		Chiroptère	Autre faune
Contexte et objectifs		<p>Les haies constituent un corridor écologique et un habitat pour la faune. Elles permettent également de stabiliser les sols, ainsi que de diminuer les ruissellements. C'est une formation de brise vent qui contribue au maintien et à l'amélioration du patrimoine rural (ESPACES NATURELS REGIONAUX NORD - PAS DE CALAIS).</p> <p>Les projets de renouvellement des parcs de Soudan et d'Erbray entraîneront, respectivement, la coupe de 113 mètres linéaires et de 25,5 mètres linéaires de haie.</p> <p>La potentialité d'accueil en gîte pour les chiroptères est nulle pour les deux sites, mais des oiseaux peuvent s'y reproduire et des espèces de faune terrestre peuvent l'utiliser en tant que refuge, zone d'alimentation et corridor. Cependant, compte tenu de la longueur des haies concernées et de l'absence d'arbres au sein d'une de ces haies (site de Soudan, RD771) et de la présence au sein des autres haies, uniquement d'arbres jeunes qui ne présentent qu'un intérêt global faible pour la faune, l'impact est faible pour la faune en termes d'habitat d'espèce et de corridor. Pour les insectes saproxylophages, les linéaires concernés ne présentant pas d'arbres creux, l'impact est nul pour ce groupe.</p> <p>Le phasage des travaux de la mesure ME-2 permet d'éviter la destruction d'espèces. Néanmoins, un impact faible a été défini pour la perte d'habitat pour la faune. Une replantation sera donc réalisée à proximité des sites.</p>			
Descriptif de la mesure		<p>La replantation pourra se faire par le truchement d'une structure (société, association, ...) compétente.</p> <p>Les essences à utiliser sont dites « locales » car elles sont adaptées aux sols et au climat de la région. Peuvent être citées les essences suivantes d'arbres et arbustes : Alisier torminal, Charme commun, Chêne pubescent, Cognassier, Erable champêtre, Frêne commun, Noisetier, Aupébins, Cornouiller sanguin, Fusain d'Europe, Prunellier, Sureau noir, Troène des bois, Viorne lantane.</p> <p>De plus, elles permettent une meilleure intégration paysagère (CD77, 2016) et évitent la pollution génétique du milieu. Il est nécessaire de diversifier les essences car le choix d'une seule espèce épuise les sols et présente de gros risques en cas de maladie.</p> <p>La replantation consistera en un renforcement de 867 mètres linéaires en 4 tronçons, représentant près de 6 fois le linéaire impacté.</p>			
Localisation		Site du projet			

Modalités techniques	À définir avec la structure retenue pour la plantation.								
	Des conventions (annexe 4) seront signées avec les propriétaires et exploitants des parcelles concernées. Elle prévoira l'entretien des haies dans les règles de l'art								
	La plantation interviendra dès que le projet sera purgé de tout recours.								
	Période d'intervention :								
	Août	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.	Janv.	Fév.	Mars	A partir d'Avril
	Désherbage	Sous-solage Labour – Travail du sol Pose du paillage		Réalisation de la plantation Mise en place des protections				Suivi de la plantation	
		Un suivi annuel de la plantation sera réalisé sur 3 ans. Il comprend une fauche aux abords de la haie, l'arrachage de l'herbe au pied des plants, la surveillance du maintien en bon état des dispositifs de protection des plants des attaques éventuelles des rongeurs et des chevreuils. En cas de mortalité de sujets, un remplacement sera effectué.							
Coût indicatif	20€ du mètre linéaire soit 17 340 € pour 867 mètres +3000 € d'entretien par an								
Suivi de la mesure	Constatation sur site.								



Carte n°47 : Localisation des linéaires de haies renforcés

24. MESURES DE SUIVIS REGLEMENTAIRES ICPE

24.1. MESURES DE SUIVIS REGLEMENTAIRES

Conformément aux dispositions de l'arrêté du 26 août 2011 relatif aux installations de production d'électricité utilisant l'énergie mécanique du vent au sein d'une installation soumise à autorisation, au titre de la rubrique 2980 de la législation des installations classées pour la protection de l'environnement, le maître d'ouvrage s'engage à effectuer le suivi environnemental :

« Au moins une fois au cours des trois premières années de fonctionnement de l'installation puis une fois tous les dix ans, l'exploitant met en place un suivi environnemental permettant notamment d'estimer la mortalité de l'avifaune et des chiroptères due à la présence des aérogénérateurs. Lorsqu'un protocole de suivi environnemental est reconnu par le ministre chargé des installations classées, le suivi mis en place par l'exploitant est conforme à ce protocole. Ce suivi est tenu à disposition de l'inspection des installations classées. »

Le protocole de suivi environnemental des parcs éoliens terrestres a été reconnu par le Ministère de l'Ecologie, du Développement Durable et de l'Energie par la décision du 23 novembre 2015. Ce protocole a été révisé en 2018.

Les mesures de suivi détaillées ci-dessous sont conformes au nouveau protocole de suivi environnemental des parcs éoliens terrestres, selon sa révision 2018.

Conformément au nouveau protocole (révision 2018), le premier suivi doit « débuter dans les 12 mois qui suivent la mise en service du parc éolien ».

Par ailleurs, « à l'issue de ce premier suivi :

- Si le suivi mis en œuvre conclut à l'absence d'impact significatif sur les chiroptères et sur les oiseaux alors le prochain suivi sera effectué dans les 10 ans, conformément à l'article 12 de l'arrêté ICPE du 26 août 2011.

- Si le suivi met en évidence un impact significatif sur les chiroptères ou sur les oiseaux alors des mesures correctives de réduction doivent être mises en place et un nouveau suivi doit être réalisé l'année suivante¹ pour s'assurer de leur efficacité. »

- o MS-1 : Suivi de mortalité

Le suivi de la mortalité sera effectué, à raison de **20 sorties réparties entre les semaines 20 et 43, à savoir entre la mi-mai et fin octobre. Il concerne à la fois l'avifaune et les chiroptères.**

Ainsi que précisé au paragraphe « Méthodologie pour la réalisation du suivi » du guide révisé en 2018, ce suivi concernera toutes les éoliennes du parc.

De plus, des tests de recherche et de persistance permettant de valider et analyser les résultats seront mis en œuvre (test de recherche, persistance des cadavres).

Le cas échéant (si l'intégralité de la zone de prospection n'a pas pu être prospectée), un coefficient surfacique doit être appliqué.

- o MS-2 : Suivi d'activité

En phase exploitation, le suivi d'activité en hauteur des chiroptères se déroulera de la semaine 20 à 43. Ainsi, **le suivi de l'activité des chiroptères à hauteur de nacelle sera mis en œuvre entre les semaines 20 et 43** afin de corrélérer l'activité des chiroptères avec l'éventuelle mortalité constatée, en fonction des conditions météorologiques.

Le suivi de l'activité des chiroptères à hauteur de nacelle sera effectué par enregistrement automatique de l'activité durant un cycle biologique complet, après mise en service du parc.

¹ Ou à une date définie en concertation avec les services instructeurs dans les cas où la nature de la mesure de réduction mise en œuvre le nécessite.

Méthodologie pour la réalisation du suivi mortalité

Surface et méthodologie de prospection :

- **Surface-échantillon à prospecter** : un carré de 100 m de côté (ou deux fois la longueur des pales pour les éoliennes présentant des pales de longueur supérieure à 50 m) ou un cercle de rayon égal à la longueur des pales avec un minimum de 50 m.
- **Mode de recherche** : transects à pied espacés d'une distance dépendante du couvert végétal (de 5 à 10 m en fonction du terrain et de la végétation). Cette distance devra être mesurée et tracée. Les surfaces prospectées feront l'objet d'une typologie préalable des secteurs homogènes de végétation et d'une cartographie des habitats selon la typologie Corine Land Cover ou Eunis. L'évolution de la taille de végétation sera alors prise en compte tout au long du suivi et intégrée aux calculs de mortalité (distinction de l'efficacité de recherche et de la persistance des cadavres en fonction des différents types de végétation).
- **Temps de recherche** : entre 30 et 45 minutes par turbine (durée indicative, qui sera à évaluer plus précisément au jour de la mise en œuvre du suivi).
- Recherche à débiter dès le lever du jour.

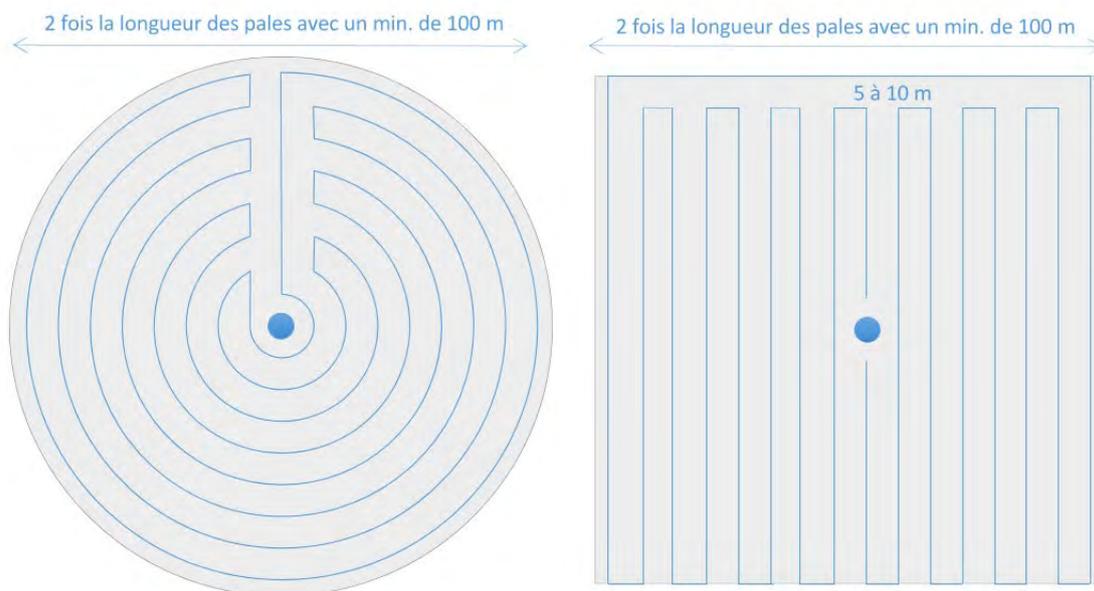


Figure 1 : Schéma de la surface-échantillon à prospecter (largeur de transects de 5 à 10 m)

Tableau 40 : Mesures réglementaires ICPE

Objectif	Mesure réglementaire	Cout estimé de la mesure
MS-1 : Suivi de mortalité avifaune et chiroptères	Suivi de la mortalité effectué à raison de 20 sorties réparties entre les semaines 20 et 43	40 000 € / année de suivi
MS-2 : Suivi d'activité des chiroptères	Suivi de l'activité des chiroptères à hauteur de nacelle des semaines 20 à 43	

Compte tenu des évolutions rapides dans ce domaine, il est nécessaire de préciser que les suivis qui seront mis en place lors de la mise en service du parc éolien seront conformes aux protocoles en vigueur à cette date.

25. SYNTHÈSE DES MESURES ET DE LEURS EFFETS

Le projet de renouvellement du parc éolien de Soudan aura un impact nul à faible sur les milieux naturels :

- ✚ À la lumière des investigations pédologiques, il est acquis que le projet n'aura aucun impact sur les zones humides, ce dernier évitant les zones humides délimitées sur le site.
- ✚ Le projet n'aura aucun impact sur la flore protégée et les habitats patrimoniaux, ces derniers étant absents du site. Quant au Frêne commun, espèce patrimoniale observée au sein de certains linéaires de haie du site, **il est absent des linéaires de 113 m au total concernés par l'arasement.** En outre, les aménagements prévus reprennent en grande partie les voies d'accès actuelles et les éoliennes seront implantées dans des parcelles de prairie sans enjeu pour la flore.
- ✚ Concernant l'avifaune, une mesure de phasage des travaux dont la mise en œuvre sera supervisée par un écologue permettra d'éviter tout impact durant la phase travaux sur les nicheurs patrimoniaux notamment.
- ✚ Concernant la faune inféodée aux haies (avifaune nicheuse et faune terrestre), **une mesure d'accompagnement consistant en un renforcement de 867 mètres linéaires, en 4 tronçons, en remplacement des 25,5 et de 113 mètres linéaires de haies prévus à l'arasement, respectivement sur les sites d'Erbray et Soudan, a été intégrée au projet, afin que soient préservées les caractéristiques du milieu.**

✦ Concernant les chiroptères, l'implantation des éoliennes dans des parcelles de milieu ouvert, que les inventaires ont montrées faiblement fréquentées par les chauves-souris et à distance des habitats fonctionnels, est de nature à limiter les impacts sur ce groupe. Néanmoins, les impacts du projet en termes de risque de collision pour les chiroptères sont modérés à forts pour 6 espèces (Pipistrelles commune, de Nathusius et de Kuhl, Noctules commune et de Leisler, et Sérotine commune). Une mesure d'évitement et de réduction, permettant de couvrir 91% de l'activité chiroptérologique, consistant respectivement à entretenir les emprises du parc et à appliquer un bridage des éoliennes, lorsque les conditions météorologiques sont favorables à l'activité des chiroptères, permettent d'éviter et réduire les impacts vis-à-vis de ce groupe.

Que ce soit dans sa conception, son implantation ou les mesures ERC proposées et proportionnées aux enjeux, le projet de renouvellement du parc éolien de Soudan a été mené avec une démarche cohérente, responsable et de nature à limiter de façon encore plus significative les impacts sur les milieux naturels.



EVALUATION DES INCIDENCES NATURA 2000

1. INTRODUCTION

Dans le cadre du projet de renouvellement du parc éolien de Soudan, situé sur la commune de Soudan (département de Loire-Atlantique (44), région Pays-de-la-Loire), la société CNR a confié au cabinet d'études CALIDRIS la réalisation du volet faune, flore et habitats naturels de l'étude d'impact.

Or, la zone d'étude de ce projet de renouvellement éolien se situe à proximité de sites Natura 2000. Le projet est donc susceptible d'avoir une incidence sur ceux-ci. Une étude des incidences du projet sur ces sites Natura 2000 doit donc être réalisée, au regard des objectifs de conservation, c'est-à-dire de l'ensemble des mesures requises pour maintenir ou rétablir les habitats naturels et les populations d'espèces de faune et flore sauvages dans un état de conservation favorable.

L'évaluation des incidences est une transcription française du droit européen. La démarche vise à évaluer si les effets du projet sont susceptibles d'avoir une incidence sur les objectifs de conservation des espèces sur les sites Natura 2000 concernés. Cette notion, relative à l'article R-414.4 est différente de l'étude d'impact qui se rapporte à l'article R-122 du code de l'environnement.

2. CADRE REGLEMENTAIRE

L'action de l'Union européenne en faveur de la préservation de la diversité biologique repose en particulier sur la création d'un réseau écologique cohérent d'espaces, dénommé Natura 2000. Le réseau Natura 2000 a été institué par la Directive 92/43/CEE du 21 mai 1992 concernant la conservation des habitats naturels ainsi que de la faune et de la flore sauvages, dite Directive « Habitats ». La mise en œuvre de cette directive amène à la désignation de Zones Spéciales de Conservation (Z.S.C.).

Le réseau Natura 2000 s'appuie également sur la Directive 2009/147/CEE du 30 novembre 2009 concernant la conservation des oiseaux sauvages, dite Directive « Oiseaux ». Elle désigne des Zones de Protection Spéciales (Z.P.S.).

Bien que la Directive « Habitats » n'interdise pas formellement la conduite de nouvelles activités sur les sites Natura 2000, les articles 6-3 et 6-4 imposent de soumettre les plans et projets dont l'exécution pourrait avoir des répercussions significatives sur les objectifs de conservation du site, à une évaluation appropriée de leurs incidences sur les espèces et habitats naturels qui ont permis la désignation du site Natura 2000 concerné.

L'article 6-3 conduit les autorités nationales compétentes des États membres à n'autoriser un plan ou un projet que si, au regard de l'évaluation de ses incidences, il ne porte pas atteinte à l'intégrité du site considéré. L'article 6-4 permet cependant d'autoriser un projet ou un plan en dépit des conclusions négatives de l'évaluation des incidences sur le site, à condition :

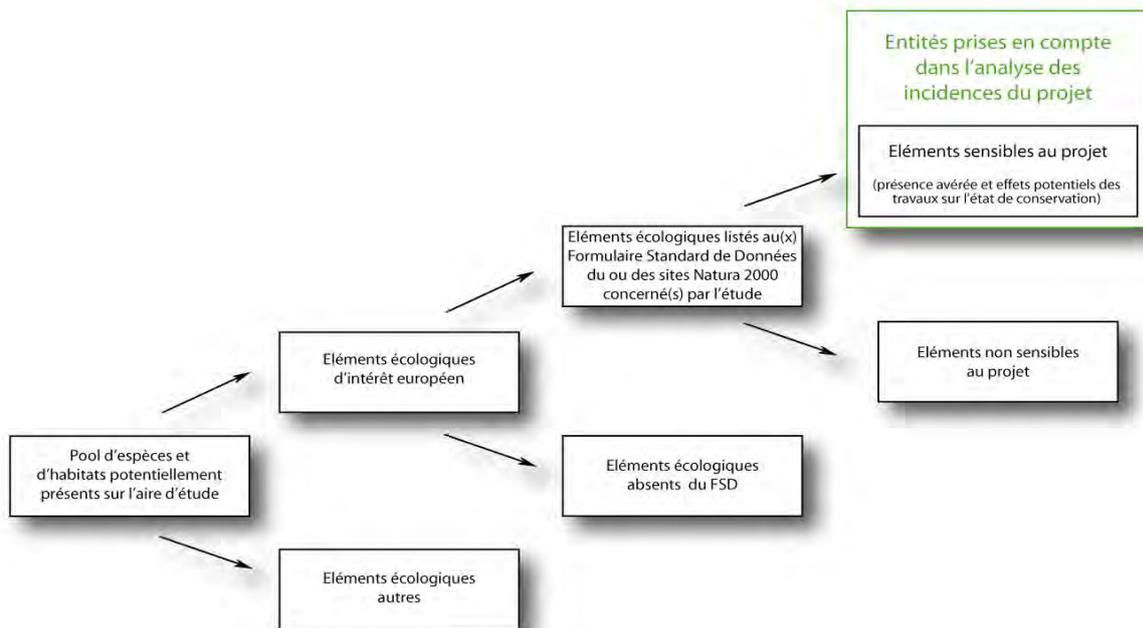
- Qu'il n'existe aucune solution alternative ;
- Que le plan ou le projet soit motivé par des raisons impératives d'intérêt public majeures ;
- D'avoir recueilli l'avis de la Commission européenne lorsque le site abrite un habitat naturel ou une espèce prioritaire et que le plan ou le projet est motivé par une raison impérative d'intérêt public majeure autre que la santé de l'Homme, la sécurité publique ou des conséquences bénéfiques primordiales pour l'environnement ;
- Que l'État membre prenne toute mesure compensatoire nécessaire pour garantir la cohérence globale du réseau Natura 2000, ces mesures devant être notifiées à la Commission.

Au niveau national, ces textes de loi sont retranscrits dans les articles L.414-4 à 7 du code de l'environnement.

3. APPROCHE METHODOLOGIQUE DE L'ÉVALUATION DES INCIDENCES

L'évaluation des incidences ne porte que sur les éléments écologiques ayant justifié la désignation des sites Natura 2000 concernés par l'étude. Elle ne concerne donc pas les habitats naturels et espèces qui ne sont pas d'intérêt communautaire ou prioritaire, même s'ils sont protégés par la loi. En outre, les habitats et les espèces d'intérêt communautaire ou prioritaire, nouvellement mis en évidence sur le site et n'ayant pas été à l'origine de la désignation du site (non mentionnés au FSD), ne doivent pas réglementairement faire partie de l'évaluation des incidences du projet. Enfin, les éléments d'intérêt européen pris en compte dans l'analyse des incidences doivent être « sensibles » au projet. Une espèce ou un habitat est dit sensible lorsque sa présence est fortement probable et régulière sur l'aire d'étude et qu'il y a interférence potentielle entre son état de conservation et/ou celui de son habitat d'espèce et les effets des travaux.

La démarche de l'étude d'incidences est définie par l'article R414-23 du code de l'environnement et suit la démarche exposée dans le schéma suivant :



L'étude d'incidences est conduite en deux temps (confer schéma page suivante) :

- Une évaluation simplifiée. Cette partie consiste à analyser le projet et ses incidences sur les sites Natura 2000 sur lesquels une incidence potentielle est suspectée. Si cette partie se conclut par une absence d'incidence notable sur les objectifs de conservation des sites Natura 2000, alors le projet peut être réalisé. Dans le cas contraire, débute le deuxième temps de l'étude.
- Une évaluation complète. Cette partie a d'abord pour but de vérifier l'existence de solutions alternatives. Puis, si tel n'est pas le cas, de vérifier s'il y a des justifications suffisantes pour autoriser le projet. Dans ce dernier cas, des mesures compensatoires doivent être prises.

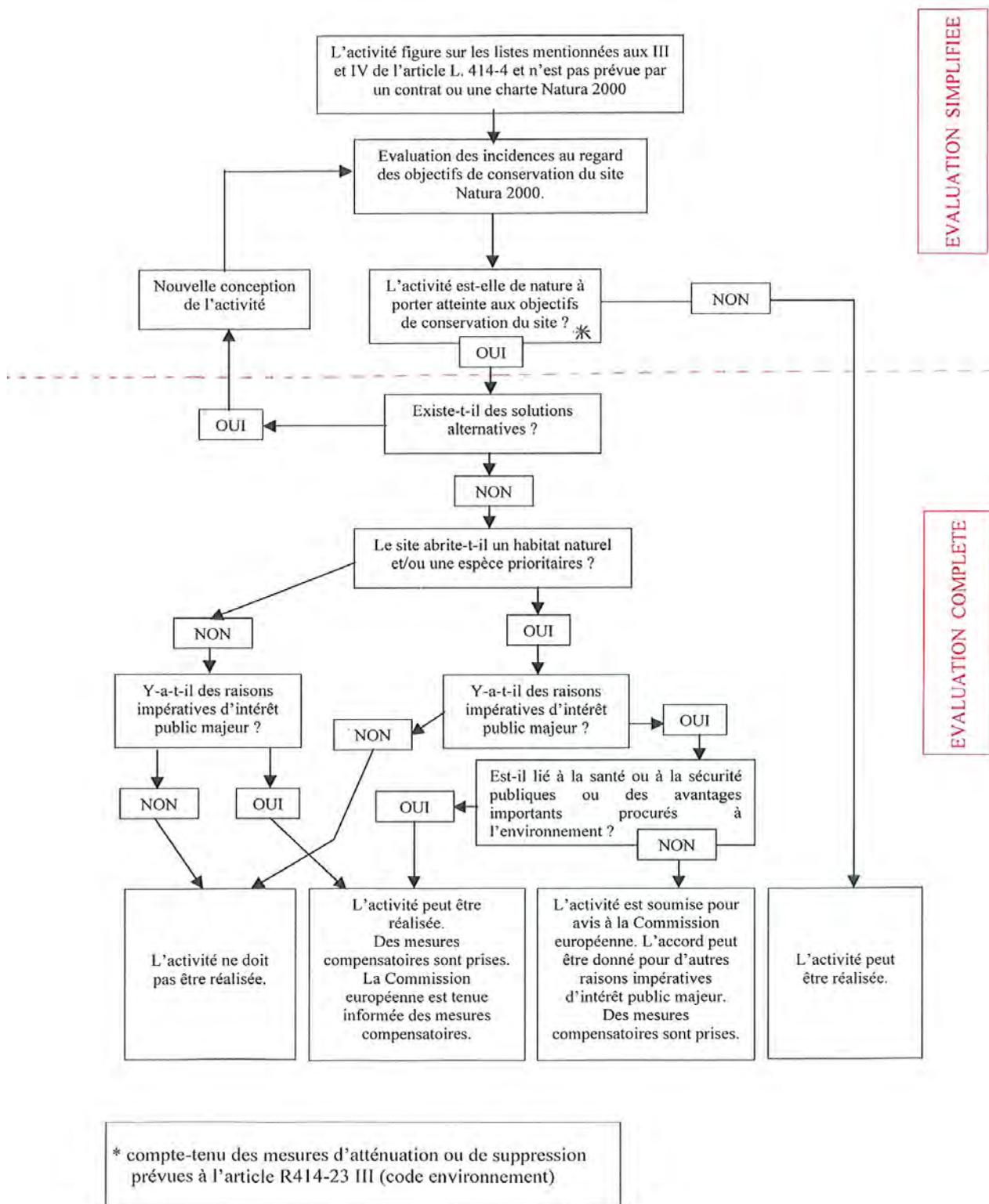
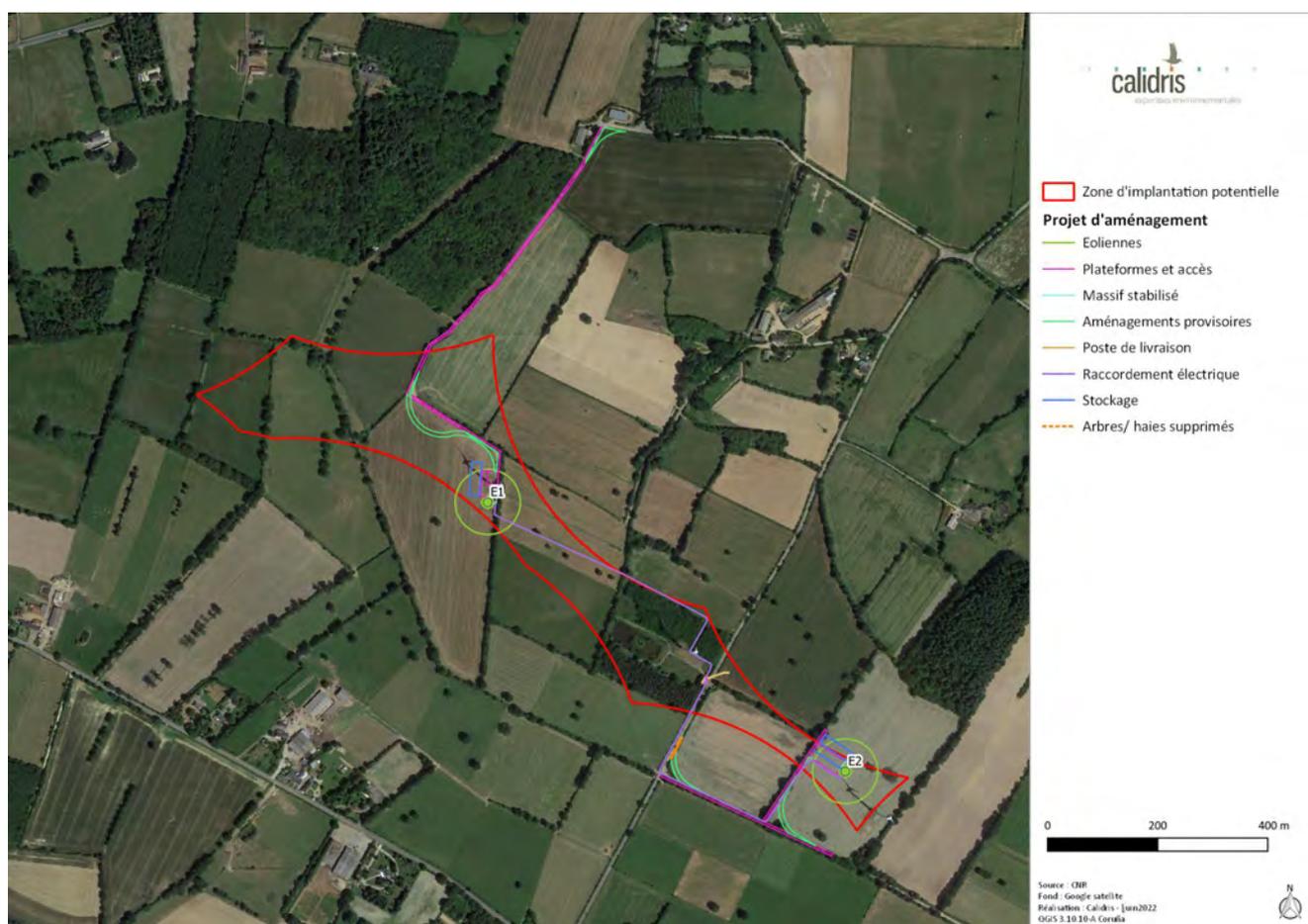


Figure 6 : Schéma pour élaboration d'une étude d'incidences

4. PRESENTATION DU PROJET DE RENOUVELLEMENT EOLIEN ET DU SITE D'IMPLANTATION

Le site d'études se situe sur la commune de Soudan (département de Loire-Atlantique (44), région Pays-de-la-Loire), à quelques kilomètres à l'est de Chateaubriant. Le site du projet de renouvellement est largement couvert par des cultures de céréales, ainsi que par des prairies intensives et mésophiles. Toutefois, des boisements (plantations), un plan d'eau et un réseau fonctionnel de haies, globalement de bonne qualité écologique sont présents, lesquels représentent une source de biodiversité non négligeable au sein d'un ensemble dominé par les cultures et prairies intensives.

Le projet de parc éolien comporte 2 éoliennes, réparties en une ligne orientée globalement selon un axe nord-ouest / sud-est. Les 2 éoliennes sont situées en zone d'agriculture intensive (prairies intensives et mésophiles).



Carte n°48 : Localisation du projet de renouvellement éolien

5. DEFINITION DES SITES NATURA 2000 PRIS EN COMPTE POUR L'ÉVALUATION DES INCIDENCES

5.1. Localisation du projet par rapport aux sites Natura 2000

Dans un rayon de vingt kilomètres autour du projet de renouvellement du parc éolien, un seul site Natura 2000 est présent (confer. Carte page suivante). Il s'agit d'une ZSC (Zone Spéciale de Conservation), présentée dans le tableau suivant :

Tableau 41 : Site Natura 2000 dans l'aire d'étude éloignée

Nom	Distance à la ZIP (m)	Identifiant	ZSC	ZPS
Forêt, étang de Vioreau et étang de la Provostière	18400 m	FR5200628	X	

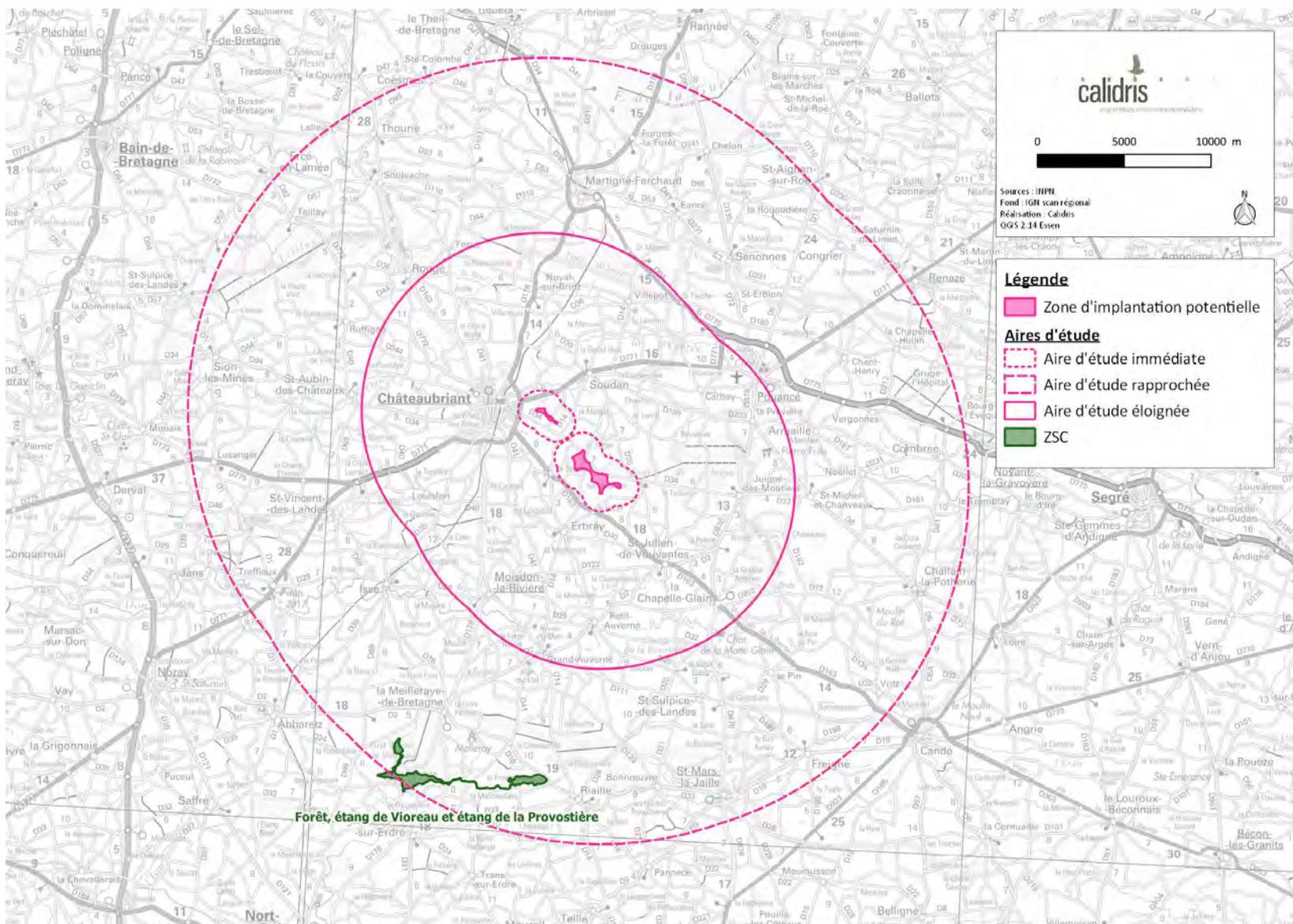
En l'absence de ZPS au sein du rayon de 20 kilomètres autour du projet de renouvellement du parc éolien, il n'y a pas lieu d'étudier l'incidence des effets du projet sur les espèces en annexe I de la Directive Oiseaux.

Pour la ZSC « Forêt, étang de Vioreau et étang de la Provostière », des espèces de chiroptères sont mentionnées au FSD. Elles sont donc potentiellement concernées par le projet.

En revanche, les effets attendus du projet ne sont pas susceptibles de générer des incidences négatives quant aux objectifs de conservation des habitats naturels, de plantes et d'invertébrés mentionnés au Formulaire standard de Données (FSD) de cette ZSC du fait de la distance entre le projet de renouvellement éolien et ce site (plus de 18 km).

5.2. Présentation du site Natura 2000 FR5200628 « Forêt, étang de Vioreau et étang de la Provostière »

Le site est composé d'étangs naturels et d'un réservoir artificiel créé au XIX^e siècle dont le marnage génère des grèves favorables au Coelanthé délicat (*Coelanthus subtilis*). Cet ensemble de zones humides est, en partie, bordé par un important massif forestier. L'ensemble constitue une unité paysagère intéressante. L'ensemble d'habitats humides rencontrés sur ce site, malgré sa taille réduite, présente un intérêt certain et un bon état de conservation. Le site renferme la seule station connue en région des Pays-de-la-Loire de *Coelanthus subtilis*.



Carte n°49 : Localisation du site d'études par rapport aux sites Natura 2000 situés dans un rayon de 20 km

6. METHODOLOGIE

6.1. Définition des zones d'études

Dans le cadre de la demande d'autorisation environnementale pour le parc éolien au titre de la législation sur les Installations Classées pour la Protection de l'Environnement (ICPE), une étude d'impact a été réalisée. La société Calidris a élaboré le volet faune, flore et habitats de cette étude d'impact. La présente étude d'incidences a été réalisée sur la base des éléments recueillis dans le cadre de l'étude d'impact.

6.2. Outils de références utiles à l'évaluation des incidences

6.2.1. REFERENCES RELATIVES AUX SITES NATURA 2000

Les informations disponibles sur le site internet de l'Inventaire National du Patrimoine Naturel (INPN) ont servi de référence. D'autres ouvrages de référence traitant de l'écologie des espèces et des habitats naturels, tels que les Cahiers d'Habitats, présents sur le site ont également été consultés.

6.2.2. REFERENCES RELATIVES AU PROJET

L'ensemble des caractéristiques du projet nous a été fourni par la société CNR, porteur du projet de renouvellement du parc éolien de Soudan.

6.2.3. INVESTIGATION DE TERRAIN

L'état initial de l'étude est basé sur les investigations de terrain réalisées sur le site par la société CALIDRIS dans le cadre de la réalisation de l'étude d'impact.

7. ÉTAT INITIAL

7.1. Espèces de chiroptères présentes au sein de la ZSC

Trois espèces de chiroptères sont présentes au sein du FSD de la ZSC FR5200628 « Forêt, étang de Vioreau et étang de la Provostière » située dans le rayon des 20 km autour du projet.

Code Natura 2000	Annexe II de la Directive Habitats	Nom vernaculaire	Nom scientifique	Population en présence	FR5200628
1303	X	Petit Rhinolophe	<i>Rhinolophus hipposideros</i>	Sédentaire. Effectif non estimé	X
1304	X	Grand Rhinolophe	<i>Rhinolophus ferrumequinum</i>	Sédentaire. Effectif non estimé	X
1324	X	Grand Murin	<i>Myotis myotis</i>	Sédentaire. Effectif non estimé	X

7.2. Espèces de chiroptères présentes dans la ZSC observées sur la zone du projet

Deux des trois espèces mentionnées au FSD de la ZSC FR5200628 « Forêt, étang de Vioreau et étang de la Provostière » ont été observées au niveau de la zone d'études du projet : le Petit Rhinolophe et le Grand Murin.

PETIT RHINOLOPHE

Si l'état des populations n'est pas considéré comme mauvais au niveau mondial et en France, les populations du Petit Rhinolophe ont subi une importante régression au cours du XX^e siècle en Europe, principalement au nord de son aire de distribution. L'état de la population française semble stable ces dernières années, néanmoins l'espèce reste très sensible. Dans le nord du pays, l'espèce est nettement plus rare que dans le sud où elle peut être parfois abondante et parmi les espèces les plus communes.

Le Petit Rhinolophe fréquente des milieux assez variés où la présence de haies, de groupes d'arbres, de boisements feuillus et de zones humides s'imbriquent en une mosaïque. Il évite généralement les boisements issus de plantations monospécifiques de résineux. C'est, entre autres, cette dernière pratique sylvicole, couplée à des modifications profondes des techniques agricoles visant à intensifier la production, qui a contribué à la mise en danger de certaines populations en Europe et particulièrement en France. Un des points importants de sa conservation

passé aussi par le maintien d'une bonne connectivité écologique entre les milieux notamment par les haies qui lui servent de corridors de déplacement. Le Petit Rhinolophe est réputé sédentaire et utilise un territoire restreint. Les déplacements enregistrés par radio-tracking font état d'un rayon de 2,5 km au maximum autour du gîte et son vol n'excède pas les 5 m de haut (ARTHUR & LEMAIRE, 2015).

Sur le site d'étude, le Petit Rhinolophe a été contacté au printemps et sur le site d'Erbray uniquement. Son activité est globalement faible sur la zone d'étude.

Le Petit Rhinolophe est mentionné au FSD du site Natura 2000 « Forêt, étang de Vioreau et étang de la Provostière » avec une population « sédentaire » et un effectif non estimé.

A ce jour, aucun cas de collisions n'a été recensé en Europe (Dürr, 2022).

Considérant que cette espèce n'est pas sensible aux collisions, qu'elle possède un territoire de chasse de 4 kilomètres alors que le site Natura 2000 se situe à plus de 18 kilomètres, il est possible de conclure que la sensibilité des Petits Rhinolophes présents dans le site Natura 2000 est nulle et qu'il ne subsiste aucun doute raisonnable quant à l'absence d'incidence significative en ce qui concerne les objectifs de conservation de cette espèce sur le site Natura 2000.

GRAND MURIN

Largement réparti sur l'ensemble de la France, le Grand Murin reste relativement rare et dispersé. Les effectifs nationaux ont enregistré une très importante diminution au cours des années 1970 et 1980. Actuellement, les effectifs tendent à se stabiliser, voire augmenter localement. Cette situation lui a valu la révision de son statut mondial et national en tant qu'espèce faiblement menacée sur les listes rouges de l'IUCN. Il figure néanmoins à l'annexe II de la directive « Habitats ».

Le Grand Murin est essentiellement forestier, mais fréquente aussi une assez grande diversité d'habitats, principalement des milieux mixtes coupés de haies, de prairies et de bois. Il installe généralement ses colonies de parturition au niveau des combles de bâtiments et hiverne en milieu souterrain. Considéré comme semi-sédentaire ou semi-migrateur, il profite d'une grande capacité de déplacement, mais couvre habituellement seulement quelques dizaines de kilomètres entre ses gîtes d'été et d'hiver. Ce Murin exploite de grands territoires et peut parcourir jusqu'à 15 km pour accéder à des secteurs de chasse qui lui sont favorables. Il chasse au niveau des lisières de boisements, le long des haies dans un contexte pastoral faisant intervenir une importante

mosaïque de milieux (ARTHUR & LEMAIRE, 2015).

Sur la zone d'implantation potentielle, les résultats des inventaires montrent que le Grand Murin fréquente majoritairement les milieux boisés et le plan d'eau du site de Soudan pendant l'été et l'automne. Sur la zone d'implantation potentielle, peu de contacts ont été enregistrés (33,7 contacts corrigés sur l'année). Les enregistrements montrent une activité globale faible pour cette espèce.

Le Grand Murin est mentionné au FSD du site Natura 2000 « Forêt, étang de Vioreau et étang de la Provostière » avec une population « sédentaire » et un effectif non estimé.

Seuls 7 cas de collisions de Grand Murin sont connus en Europe (Dürr, 2022).

Considérant que cette espèce n'est pas sensible aux collisions, que l'activité de l'espèce sur le site est globalement faible, et qu'une mesure de bridage est mise en place sur le site, il est possible de conclure que l'espèce présente une sensibilité très faible et qu'il ne subsiste aucun doute raisonnable quant à l'absence d'incidence significative en ce qui concerne les objectifs de conservation de cette espèce sur le site Natura 2000.

8. SYNTHÈSE DES ÉLÉMENTS D'INTÉRÊT EUROPÉEN SENSIBLES AU PROJET DE PARC ÉOLIEN

Deux des trois espèces de chauves-souris listées au FSD du site Natura 2000 situé jusqu'à 20 km du projet de renouvellement du parc éolien ont été observées sur la zone d'études. Toutefois, aucune ne présente de sensibilité avérée soit en raison de l'éloignement et de la situation géographique du site d'études par rapport au site Natura 2000, soit en raison de l'absence de sensibilité de ces espèces aux éoliennes.

Il y a donc une absence manifeste d'effet du projet sur la conservation des espèces et des habitats qui ont permis la désignation du site Natura 2000.

Il appartient au pétitionnaire de statuer sur la nécessité de solliciter ou non une dérogation à l'article R.411-1 du Code de l'environnement. L'application de ce texte est encadrée par une circulaire d'application de mars 2014 : *Guide sur l'application de la réglementation relative aux espèces protégées pour les parcs éoliens terrestres* (MEDDE, 2014).

Ce texte dispose que l'octroi d'une dérogation à l'article R.411-1, suivant les termes de l'article R.411-2 du Code de l'environnement, n'est nécessaire que dans la mesure où les effets du projet sont susceptibles de remettre en cause la dynamique ou le bon accomplissement du cycle écologique des populations d'espèces.

Ainsi, c'est au regard de cette exigence que s'envisage pour le porteur de projet la nécessité ou non de réaliser un dossier de dérogation dit « dossier CNPN ».

Des éléments issus de l'état initial et de la définition des mesures d'intégration environnementales, il apparaît que les impacts ont été anticipés et évités ou suffisamment réduits (suivant les termes de l'article R.122-3 du Code de l'environnement) :

- **Avifaune** : dérangements d'espèces, protégées ou non, en phase de travaux => mise en place d'une mesure de phasage des travaux ;
- **Avifaune** : destruction d'individus d'espèces, protégées ou non, en phase de travaux => mise en place d'une mesure de phasage des travaux qui permettra d'éviter toutes atteintes aux nichées ;
- **Chiroptères** : risque de collision potentiellement modéré à fort pour 6 espèces => entretien des plateformes et gestion de l'éclairage de façon à réduire l'attractivité pour les insectes et les chauves-souris et mise en place d'une mesure de plan d'arrêt pour toutes les éoliennes du projet ;

- **Habitats et flore** : les milieux impactés sont des parcelles en prairies intensives et mésophiles, sans enjeu botanique. Aucune espèce végétale protégée n'a été contactée, et aucune espèce patrimoniale n'est impactée par le projet => Aucune mesure d'évitement ou de réduction n'est donc nécessaire
- **Faune terrestre** : les milieux impactés ne constituent pas des habitats d'espèces protégées. En effet, le plan d'eau favorable aux amphibiens n'est pas concerné par le projet, de même que les boisements et les arbres favorables à l'accueil des insectes saproxylophages. Enfin, la Couleuvre helvétique se situe dans un habitat différent de ceux concernés par les zones de travaux, au niveau des haies => Aucune mesure d'évitement ou de réduction n'est donc nécessaire

Enfin, malgré l'évitement optimal réalisé pour déterminer l'implantation des éléments du projet de renouvellement, la destruction de 113 ml de haie est nécessaire pour l'aménagement des accès => mise en place d'une mesure de réduction consistant à planter a minima le double de mètres linéaires de haies. Ainsi, il sera réalisé un renforcement de 867 mètres linéaires de haie, en 4 tronçons.

Dans ces conditions, aucun impact résiduel significatif ne subsiste sur les espèces protégées, ce qui justifie l'inutilité de la réalisation d'un dossier de dérogation.

On notera de façon subsidiaire que lorsque le projet entrera en phase d'exploitation, des mesures de suivis, conformes au guide méthodologique *Protocole de suivi environnemental des parcs éoliens terrestres* (DGPR, 2018), permettront d'appréhender les effets du parc sur la durée et de mettre en œuvre des mesures complémentaires en cas de besoin par le truchement d'un arrêté préfectoral complémentaire (APC).



CONCLUSION

Le projet de renouvellement du parc éolien de Soudan s'inscrit dans un contexte environnemental marqué par la dominance de l'agriculture intensive. Toutefois, les boisements, le plan d'eau et le réseau fonctionnel de haies et globalement de bonne qualité écologique sont présents, lesquels représentent une source de biodiversité non négligeable au sein d'un ensemble dominé par les cultures et les prairies intensives. Les inventaires réalisés dans le cadre de cette étude ont pris en compte le cycle écologique de la faune (oiseaux, chiroptères) et de la flore. Ils ont montré que les enjeux et les impacts sont variés en fonction des groupes considérés.

Avifaune :

Oiseaux nicheurs, les sensibilités identifiées au niveau de l'avifaune concernent principalement la période de reproduction, avec la présence avérée d'espèces nicheuses à caractère patrimonial sur la ZIP ou en périphérie immédiate : Alouette des champs, Alouette lulu, Chardonneret élégant, Fauvette des jardins et Linotte mélodieuse. En cette période, des enjeux forts se situent au niveau des milieux ouverts pour l'Alouette des champs et l'Alouette lulu, des haies et des lisières de boisements pour les trois autres espèces, lesquelles accueillent respectivement ces espèces pour leur nidification.

Migration et hivernage : Le phénomène migratoire est diffus sur la ZIP, que ce soit pour la migration de printemps ou d'automne, et aucun grand rassemblement notoire n'a été constaté. En période de migration postnuptiale et prénuptiale, les effectifs étant faibles, les sensibilités sont faibles sur le site d'étude, et ce malgré l'observation d'espèces patrimoniales.

Hivernage : Les espèces observées en hiver sont communes et abondantes sur leur aire de répartition à cette période de l'année. En outre, les effectifs présents restent limités. Par ailleurs, aucun dortoir n'a été mis en évidence et aucun rassemblement d'envergure (avec plusieurs milliers d'individus) n'a été observé. La présence d'une trame bocagère relativement dense limite l'attractivité de la zone pour les espèces grégaires telles que le Vanneau huppé. Aucune sensibilité spécifique n'a été notée pour la période d'hivernage.

Chiroptères :

La richesse spécifique est relativement moyenne sur le site, avec 16 espèces contactées. Sa fréquentation est globalement modérée et dominée par la Pipistrelle commune (plus de 76 % des contacts enregistrés). Son activité est globalement forte sur le site. Les autres espèces à fortes sensibilités vis-à-vis des éoliennes présentent une activité faible à modérée (Noctule de Leisler et Pipistrelle de Nathusius) et modérée à forte (Sérotine commune, Noctule commune et Pipistrelle de Kuhl) sur le site. Ainsi, les sensibilités relatives à la Pipistrelle commune sont fortes sur le site et modérées pour les cinq autres espèces précédemment citées, compte tenu de leur activité sur le site et des risques de collision. Sur le site, au vu des études réalisées tout au long de l'année et de l'activité enregistrée, les sensibilités concernant les chauves-souris sont faibles au niveau des milieux ouverts (cultures et prairies) et fortes au niveau de la mare, des lisières de boisement et des haies.

Flore, habitats naturels et autre faune :

Flore : Aucune espèce protégée n'est présente au sein de la ZIP, une espèce patrimoniale a été contactée : le Frêne commun, présent au sein de certaines haies.

Habitats : Concernant les habitats naturels, les sensibilités sont faibles pour toute la zone d'études.

Faune terrestre : Concernant la faune terrestre, les sensibilités sont très localisées : au niveau du plan d'eau, des haies, des lisières et boisements. Le reste du site est en sensibilité faible.

Impacts et mesures : Les impacts bruts du projet sur la faune et la flore sont globalement faibles, limités dans le temps et maîtrisables par la mise en œuvre de mesures simples (dont l'efficacité est aujourd'hui reconnue). Cet état de fait est dû à l'important effort d'adaptation du projet aux enjeux pendant toute la durée de la période d'étude. Ainsi, l'implantation du projet de renouvellement du parc éolien de Soudan est adaptée aux enjeux et propose une période de travaux qui permet d'éviter la phase sensible au sein du cycle biologique de l'avifaune et un éloignement des zones de sensibilités pour les chiroptères.

En effet, en période d'exploitation, le seul impact significatif est lié aux risques de collision pour 6 des espèces de chiroptères en présence : les Pipistrelles commune, de Nathusius et de Kuhl, les Noctules commune et de Leisler, et la Sérotine commune. Ce risque s'explique en partie par le nombre important de collisions avec des éoliennes enregistré au niveau européen et la présence notable, notamment à hauteur de nacelle de ces espèces sur le site d'études pour le risque de

mortalité par collision. Ainsi, bien qu'une des deux éoliennes soit implantée dans un contexte de moindre impact (à savoir à distance des habitats fonctionnels), sera mise en œuvre une mesure de plan d'arrêt pour les 2 éoliennes du projet, suivant les modalités adaptées à la phénologie des chiroptères, permettant de couvrir 91% de l'activité chiroptérologique. Un entretien des plateformes et une gestion adaptée de l'éclairage permettront également de limiter l'attractivité des éoliennes pour les insectes et les chauves-souris.

En phase travaux, le seul impact potentiel anticipé concerne les oiseaux nicheurs, car ces derniers pourraient conduire à la destruction d'individus ou au dérangement de nichées. Afin d'éviter et de réduire les impacts envisagés, des mesures d'insertion environnementales seront mises en œuvre par le porteur de projet. Ces mesures concernent :

- ✦ La saisonnalité des travaux, avec une interdiction de mise en chantier en période de reproduction de l'avifaune, des reptiles et des mammifères terrestres (à savoir du 1^{er} mars au 31 juillet) ;
- ✦ Un suivi du chantier par un environnementaliste ;

Enfin une mesure d'accompagnement est prévue, consistant en un renforcement de 867 mètres linéaires, en 4 tronçons, en remplacement des 25,5 et de 113 mètres linéaires de haies prévus à l'arasement, respectivement sur les sites d'Erbray et Soudan, lesquels sont composés de fourrés, d'arbustes et de quelques jeunes arbres, et ne sont pas susceptibles d'accueillir des gîtes à chiroptères et des insectes saproxylophages. Il s'agit de préserver ainsi les caractéristiques du milieu. Par ailleurs, conformément, à la réglementation ICPE, le porteur de projet mettra en œuvre un suivi post-implantation.

Suite à la mise en œuvre de ces mesures et à la mise en place des mesures d'accompagnement écologique du chantier, aucun impact résiduel biologiquement significatif n'étant relevé, la mise en œuvre d'aucune mesure compensatoire ne s'impose.

Au regard de l'étude d'impact, il apparaît que les risques d'impact ont été anticipés et évités ou suffisamment réduits et qu'aucun risque d'impact résiduel significatif ne subsiste pour l'ensemble des espèces protégées. Dans ces conditions, il en résulte qu'aucune atteinte aux espèces protégées n'est suffisamment caractérisée, selon les termes de l'avis du conseil d'état du 09 décembre 2022 (avis contentieux numéro 463563), et donc qu'aucune demande de dérogation aux interdictions édictées pour la protection des espèces protégées n'est nécessaire, au regard de la réglementation en vigueur.

BIBLIOGRAPHIE

- Albalat, F., & Cosson, E. (2003). Bilan sur deux années. Expérience de radio-pistage sur le Petit Murin, *Myotis blythii* (Tomes, 1857) en vue de découvrir une colonie majeure de reproduction dans les Bouches-du-Rhône – Travaux des étés 2002-2003 (p. 17) [Rapport final]. Saint-Paul-sur-Ubaye: GCP.
- Albouy, S., Dubois, Y., & Picq, H. (2001). Suivi ornithologique des parcs éoliens du Plateau de Garrigue Haute (Aude) (p. 76). ADEME - Abies / LPO Aude.
- Alcade, J. T. (2003). Impacto de los parques eólicos sobre las poblaciones de murciélagos. *Barbastella* 2, (3), 3-6.
- Alerstam, T. (1990). *Bird migration*. Cambridge.
- Anderson, E. M., & Racey, P. A. (1991). Feeding behaviour of captive brown long-eared bats, *Plecotus auritus*. *Animal Behaviour*, 42(3), 489-493. [https://doi.org/10.1016/S0003-3472\(05\)80048-X](https://doi.org/10.1016/S0003-3472(05)80048-X)
- Arnett, E. B., Schirmacher M., & Bat Conservation International. (2008). Effectiveness of Changing wind turbine cut-in speed to reduce bat fatalities at wind facilities (p. 45) [Annual Report]. Consulté à l'adresse [Bats and Wind Energy Cooperative website: http://www.batsandwind.org/pdf/Curtailment_2008_Final_Report.pdf](http://www.batsandwind.org/pdf/Curtailment_2008_Final_Report.pdf)
- Arthur, L., & Lemaire, M. (2015). *Les chauves-souris de France, Belgique, Luxembourg et Suisse*. Mèze ; Paris: Biotope ; Museum national d'Histoire Naturelle.
- AVES Environnement, & Groupe Chiroptères de Provence. (2010). Parc éolien du Mas de Leuze ; Saint Martin de Crau (13) - Etude de la mortalité des Chiroptères (17 mars - 27 novembre 2009). Consulté à l'adresse <https://docs.wind-watch.org/Etude-de-la-mortalite-des-chiropteres.pdf>
- Bach. (2003). Effekte von Windenergieanlagen auf Fledermäuse. *Sächsische Landesstiftung Natur und Umwelt*.
- Bach, L. (2001). Fledermäuse und Windenergienutzung - reale Probleme oder Einbildung. *Fledermäuse und Windenergienutzung - reale Probleme oder Einbildung*. Vogelkdl. Ber. Niedersachs., 33, 119-124.

Bach, L. (2005). in Actes du séminaire : Eoliennes, avifaunes et chiroptères, quels enjeux ? 109. Châlons-en-Champagne.

Bairlein, F. (1991). Body mass of garden warbler (*Sylvia borin*) on migration: a review of field data. *Vogelwarte*, 36, 48-61.

Banks, R. C. (1979). Human related mortality of birds in the United State (Special Scientific Report - Wildlife N° 215; p. 16). Washington, D.C.: U.S. Fish and Wildlife Service.

Barataud, M., Grandemange, F., Duranel, A., & Lugon, A. (2009). Etude d'une colonie de mise-bas de *Myotis bechsteinii* (Kuhl, 1817) – sélection des gîtes et des habitats de chasse, régime alimentaire, implications dans la gestion de l'habitat forestier. *Rhinolophe*, 18, 83-112.

Barclay R., Baerwald E., Gruver C., 2007. Variation in bat and bird fatalities at wind energy facilities: assessing the effects of rotor size and tower height. *Canadian Journal of Zoology*, 85 : 381–387.

Battley, P. F., & Piersma, T. (1997). Body composition of Lesser Knots (*Calidris canutus rogersi*) preparing to take off on migration from northern New Zealand. *Notornis*, 44, 137-150.

Bauerova, Z. (1982). Contribution to the trophic ecology of the Grey long-eared bat, *Plecotus austriacus*. *Folia Zoologica*, 31(2), 113-122.

Bergen, F. (2001). Windkraftanlagen und Frühjahrsdurchzug des Kiebitz (*Vanellus vanellus*): eine Vorher/ Nacher-Studie an einem traditionellen Rastplatz in Nordrhein-Westfalen. *Vogelkundliche Berichte aus Niedersachsen*, 33, 89-96.

Berthold, P. (1996). *Control of bird migration*. New York: Chapman and Hall.

Bertrand, A. (1991). Notes sur les chauves-souris de l'Ariège. 3. Utilisation des ponts au printemps 1991. *Ariège Nature*, (3), 57-66.

Beucher, Y., Kelm, V., Albespy, F., Geylin, M., Nazon, L., & Pick, D. (2013). Parc éolien de Castelnaud-Pégayrols (12). Suivi pluriannuel des impacts sur les chauves-souris Bilan des campagnes des 2ème, 3ème et 4ème années d'exploitation (2009-2011) (p. 111). EXEN - KJM Conseil.

Biebach, H. (1998). Phenotypic Organ flexibility in Garden warblers (*Sylvia borin*) during long-distance migration. *Journal of Avian Biology*, 29(4), 529-535.

Biebach, H., & Bauchinger, U. (2003). Energetic savings by organ adjustment during long migratory flights in garden warblers (*Sylvia borin*). *Avian migration*, 269-280.

Bilz, M., Kell, S. P., Maxted, N., & Lansdown, R. V. (2011). *European Red List of Vascular Plants*. Luxembourg: Office for Official Publications of the European Communities.

BirdLife International. (2015). *European Red List of Bird*. Luxembourg: Office for Official Publications of the European Communities, 77.

BirdLife International. (2017). *European birds of conservation concern : populations, trends and national responsibilities*. Consulté à l'adresse http://www.birdlife.org/sites/default/files/attachments/European%20Birds%20of%20Conservation%20Concern_Low.pdf

Boireau, J. (coord. . (2008). *Plan de restauration National Chauves-souris. Observatoire des populations de chiroptères en Bretagne - Bilan des comptages estivaux et hivernaux de 2000 à 2007* (p. 42). GMB.

Bright, J. A., Langston, R. H. W., & Anthony, S. (2009). *Mapped and written guidance in relation to birds and onshore wind energy development in England* (RSPB Research Report N° 35; p. 167).

Brinkmann, R. (2010). *Colloque éolien et biodiversité. Présenté à Eolien et Biodiversité, Reims*.

Brinkmann, R., Schauer-Weiss, H., & Bontadina, F. (2006). *Untersuchungen zu möglichen betriebsbedingten Auswirkungen von Windkraftanlagen auf Fledermäuse im Regierungsbezirk Freiburg* (p. 66) [Regierungspräsidium Freiburg].

Bruderer, B. (1997). *The study of bird migration by radar. Part 2 : major achievements*. *Naturwissenschaften*, 84, 45-54.

Butler, P. J., Bishop, C. M., & Woakes, A. J. (2003). *Chasing a Wild Goose: Posthatch Growth of Locomotor Muscles and Behavioural Physiology of Migration of an Arctic Goose*. In P. Berthold, E. Gwinner, & E. Sonnenschein (Éd.), *Avian Migration* (p. 527-541). https://doi.org/10.1007/978-3-662-05957-9_36

Cornut, J., & Vincent, S. (2010). *Suivi de la mortalité des Chiroptères sur deux parcs éoliens du sud de la région Rhône-Alpes* (p. 43). LPO Drôme - CN'AIR.

Cosson, M., & Dulac. (2005). Suivi évaluation de l'impact du parc éolien de Bouin (Vendée) sur l'avifaune et les chauves-souris 2004 : Comparaison état initial et fonctionnement des éoliennes. LPO Marais Breton, 91.

Cosson, M., & Dulac, P. (2003). Synthèse du rapport de suivi du parc éolien de Bouin. LPO Marais Breton.

CPEPESC Lorraine. (2009). Connaître et Protéger les Chauves-souris de Lorraine. In Ciconia: Vol. 33.

Crawford, R. L., & Baker, W. W. (1981). Bats killed at north Florida television tower : a 25 record. *Journal of Mammalogy*, 62, 651-652.

Cryan, P. M. (2014). Behavior of bats at wind turbines. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 111(42), 15126-15131. <https://doi.org/10.1073/pnas.1406672111>

De Bellefroid, M. N. (2009). Suivis avifaunistique et chiroptérologiques des parcs éoliens de Beauce. *Region Centre*, 16.

De Lucas M., Janss G., Whitfield D., Miguel Ferrer M., 2008. Collision fatality of raptors in wind farms does not depend on raptor abundance. *Journal of Applied Ecology*, 45 : 1695-1703.

De Lucas, M., Ferrer, M., & Janss, G. F. E. (Éd.). (2007). *Birds and wind farms: risk assessment and mitigation*. Madrid: Quercus.

De Lucas, M., Janss, G. F. E., & Ferrer, M. (2004). A Bird and Small Mammal BACI and IG Design Studies in a Wind Farm in Malpica (Spain). *Biodiversity and Conservation*, 14(13), 3289-3303. <https://doi.org/10.1007/s10531-004-0447-z>

Dedon, M., Byrnes, S., Aygrigg, J., & Hartman, P. (1989). Bird mortality in relation to the Mare Island 115 Kv transmission line : progress report 1989/1989. Department of the Navy, Office of Environment management, San Bruno, California. Report 443-89.3, 150.

Delprat, B. (1999). L'hivernage de l'Oie cendrée au marais d'Orx, quel avenir, quelle gestion? La Sorbonne EPHE, 91.

Dietz, C., Nill, D., & von Helvesen, O. (2009). *Encyclopédie des chauves-souris d'Europe et d'Afrique du Nord: biologie, caractéristiques, menaces*. Paris: Delachaux et Niestlé.

Direction générale de la prévention des risques. (2016). Guide relatif à l'élaboration des études d'impacts des projets de parcs éoliens terrestres (p. 188).

Dirksen, S., Spaans, A. L., & van der Winden, J. (2007). Collision risks for diving ducks at semi-offshore wind farms in fresh-water lakes: a case study. In M. de Lucas, G. F. E. Janss, & M. Ferrer (Éd.), *Birds and wind farms : Risk assessment and migration* (Quercus, p. 32-89). Madrid.

DREAL Centre, & LPO Touraine. (2010a). Fiches d'espèces d'oiseaux justifiant la désignation de ZPS en région Centre-Val de Loire. Consulté à l'adresse <http://www.centre.developpement-durable.gouv.fr/les-oiseaux-d-interet-communautaire-connus-de-la-a343.html>

DREAL Centre, & LPO Touraine. (2010b). Fiches d'espèces d'oiseaux justifiant la désignation de ZPS en région Centre-Val de Loire - Le Busard cendré. Consulté à l'adresse http://www.donnees.centre.developpement-durable.gouv.fr/fiche_oiseaux/Busard_cendre.pdf

Drewitt, A. L., & Langston, R. H. W. (2006). Assessing the impacts of wind farms on birds: Impacts of wind farms on birds. *Ibis*, 148, 29-42. <https://doi.org/10.1111/j.1474-919X.2006.00516.x>

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. (p. 106) [Bilan]. Consulté à l'adresse 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 website: <http://docs.wind-watch.org/bouin-vendee-avifaune-chauvessouris.pdf>

Dürr, T. (2002). Fledermäuse als Opfer von Windkraftanlagen in Deutschland. *Nyctalus*, 8(2), 115-118.

Dürr, T. (2020). Fledermausverluste an Windenergieanlagen / bat fatalities at windturbines in Europe - Daten aus der zentralen Fundkartei der Staatlichen Vogelschutzwarte im Landesamt für Umwelt Brandenburg. Consulté à l'adresse <http://www.lfu.brandenburg.de/cms/detail.php/bb1.c.312579.de>

Dürr, T. (2020). Vogelverluste an Windenergieanlagen / bird fatalities at windturbines in Europe - Daten aus der zentralen Fundkartei der Staatlichen Vogelschutzwarte im Landesamt für Umwelt Brandenburg. Consulté à l'adresse <http://www.lfu.brandenburg.de/cms/detail.php/bb1.c.312579.de>

Elkins, N. (2004). Weather and bird behaviour. T&AD Poster, 280. Environnement Canada. (2003). Les oiseaux, victimes des pesticides. *Le naturaliste canadien*, 127(1), 81-83.

Erickson, W. P., Johnson, G. D., Strickland, M. D., Young, D. P. J., Sernka, K. J., & Good, R. E. (2001). Avian Collisions with Wind Turbines: A Summary of Existing Studies and Comparisons to Other Sources of Avian Collision Mortality in the United States (p. 62). Consulté à l'adresse NWCC website: http://www.west-inc.com/reports/avian_collisions.pdf

Erickson, W. P., Johnson, G. D., & Young, D. P. J. (2005). A Summary and Comparison of Bird Mortality from Anthropogenic Causes with an Emphasis on Collisions (p. 1029-1042). USDA Forest Service Gen. Tech. Rep.

EuroBats. (2014). Guidelines for consideration of bats in wind farm projects. Consulté à l'adresse http://www.eurobats.org/sites/default/files/documents/pdf/Meeting_of_Parties/Doc.MoP7_13Annex.Rev_1.pdf

Eybert, M. C., Constant, P., & Lefeuvre, J. C. (1995). Effects of changes in agricultural landscape on a breeding population of linnets *Acanthis cannabina* L. living in adjacent heathland. *Biological Conservation*, 74(3), 195-202. [https://doi.org/10.1016/0006-3207\(95\)00030-8](https://doi.org/10.1016/0006-3207(95)00030-8)

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

Ferry, C. (1976). Un test facile pour savoir si la richesse mesurée d'un peuplement se rapproche de sa richesse réelle. *Le Jean le Blanc*, 15, 21-28.

Fluckiger, P. F., & Beck, A. (1995). Observations on the habitat use for hunting by *Plecotus austriacus* (Fischer, 1829). *Myotis*, 32-33, 121-122.

Fox, A. D., Desholm, M., Kahlert, J., Christensen, T. K., & Krag Petersen, I. (2006). Information needs to support environmental impact assessment of the effects of European marine offshore wind farms on birds: EIAs of offshore wind farms. *Ibis*, 148, 129-144. <https://doi.org/10.1111/j.1474-919X.2006.00510.x>

Fry, C. H., Ferguson-Lees, I. J., & Dowsett, R. J. (1972). Flight muscle hypertrophy and ecophysiological variation of Yellow wagtail *Motacilla flava* races at Lake Chad. *Journal of Zoology*, 167(3), 293-306. <https://doi.org/10.1111/j.1469-7998.1972.tb03113.x>

GARRAT, C., 2019. Challenges and opportunities of long-term species monitoring. Conference on Wind energy and Wildlife Impacts 2019, Stirling, Ecosse.

Gebhard, J., & Bogdanowicz, W. (2004). *Nyctalus noctula* (Schreber, 1774) - Grosser Abendsegler. In *Handbuch der Säugetiere Europas*. Bd. 4 Fledertiere. Teil 1: Chiroptera 1. (p. 607-694). Wiebelsheim: Aula-Verlag.

Girard, O. (2012). Mortalité d'oiseaux sur les routes (p. 1) [Rapport scientifique]. ONCFS.

Goodpasture, K. A. (1975). Fall Nashville tower casualties, 1974. *Migrant*, 46(3), 49-51.

Grajetzky, B.; Nehls, G., 2017. Telemetric Monitoring of Montagu's Harrier in Schleswig-Holstein. *Birds of Prey and Wind Farms* : 97-148. Switzerland: Springer International Publishing.

Greenaway, F., & Hill, D. (2004). Woodland management advice for Bechstein's bat and barbastelle bat. *English Nature Research Reports*, (658), 29.

Griffin, D. R. (1970). Migration and homing of bats. In *Biology of bats* (Vol Academic press, Vol. 1, p. 406). New York: WA Wimsatt.

Groupe Chiroptères de la SFPEM. (2016). Diagnostic chiroptérologique des projets éoliens terrestres. Actualisation 2016 des recommandations SFPEM, Version 2.1 (février 2016) (p. 33). Consulté à l'adresse Société Française pour l'Étude et la Protection des Mammifères website: https://www.sfepm.org/pdf/20160201_diagnostic_V2.1.pdf

Groupe Mammalogique Normand. (2004). *Les Mammifères sauvages de Normandie : statut de répartition*. Nouvelle édition revue et augmentée. Nouvelle édition revue et augmentée. Rouen: GMN.

Hernandez-Pliego, J., De Lucas, M., Munoz AR., Ferrer, M., 2015. Effects of wind farms on Montagu's harrier (*Circus pygargus*) in southern Spain, *Biological conservation* 191: 452-458.

Harbusch, C., & Racey, P. A. (2006). The sessile serotine: the influence of roost temperature on philopatry and reproductive phenology of *Eptesicus serotinus* (Schreber, 1774) (Mammalia: Chiroptera). *Acta Chiropterologica*, 8(1), 213-229. [https://doi.org/10.3161/1733-5329\(2006\)8\[213:TSSTIO\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.3161/1733-5329(2006)8[213:TSSTIO]2.0.CO;2)

Hickey, J. J., & Anderson, D. W. (1968). Chlorinated Hydrocarbons and Eggshell Changes in Raptorial and Fish-Eating Birds. *Science*, 162(3850), 271-273. <https://doi.org/10.1126/science.162.3850.271>

Higgins, K. F., Osborn, R. G., Dieter, C. D., & Usgaard, R. E. (1996). Monitoring of seasonal bird activity and mortality at the Buffalo Ridge Wind power Ressource Area, Minnesota, 1994-1995. Submitted to Kenetech Windpower, 84.

Hochkirch, A., Nieto, A., García Criado, M., Cálix, M., Braud, Y., Buzzetti, F. M., ... Tumbrinck, J. (2016). European Red List of Grasshoppers, Crickets and Bush-crickets. Luxembourg: Office for Official Publications of the European Communities.

Horacek, I., Bogdanowicz, W., & Dulic, B. (2004). *Plecotus austriacus* (Fischer, 1829) - Graues Langohr. In *Handbuch des säugetiere Europas. Band 4: Fledertiere. Teil II: Chiroptera II, Vespertilionidae 2, Molossidae, Nycteridae* (Aula Verlag, p. 1001-1049). Wiebelsheim.

Hötker, H., Thomsen, K.-M., & Jeromin, H. (2005). Impacts on biodiversity of exploitation of renewable energy sources: the example of birds and bats. Facts, gaps in knowledge, demands for further research, and ornithological guidelines for the development of renewable energy exploitation. NABU. Consulté à l'adresse <http://www.proj6.turbo.pl/upload/file/389.pdf>

Hötker, H., Thomsen, K.-M., & Köster, H. (2006). Impacts on biodiversity of exploitation of renewable energy sources: the example of birds and bats. Facts, gaps in knowledge, demands for further research, and ornithological guidelines for the development of renewable energy exploitation. Michael-Otto-Institut im NABU, Bergenhusen, 65.

Hüppop, O., Dierschke, J., Exo, K.-M., Fredrich, E., & Hill, R. (2006). Bird migration studies and potential collision risk with offshore wind turbines: Bird migration and offshore wind farms. *Ibis*, 148, 90-109. <https://doi.org/10.1111/j.1474-919X.2006.00536.x>

Hutterer, R., Ivanova, T., Meyer-Cords, C., & Rodrigues, L. (Éd.). (2005). Bat migrations in Europe: a review of banding data and literature. Bonn: Federal Agency for Nature Conservation.

Issa, N., & Muller, Y. (2015). Atlas des oiseaux de France métropolitaine: nidification et présence hivernale. Delachaux & Niestlé.

Janss, G. (2000). Bird behavior in and near a wind farm at Tarifa Spain: management considerations. In *Proceedings of National Avian - Wind Power Planning Meeting III* (p. 110-114). Consulté à l'adresse <https://s3.amazonaws.com/academia.edu.documents/29500196/avian98.pdf?AWSAccessKeyId=AKIAIWOWYYGZ2Y53UL3A&Expires=1542809962&Signature=UEGO22ZX7fJcDEM5mmcPy6wLN%2B>

A%3D&response-content-

disposition=inline%3B%20filename%3DStudies_on_nocturnal_flight_paths_and_al.pdf#page=119

Janssen, R. B. (1963). Destruction of birdlife in Minnesota – sept 1963. Birds killed at the Lewisville television tower. *Flicker*, 35(4), 110-111.

Joest, R.; Griesenbrock, B.; Illner, H., 2017. Impacts of Wind Turbines on the Population and Nest Site Selection of the Montagu's Harrier in the Hellweg Börde, North Rhine-Westphalia. *Birds of Prey and Wind Farms* (pp. 149-196). Switzerland: Springer International Publishing.

Johnson, G. D. (2002). What is known and not known about impacts on bats? *Proceedings of the avian interactions with wind power structures*.

Johnson, G., Erickson, W., Strickland, M., Shepherd, M., & Shepherd, D. (2000). *Avian Monitoring Studies at the Buffalo Ridge, Minnesota Wind Resource Area: Results of a 4-Year Study* (p. 273). Northern States Power Company.

Johnston, D. W., & Haines, T. P. (1957). Analysis of mass bird mortality in October 1954. *Auk*, 74(4), 447-458.

Jones, K. E., Purvis, A., & Gittleman, J. L. (2003). Biological Correlates of Extinction Risk in Bats. *The American Naturalist*, 161(4), 601-614. <https://doi.org/10.1086/368289>

Julien, J.-F., Haquart, A., Kerbiriou, C., Bas, Y., Robert, A., & Lois, G. (2014). Eight years of acoustic bat monitoring in France: increasing sampling efficiency while commonest species' activity is decreasing [13th European Bat Research Symposium 1st – 5th September 2014 ibenik]. Croatia.

Kalkman, V. J., Boudot, J.-P., Bernard, R., Conze, K.-J., De Knijf, G., Dyatlova, E., ... Sahlén, G. (2010). *European Red List of Dragonflies*. Luxembourg: Publications Office of the European Union.

Keeley, B., & Tuttle, M. D. (1999). Bats in American bridges. *Bat Conservation International, Resource Publication*(4), 40.

Keeley, B., Ugoretz, S., & Strickland, D. (2001). Bat ecology and wind turbine considerations. Présenté à *Proceedings of the national avian-wind power planning Meeting IV*, Carmel, CA. Consulté à l'adresse https://www.nationalwind.org/wp-content/uploads/assets/research_meetings/Research_Meeting_IV_Proceedings.pdf

Kelm, D. H., Lenski J., Kelm V., Toelch U., & Dziock F. (2014). Seasonal Bat Activity in Relation to Distance to Hedgerows in an Agricultural Landscape in Central Europe and Implications for Wind Energy Development. *Acta Chiropterologica*, 16(1), 65-73. <https://doi.org/10.3161/150811014X683273>

Kibbe, D. P. (1976). The fall migration : Niagara-Champlain region. *American birds*, 30(1), 64-66.

Kiefer, A., & Veith, M. (1998). Untersuchungen zum Raumbedarf und Interaktion von Populationen des Grauen Langohrs, *Plecotus autriacus*, in Nahegebiet. *Nyctalus*, N.F. 6, 531.

Klem, D. J. R. (1990). Collision between birds and windows: mortality and prevention. *Journal of Field Ornithology*, 61(1), 120-128.

Koops, F. B. . (1987). Collision victims of high-tension lines in the Netherlands and effects of marking. 86-3048.

Kounen, H., & Peiponen, V. A. (1991). Delayed autumn migration of the Swift *Apus apus* from Finland in 1986. *Ornis Fennica*, 68, 81-92.

Krenz, J. D., & McMillan, B. R. (2000). Wind-turbine related bat mortality in southwestern Minnesota. Minnesota Department of Natural Resources.

Krijgsveld, K. L., Akershoek, K., Schenk, F., Dijk, F., & Dirksen, S. (2009). Collision Risk of Birds with Modern Large Wind Turbines. *Ardea*, 97(3), 357-366. <https://doi.org/10.5253/078.097.0311>

Kvist, A., Lindström, Å., Green, M., Piersma, T., & Visser, G. H. (2001). Carrying large fuel loads during sustained bird flight is cheaper than expected. *Nature*, 413(6857), 730-732. <https://doi.org/10.1038/35099556>

Langston, R. H. W., & Pullan, J. D. (2004). Effects of wind farms on birds. In *Nature and environment* N°139.

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).

Lekuona, J. M. (2001). Uso del Espacio por la Avifauna y Control de la mortalidad de Aves y Murciélagos en Los Parques Eólicos de Navarra durante un Ciclo anual (p. 155). Consulté à l'adresse Direccion General de Medio Ambiente Departamento de Medio Ambiente, Ordenacion del Territorio y Vivienda. Gobierno de Navarra website: <http://gurelur.org/p/es/proyectos/energia-eolica/i-Descargables/estudio-eolica.pdf>

Loss, S. R., Will, T., & Marra, P. P. (2013). Estimates of bird collision mortality at wind facilities in the contiguous United States. *Biological Conservation*, 46: 201-209.

Loss, S. R., Will, T., & Marra, P. P. (2015). Direct Mortality of Birds from Anthropogenic Causes. *Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics*, 46(1), 99-120. <https://doi.org/10.1146/annurev-ecolsys-112414-054133>

Madders M., 1997. The effects of forestry on Hen Harrier *Circus cyaneus*. PhD thesis, University of Glasgow.

Madsen, J., Tombre, I., & Eide, N. E. (2009). Effects of disturbance on geese in Svalbard: implications for regulating increasing tourism. *Polar Research*, 28(3), 376-389. <https://doi.org/10.1111/j.1751-8369.2009.00120.x>

Marx, G. (2017). Le parc éolien français et ses impacts sur l'avifaune - Etude des suivis de mortalité réalisés en France de 1997 à 2015 (p. 92). Consulté à l'adresse LPO France website: https://eolien-biodiversite.com/IMG/pdf/eolien_lpo_2017.pdf

McCrary, M. D., Mckernan, R. L., Landry, R. E., Wagner, W. D., & Schreiber, R. W. (1983). Nocturnal avian migration assessment of the San Geronio Wind Resource Area, spring 1982. Research and Development, Southern California Edison Company, Rosemead, California Through the Los Angeles County Natural History Museum Foundation, Section of Ornithology, Los Angeles, California., 121.

McCrary, M. D., Mckernan, R. L., & Schreiber, R. W. (1986). San Geronio wind resource area: impacts of commercial wind turbine generator on birds, 1985 data report. Prepared for southern California Edison Company, 33.

McGuire, Jonasson, K. A., & Guglielmo, C. G. (2014). Bats on a Budget: Torpor-Assisted Migration Saves Time and Energy. *PLoS ONE*, 9(12), e115724. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0115724>

Meschede, A., & Heller, K. G. (2003). Ecologie et protection des chauves-souris en milieu forestier. *Le Rhinolophe*, (16), 1-248.

Ministère de la Transition Ecologique et Solidaire. (2019). Stratégie française pour l'énergie et le climat - Programmation pluriannuelle de l'énergie. 2019-2023 2024/2028 (p. 366). Consulté à l'adresse <https://www.ecologique-solidaire.gouv.fr/sites/default/files/Projet%20PPE%20pour%20consultation.pdf>

MNHN, & CNRS. (2018). Le printemps 2018 s'annonce silencieux dans les campagnes françaises (p. 2) [Communiqué de presse]. Consulté à l'adresse <http://www.za.plainevalsevre.cnrs.fr/index.php/2018/03/21/le-printemps-2018-sannonce-silencieux-dans-les-campagnes-francaises/>

Morley, E. (2006). Opening address to Wind, Fire and Water: Renewable Energy and Birds. *Ibis*, 148, 4-7. <https://doi.org/10.1111/j.1474-919X.2006.00504.x>

Musters, C. J. M., Noordervliet, M. A. W., & Ter Keurs, W. J. (1996). Bird casualties caused by a wind energy project in an estuary. *Bird Study*, 43(1), 124-127. <https://doi.org/10.1080/00063659609461003>

Newton, I. (2008). *The migration ecology of birds*. Amsterdam: Elsevier/Acad. Press.

Newton, I. (2010). *Bird migration*. In *The new naturalist library: Vol. 113*. London: Collins.

Nieto, A., Roberts, S. P. M., Kemp, J., Rasmont, P., Kuhlmann, M., García Criado, M., ... Michez, D. (2014). *European Red List of Bees*. Luxembourg: Office for Official Publications of the European Communities.

Nieto, Ana, & Alexander, K. (2010). *European Red List of Saproxyllic Beetles*. Luxembourg: Publications Office of the European Union.

Nisbet, I. C. T. (1963). Weight-Loss during Migration Part II: Review of Other Estimates. *Bird-Banding*, 34(3), 139-159. <https://doi.org/10.2307/4511013>

Orloff, S., & Flannery, A. (1992). *Wind turbine effects on avian activity, habitat use, and mortality in Altamont Pass and Solano County Wind Resource Areas, 1989-1991. Final Report to Alameda, Contra Costa and Solano Counties and the California Energy Commission by Biosystems Analysis, Inc., Tiburon, CA.*

Osborn, R. G., Dieter, C. D., Higgins, K. F., & Usgaard, R. E. (1998). Bird Flight Characteristics Near Wind Turbines in Minnesota. *The American Midland Naturalist*, 139(1), 29-38. [https://doi.org/10.1674/0003-0031\(1998\)139\[0029:BFCNWT\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1674/0003-0031(1998)139[0029:BFCNWT]2.0.CO;2)

Osborn, R. G., Higgins, K. F., Dieter, C. E., & Usgaard, R. E. (1996). Bat collisions with wind turbines in Southwestern Minnesota. *Bat research news*, 37(4), 105-109.

Osborn, R. G., Higgins, K. F., Usgaard, R. E., Dieter, C. D., & Neiger, R. D. (2000). Bird Mortality Associated with Wind Turbines at the Buffalo Ridge Wind Resource Area, Minnesota. *The American*

Midland Naturalist, 143(1), 41-52. [https://doi.org/10.1674/0003-0031\(2000\)143\[0041:BMAWWT\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1674/0003-0031(2000)143[0041:BMAWWT]2.0.CO;2)

Pacteau, C. (2014). Pourquoi les oiseaux des champs disparaissent-ils ? L'éclairage du programme STOC. *Le Courrier de la nature*, (28), 36-43.

Pearce-Higgins, J. W., Stephen, L., Douse, A., & Langston, R. H. W. (2012). Greater impacts of wind farms on bird populations during construction than subsequent operation: results of a multi-site and multi-species analysis. *Journal of Applied Ecology*, 49(2), 386-394. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2664.2012.02110.x>

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*. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2664.2009.01715.x>

Pearson, D. (1992). Unpublished summary of Southern California Edisons' 1985 bird monitoring studies in the San Gorgonio Pass and Coachella Valley. Présenté à Workshop on wind energy and avian mortality, San Ramon, CA.

Percival. (2003). Birds and wind farms in Ireland: a review of potential issues and impact assessment. *Ecology consulting*, 25.

Piersma, T., & Gill, R. E. (1998). Gut's don't fly: small digestive organs in obese Bartailed Godwits. *Auk*, 115(1), 196-203.

Piersma, T., & Jukema, J. (2002). Contrast in adaptive mass gains: Eurasian golden plovers store fat before midwinter and protein before prebreeding flight. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, 269(1496), 1101-1105. <https://doi.org/10.1098/rspb.2002.1990>

Pruett, J. (2011). Wind energy's subtitle effect – habitat fragmentation. CWW, Trondheim, Norvège.

Rasran, L.; Thomsen, K., 2017. Impacts of Wind Turbines on the Population and Nest Site Selection of the Montagu's Harrier in North Frisia. *Birds of Prey and Wind Farms* (pp. 197-206). Switzerland : Springer International Publishing.

Rhamel, U., Bach, R., Brinkmann, R., Dense, C., Mäscher, G., Limpens, H., ... Roschen, A. (1999). Windkraftplanung und Fledermäuse - Konfliktfelder und Erfassungsmethodik. *Bremer Beiträge für Naturkunde und Naturschutz*, 4, 155-162.

Rodrigues, L., Bach, L., Dubourg-Savage, M. J., Kapandža, B., Kovač, D., Kervyn, T., ... Minderman, J. (2015). Lignes directrices pour la prise en compte des chauves-souris dans les projets éoliens. Actualisation 2015 (N° 6 (version française); p. 133). Secrétariat, Bonn, Allemagne: UNEP/EUROBATS.

Ruczynski, I., & Bogdanowicz, W. (2005). Roost cavity selection by *Nyctalus noctula* and *Nyctalus leisleri* (Vespertilionidae, Chiroptera) in Białowieża primeval forest, Eastern Poland. *Journal of Mammalogy*, 86(5), 921-930.

Rydell, Bach, L., Dubourg-Savage, M. J., Green, M., Rodrigues, L., & Hedenström, A. (2010b). Mortality of bats at wind turbines links to nocturnal insect migration? *European Journal of Wildlife Research*, 56(6), 823-827. <https://doi.org/10.1007/s10344-010-0444-3>

Safi, K., & Kerth, G. (2004). A comparative analysis of specialization and extinction risk in temperate-zone bats. *Conservation Biology*, 18, 1293-1303.

Sardet, E., & Defaut, B. (2004). Les orthoptères menacés en France. Liste rouge nationale et liste rouges par domaines biogéographiques. *Matériaux Orthoptériques et Entomocénétiques*, 9, 125-137.

Saunders, W. E. (1930). Bats in migration. *Journal of Mammalogy*, 11, 225.

SFEPM. (2012). Méthodologie pour le diagnostic chiroptérologique des parcs éoliens (p. 16). Consulté à l'adresse [http://www.sfepm.org/pdf/Diag-SFE PM-eolien_vFinale.pdf](http://www.sfepm.org/pdf/Diag-SFE_PM-eolien_vFinale.pdf)

Shaub, T.; Klassen, R.; Bouten, W.; Schlaich, A.; et Koks B., 2019. Collision risk of Montagu's Harriers *Circus pygargus* with wind turbines derived from high-resolution GPS tracking, *Ibis*, *International journal of avian science*.

Shaub, T.; Klassen, R.; Bouten, W.; Schlaich, A.; et Koks B. 2018. Évaluation du risque de collision des busards avec les éoliennes à partir des données de suivis GPS de haute précision, 22èmes rencontres Busard – 14 octobre 2018.

Shen, Y.-Y., Liang, L., Zhu, Z.-H., Zhou, W.-P., Irwin, D. M., & Zhang, Y.-P. (2010). Adaptive evolution of energy metabolism genes and the origin of flight in bats. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 107(19), 8666-8671. <https://doi.org/10.1073/pnas.0912613107>

Sierro, A. (2003). Habitat use, diet and food availability in a population of *Barbastella barbastellus* in a Swiss alpine valley. *Nyctalus (N.F.)*, 8(6), 670-673.

Sierro, Antoine, & Arlettaz, R. (1997). Barbastelle bats (*Barbastella* spp.) specialize in the predation of moths: implications for foraging tactics and conservation. *Acta Oecologica*, 18(2), 91-106. [https://doi.org/10.1016/S1146-609X\(97\)80067-7](https://doi.org/10.1016/S1146-609X(97)80067-7)

Spada, M., Szentkuti, S., Zambelli, N., Mattei-Roesli, M., Moretti, M., Bontadina, F., ... Martinoli, A. (2008). Roost selection by non-breeding Leisler's bats (*Nyctalus leisleri*) in montane woodlands: implications for habitat management. *Acta Chiropterologica*, 10(1), 81-88. <https://doi.org/10.3161/150811008X331117>

Steinborn, H., Jachmann, F., Menke, K., & Reichenbach, M. (2015). Impact of wind turbines on woodland birds - Results of a three year study in Germany. Consulté à l'adresse ARSU GmbH website:

http://www.arsu.de/sites/default/files/steinborn_impact_of_wind_turbines_on_woodland_birds.pdf

Steinhauser, D., Burger, F., Hoffmeister, U., Matez, G., Teige, T., Steinhauser, P., & Wolz, I. (2002). Untersuchungen zur Ökologie der Mopsfledermaus, *Barbastella barbastellus* (Schreber, 1774), und der Bechsteinfledermaus, *Myotis bechsteinii* (Kuhl, 1817), im Süden des Landes Brandenburg. In *Ökologie, Wanderungen und Genetik von Fledermäusen in Wäldern — Untersuchungen als Grundlage für den Fledermausschutz*. Schriftenreihe Landschaftspflege Naturschutz 71 (p. 81-98). Landwirtschaftsvlg, Münster, xiv + 288: A. Meschede, K.-G. Heller & P. Boye (eds.).

Subramanian, M. (2012). The trouble with turbines: An ill wind. *Nature*, 486(7403), 310-311. <https://doi.org/10.1038/486310a>

Swaay, C. van, Cuttelod, A., Collins, S., Maes, D., López Munguira, M., Šašić, M., ... Verovnik, R. (2010). *European Red List of Butterflies*. Luxembourg: Publications Office of the European Union.

Swift, S., & Racey, P. (2002). Gleaning as a foraging strategy in Natterer's bat *Myotis nattereri*. *Behavioral Ecology and Sociobiology*, 52(5), 408-416. <https://doi.org/10.1007/s00265-002-0531-x>

Tapiero, A. (2015). *Plan National d'Actions pour les Chiroptères 2009-2013 : diagnostic des 34 espèces de Chiroptères* (p. 95) [Bilan technique final]. FCEN, SFPEM, DREAL Franche-Comté.

Temple, H. J., & Cox, N. A. (2009a). *European Red List of Amphibians*. Luxembourg: Office for Official Publications of the European Communities.

Temple, H. J., & Cox, N. A. (2009b). European Red List of Reptiles. Luxembourg: Office for Official Publications of the European Communities.

Temple, H. J., & Terry, A. (Éd.). (2007). The status and distribution of European mammals. Luxembourg : Office for Official Publications of the European Communities: IUCN Species Survival Commission ; IUCN, Regional Office for Europe ; European Union.

Thelander, C. G., & Rugge, L. (2000). Bird risk behaviors and fatalities at the Altamont Wind Ressource Area. Pp. 5-14 in proceedings of the National Avian Wind Power Planning Meeting III. National Wind Coordinating Washington D.C.

Thiollay, J.-M., & Bretagnolle, V. (Éd.). (2004). Rapaces nicheurs de France: Distribution, effectifs et conservation. Paris: Delachaux et Niestlé.

Timm, R. M. (1989). Migration and molt patterns of red bats, *Lasiurus borealis* (Chiroptera: Vespertilionidae) in Illinois. Bulletin of the Chicago Academy of Sciences, 14, 1-7.

Trouvilliez, J. (2012). Cahiers d'habitats Natura 2000 - Connaissance et gestion des habitats et des espèces d'intérêt communautaire. Tome 8 – Oiseaux Réf, 3, 1160.

UICN France, FCBN, AFB, & MNHN. (2018). La Liste rouge des espèces menacées en France - Chapitre Flore vasculaire de France métropolitaine. Consulté à l'adresse https://inpn.mnhn.fr/docs/LR_FCE/Liste_rouge_Flore_vasculaire_Metropole_2018.pdf

UICN France, MNHN, FCBN, & SFO. (2010). La Liste rouge des espèces menacées en France - Chapitre Orchidées de France métropolitaine. Paris.

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

UICN France, MNHN, OPIE, & SEF. (2014). La Liste rouge des espèces menacées en France – Chapitre Papillons de jour de France métropolitaine. Paris, France.

UICN France, MNHN, OPIE, & SFO. (2016). La Liste rouge des espèces menacées en France - Chapitre Libellules de France métropolitaine. Paris.

UICN France, MNHN, SFEPM, & ONCFS. (2017). La Liste rouge des espèces menacées en France - Chapitre Mammifères de France métropolitaine. Consulté à l'adresse <http://uicn.fr/wp-content/uploads/2017/11/liste-rouge-mammiferes-de-france-metropolitaine.pdf>

UICN France, MNHN, & SHF. (2015). La Liste rouge des espèces menacées en France - Chapitre Reptiles et Amphibiens de France métropolitaine. Paris.

Vallance, M., Arnauduc, J.-P., Migot, P., Union nationale des fédérations de chasseurs (France), & Office national de la chasse et de la faune sauvage. (2008). Tout le gibier de France: atlas de la biodiversité de la faune sauvage, les 90 espèces chassables : répartition géographique, populations et tendances d'évolution à long terme. Paris: Hachette Pratique.

Van Gelder, R. G. (1956). Echo-location failure in migratory bats. Transaction of the Kansas. Academy of Science, 59, 220-222.

Vincent, S. (coord. . (2014). Chiroptères de l'annexe II de la Directive Habitats-Faune-Flore. Synthèse actualisée des populations en France - Bilan 2014. Ligue pour la Protection des Oiseaux Drôme.

Voigt, C. C., Lehnert, L. S., Petersons, G., Adorf, F., & Bach, L. (2015). Wildlife and renewable energy: German politics cross migratory bats. European Journal of Wildlife Research, 61(2), 213-219.

Whitfield, D., & Madders, M. (2006). A review of the impacts of wind farms on hen harriers *Circus cyaneus* and an estimation of collision avoidance rate. Natural Research Information, (Note 1), 32.

Whitfield D. & Madders M., 2006. Flight height in the Hen Harrier *Circus cyaneus* and its incorporation in wind turbine collision risk modelling. *Natural Research Information*, (Note 2) : 13.

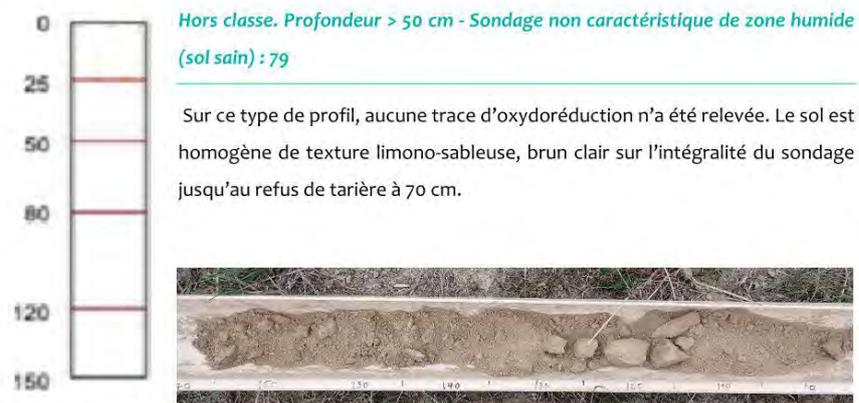
Wilson M. ; Fernández-Bellon, D. ; Irwin, S. & O'Halloran, J., 2017. Hen Harrier *Circus cyaneus* population trends in relation to wind farms. *Bird Study*, 64:1, 20-29.

Winkelman, J. E. (1992). The impact of the Sep Wind park near Oosterbierum, Friesland, the Netherlands, on birds. Nocturnal collision risk. Rijksinstituutvoor Natuurbeheer, Arnhem. RIN-rapport 92/3.

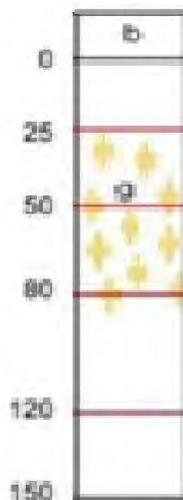
Young, D. P. J., Erickson, W. P., Johnson, G. D., Strickland, M. D., & Good, R. E. (2001). Avian and Bat Mortality Associated with the Initial Phase of the Foote Creek Rim Windpower Project, Carbon County, Wyoming. November 3, 1998 – December 31, 2000 [Technical report]. Wyoming: WEST, Inc. for SeaWest Windpower, Inc, San Diego, California and Bureau of Land Management, Rawlins.

ANNEXES

Annexe 1 : Illustration photographique des profils types de sondages rattachés aux différentes classes de sols GEPPA

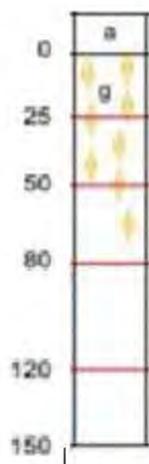


Classe IVb - Sondage non caractéristique de zone humide : 84



Sur ce type de profil, les traces d'oxydoréduction apparaissent à partir de 30 cm et s'arrêtent vers 70 cm. On distingue :

- † un premier horizon brun clair, limono-sableux s'étalant de la surface jusqu'à 30 cm ;
- † un second horizon brun clair, limono-sableux présentant des traces d'hydromorphie de 30 à 70 cm.



Classe Va – Sondage caractéristique de zone humide : 25

Sur ce type de profil, les traces d'oxydoréduction apparaissent à partir de la surface. Le sol est homogène de texture limono-sableuse, brun clair sur l'intégralité du sondage, jusqu'au refus de tarière à 50 cm.

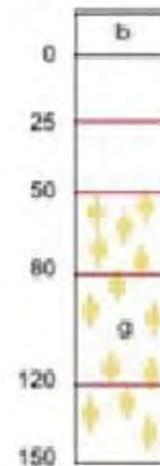




Classe IIIa - Sondage non caractéristique de zone humide : 6

Sur ce type de profil, les traces d'oxydoréduction apparaissent à partir de 50 cm et s'arrêtent vers 70 cm. On distingue :

- † un premier horizon brun clair, limono-sableux s'étalant de la surface jusqu'à 50 cm ;
- † un second horizon similaire au premier présentant des traces d'hydromorphie de 50 à 70 cm.



Classe IIIb - Sondage non caractéristique de zone humide : 21

Sur ce type de profil, les traces d'oxydoréduction apparaissent à partir de 50 cm. On distingue :

- † un premier horizon gris, limono-sableux s'étalant de la surface jusqu'à 50 cm ;
- † un second horizon gris ocre, limono-sableux présentant des traces d'hydromorphie de 50 à 80 cm.





Classe Vb - Sondage caractéristique de zone humide : 5

Sur ce type de profil, des traces d'oxydoréduction ont été relevée. Le sol est homogène de texture limono-sableuse, brun clair sur l'intégralité du sondage jusqu'au refus de tarière à 70 cm.



Annexe 2 : Suivi d'exploitation du parc éolien de Soudan (44). 2022



Objet du dossier :
Suivi environnemental

Contact :

Camille ROLIN
2 rue André Bonin
69316 LYON CEDEX 04
Tél. : 07 87 70 72 68
c.rolin@cnr.tm.fr



SUIVI ENVIRONNEMENTAL 2021 RAPPORT FINAL PARC ÉOLIEN DE SOUDAN (44)

ÉTUDE RÉALISÉE PAR :

 **SYNERGIS**
ENVIRONNEMENT
Agence CENTRE-OUEST
2 RUE AMEDEO AVOGADRO
49070 BEAUCOUZE
02 41 72 14 16

MARDI 19
JUILLET 2022

TABLE DES MATIERES

I. Introduction.....	4	IV.3.3 La trame Verte et Bleue.....	22
I.1 Préambule.....	4	IV.3.4 Le SRCE de la région des Pays de la Loire.....	23
I.2 Porteur de projet.....	4	IV.4 Contexte paysager	26
I.3 Auteurs de l'étude.....	4	V. Suivi de mortalité	28
II. Contexte	5	V.1 Résultats	28
II.1 Caractéristique du parc	5	V.1.1 Protocole mis en œuvre	28
II.2 Historique du parc.....	5	V.1.2 Occupation du sol au pied des éoliennes.....	31
II.3 Localisation.....	5	V.1.3 Surfaces prospectées.....	31
III. Méthodologie	9	V.1.4 Coefficients de correction	31
III.1 Définition des aires d'études	9	V.1.5 Données de mortalité constatée.....	32
III.1.1 Zone d'étude immédiate.....	9	V.2 Évaluation de la mortalité réelle	32
III.1.2 Aire d'étude éloignée (AEE).....	9	V.2.2 Données disponibles pour l'analyse.....	33
III.2 Cadrage des suivis.....	11	V.3 Analyses.....	34
III.2.1 Contexte réglementaire.....	11	V.3.1 Répartition par éolienne des cas de mortalité.....	34
III.2.2 Cadre méthodologique générique du suivi de mortalité.....	11	V.3.2 Espèces retrouvées.....	34
III.2.3 Spécificité des suivis de mortalité Synergis Environnement	13	V.3.3 Analyse de cas de mortalité	36
III.2.4 Utilisation des données météorologiques.....	14	VI. Écoutes en nacelles	37
III.3 Méthodologie du suivi en nacelle des chiroptères	14	VI.1 Résultats des écoutes en nacelle.....	37
III.3.1 Rappel de la commande	14	VI.1.1 Activité	37
III.3.2 Protocole mis en œuvre.....	14	VI.2 Conclusion.....	43
IV. Contexte écologique et réglementaire.....	16	VI.3 Réduction du risque.....	44
IV.1 Zones naturelles proches.....	16	VI.4 Bridage retenu par l'exploitant	44
IV.1.1 Le réseau Natura 2000.....	16	VII. Bilan.....	45
IV.1.2 Les Arrêtés de Protection de Biotopie (APPB).....	16	VIII. Bibliographie	46
IV.1.3 Les réserves naturelles.....	16		
IV.1.4 Les parcs nationaux et les parcs naturels régionaux (PNR)	16		
IV.1.5 Les zonages d'inventaires : ZNIEFF	16		
IV.2 Schéma Régional Eolien Terrestre de la région des Pays de la Loire.....	22		
IV.3 Continuités écologiques	22		
IV.3.1 Définition	22		
IV.3.2 Aspects légaux.....	22		

INDEX DES FIGURES

Figure 1 : Localisation régionale du projet.....	6
Figure 2 : Localisation à l'échelle communal du projet.....	7
Figure 3 : Localisation locale des éoliennes.....	8
Figure 4 : Localisation de l'aire d'étude éloignée.....	10
Figure 5 : Schéma de principe des recherches de terrain.....	11
Figure 6 : Répartition des probabilités en fonction d'une valeur théorique de mortalité réelle.....	13
Figure 7 : Principe de l'échaloocalisation des chiroptères.....	14
Figure 8 : Batlogger WE X1 avec micro MC32W.....	15
Figure 9 : Localisation des ZNIEFF de type I dans un rayon de 10 km.....	20
Figure 10 : Localisation des ZNIEFF de type II dans un rayon de 10 km.....	21
Figure 11 : Éléments de la Trame Verte et Bleue (Source : CEMAGREFF, d'après Benne).....	23
Figure 12 : Synthèse régionale schématique des continuités régionales terrestres et aquatiques en Pays de la Loire.....	24
Figure 13 : Carte de la Trame Verte et Bleue de la maille E3 de du SRCE des Pays de la Loire.....	25
Figure 14 : Continuité écologique autour du parc de Soudan.....	27
Figure 15 : Schéma de principe des recherches de terrain (Source LPO, 2004).....	28
Figure 16 : Localisation des transects du suivi de mortalité des sites.....	29
Figure 17 : Habitats simplifiés dans les quadras des éoliennes.....	30
Figure 18 : Représentation de la surface prospectée en fonction des semaines d'inventaires de l'année 2021.....	31
Figure 19 : Moyenne des surfaces prospectées par éoliennes en 2021.....	31
Figure 20 : Chronologie des découvertes de cadavres en 2021.....	32
Figure 21 : Calendrier des périodes favorables à l'activité des chiroptères et cycles de vie des chiroptères.....	32
Figure 22 : Vitesse des vents en début de nuit (-0,5 h à +4,5 h du coucher du soleil) par éolienne en m/s ; utilisation des moyennes par tranche de 10 minutes.....	33
Figure 23 : Nombre de cadavres retrouvés en fonction de la distance éolienne-lisière (Source : Normand & Coislot, Ouest Am, 2020).....	34
Figure 24 : chronologie des découvertes de buse variable (Marx, 2017).....	35
Figure 25 : Evolution de l'activité et de la diversité spécifique au cours de la saison.....	39
Figure 26 : Evolution de l'activité des chiroptères en fonction de la température (°C).....	39
Figure 27 : Evolution de l'activité des chiroptères en fonction de la vitesse du vent (m/s) - nacelle 23.....	39
Figure 28 : Pipistrelle commune (Source : Y. RONCHARD).....	42
Figure 29 : Carte de répartition de la Pipistrelle commune (Source : INPN).....	42
Figure 30 : Pipistrelle de Kuhl (Source : Y. Ronchard).....	42
Figure 31 : Carte de répartition de la Pipistrelle de Kuhl (Source : INPN*).....	42
Figure 32 : Pipistrelle de Nathusius (Source : J. Wedd).....	42
Figure 33 : Carte de répartition de la Pipistrelle de Nathusius (Source : INPN).....	42
Figure 34 : Barbastelle d'Europe (Source : Y. Ronchard).....	42
Figure 35 : Carte de répartition de la Barbastelle d'Europe (Source : INPN).....	42
Figure 36 : Sérotine commune (Source : Y. RONCHARD).....	43
Figure 37 : Carte de répartition de la Sérotine commune (Source : INPN).....	43
Figure 38 : Noctule commune (Source : Mnof).....	43
Figure 39 : Carte de répartition de la Noctule commune (Source : INPN).....	43
Figure 40 : Noctule de Leisler (Source : M. WERNER).....	43
Figure 41 : Carte de répartition de la Noctule de Leisler (Source : INPN).....	43

INDEX DES TABLEAUX

Tableau 1 : Caractéristique des éoliennes.....	5
Tableau 2 : Historique du parc.....	5
Tableau 3 : Exemple de notation des types de couverts pour une éolienne.....	13
Tableau 4 : Regroupement d'espèces possibles.....	15
Tableau 5 : Liste des ZNIEFF se situant dans l'aire d'étude éloignée.....	16
Tableau 6 : Description des ZNIEFF dans l'AE.....	17
Tableau 7 : Planning de réalisation du suivi de mortalité.....	28
Tableau 8 : Planning de réalisation des tests de persistance.....	28
Tableau 9 : Tests de détection.....	31
Tableau 10 : Tests de persistance.....	31
Tableau 11 : Bilan des cadavres retrouvés lors des suivis de mortalités.....	32
Tableau 12 : Estimations de la mortalité réelle des chiroptères sur le parc éolien de Soudan.....	32
Tableau 13 : Estimations de la mortalité réelle de l'avifaune sur le parc éolien de Soudan.....	33
Tableau 14 : Mortalité réelle supposée pour les chiroptères par éolienne sur le parc de Soudan E1.....	33
Tableau 15 : Mortalité réelle supposée pour les chiroptères par éolienne sur le parc de Soudan E2.....	33
Tableau 16 : Mortalité réelle supposée pour l'avifaune par éolienne sur le parc de Soudan E1.....	33
Tableau 17 : Mortalité réelle supposée pour l'avifaune par éolienne sur le parc de Soudan E3.....	33
Tableau 18 : Distances des éoliennes aux reliefs paysagers.....	34
Tableau 19 : Enjeu des espèces.....	34
Tableau 20 : Comportement et sensibilité des espèces.....	35
Tableau 21 : Vulnérabilité des espèces de chauves-souris.....	35
Tableau 22 : Enjeu lié à la buse variable.....	35
Tableau 23 : Enjeu lié à la bergeronnette printanière.....	35
Tableau 24 : Nombre de contacts par espèce et par mois des chauves-souris.....	37
Tableau 25 : Nombre de mois de présence.....	37
Tableau 26 : Evaluation du niveau d'activité.....	37
Tableau 27 : Niveau d'activité par espèce observé en nacelle par mois (en contacts/ heure).....	38
Tableau 28 : Calcul du niveau d'enjeu patrimonial.....	40
Tableau 29 : Statuts et enjeu sur site pour chaque espèce.....	40
Tableau 30 : Niveau de risque de collision avec les éoliennes selon les espèces.....	41
Tableau 31 : Calcul du niveau de sensibilité.....	41
Tableau 32 : Calcul du niveau de vulnérabilité.....	41
Tableau 33 : Vulnérabilité des espèces de chauves-souris.....	41
Tableau 34 : Mesures de bridage prescrites.....	44

1. INTRODUCTION

1.1 Préambule

La Compagnie Nationale du Rhône (CNR) est responsable depuis 2006 de l'exploitation de 3 aérogénérateurs sur la commune de Soudan (44). La réglementation prévoit, dans les trois ans suivant la mise en place d'un parc éolien terrestre, puis tous les 10 ans, un suivi environnemental au titre de l'article 12 de l'arrêté ministériel du 26 août 2011 relatif aux installations classées de la rubrique 2980 : « ...un suivi environnemental permettant d'estimer l'impact de ce parc sur la mortalité de l'avifaune et des chiroptères ».

C'est dans ce contexte que la CNR a missionné SINERGIS ENVIRONNEMENT pour :

- Suivi de mortalité de l'avifaune et des chiroptères
- = Suivi en nacelle de l'activité des chiroptères

Ces suivis permettront de répondre à plusieurs objectifs définis par le protocole de suivi environnemental des parcs éoliens terrestres et hiérarchisés ci-dessous par ordre de priorité décroissante.

1. Juger du niveau d'impact généré par le parc éolien suivi sur la faune volante pour être en mesure, le cas échéant, d'apporter une réponse corrective proportionnée et efficace pour annuler ou réduire l'impact.
2. Estimer les mortalités réelles générées par chaque parc éolien (« taux de mortalité ») pour permettre des comparaisons objectives entre parcs. Seule une estimation standardisée de la mortalité réelle, via l'utilisation de formules de calcul internationales, permet d'estimer un taux de mortalité comparable entre parcs éoliens. Il s'agit d'une approche quantitative de la mortalité qui permet de replacer le niveau d'impact sur un référentiel large.
3. Contribuer à alimenter une base de données nationale pour une vision globale et continue de l'impact du parc éolien Français sur la biodiversité. Il s'agit de valoriser les résultats de suivi au plus tôt dans le cadre d'une synthèse nationale organisée par le Muséum National d'Histoire Naturelle (MNHN).

Le présent rapport final traite du suivi de la mortalité de la faune volante, le suivi en nacelle de l'activité des chiroptères menés en 2021. Il reprend la méthodologie employée puis présente les résultats obtenus, propose une analyse et préconise certaines mesures au vu de l'analyse.

1.2 Porteur de projet

Le parc éolien de Soudan, en région Pays de la Loire, est porté par la société Compagnie Nationale du Rhône.



Compagnie Nationale du Rhône
2, rue André Bonin
69004 Lyon

1.3 Auteurs de l'étude

L'étude a été réalisée par le bureau d'études SINERGIS ENVIRONNEMENT, agence CENTRE-OUEST.



AGENCE CENTRE-OUEST
2 RUE AMEDEO AVOGADRO
49070 BEAUCOUZE
02 41 72 14 16

Cyrille MARTINEAU
Samuel FERREIRA
Caroline LEHMANN

Directeur
Chargé d'études
Chargée d'études

II. CONTEXTE

II.1 Caractéristique du parc

Le parc éolien est composé de 3 aérogénérateurs du modèle ENERCON E70.

Tableau 1 : Caractéristique des éoliennes

Élément de l'éolienne	Caractéristiques maximales du gabarit
Diamètre du rotor	71 m
Hauteur de la tour	85 m
Hauteur en bout de pale	121 m

II.2 Historique du parc

Tableau 2 : Historique du parc

Année	Description	Prestataire
2004	Étude d'impact préimplantation	IREG
2006	Mise en service du parc	
2007/2008	Suivi de mortalité des oiseaux et chiroptères	LPO Loire Atlantique
2018	Suivi de mortalité des oiseaux et chiroptères + suivi de l'activité des chiroptères	OUEST AM'

II.3 Localisation

Soudan est une commune de la Loire-Atlantique, frontalière de la commune de Erbray et en limite avec le département du Maine-et-Loire, en région Pays de la Loire. Elle est majoritairement dans un contexte paysager agricole et se situe à 60 km au nord-ouest d'Angers et 60 km au nord de Nantes. Le site éolien se situe, quant à lui, au sud de la commune de Soudan.

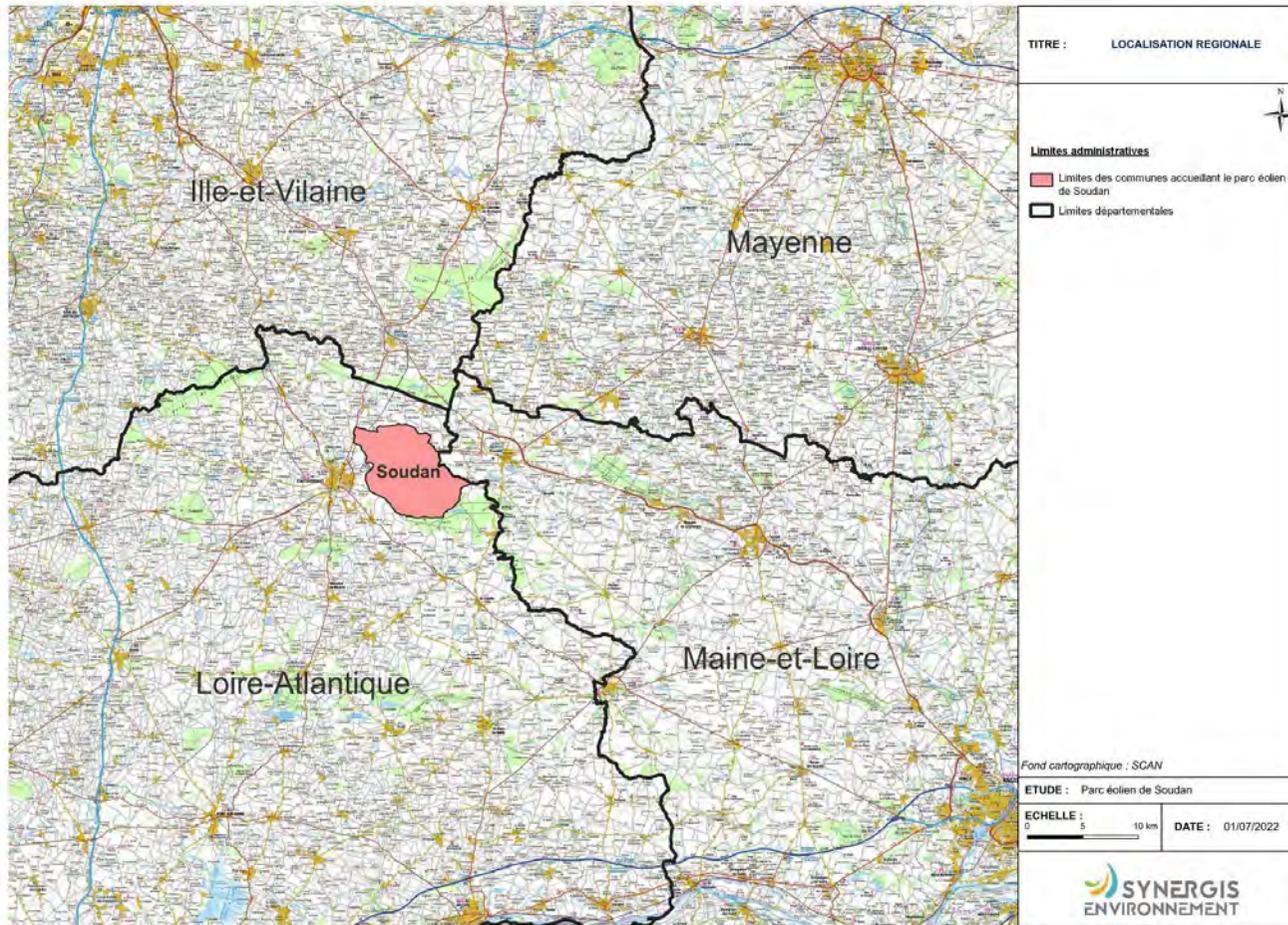


Figure 1 : Localisation régionale du projet

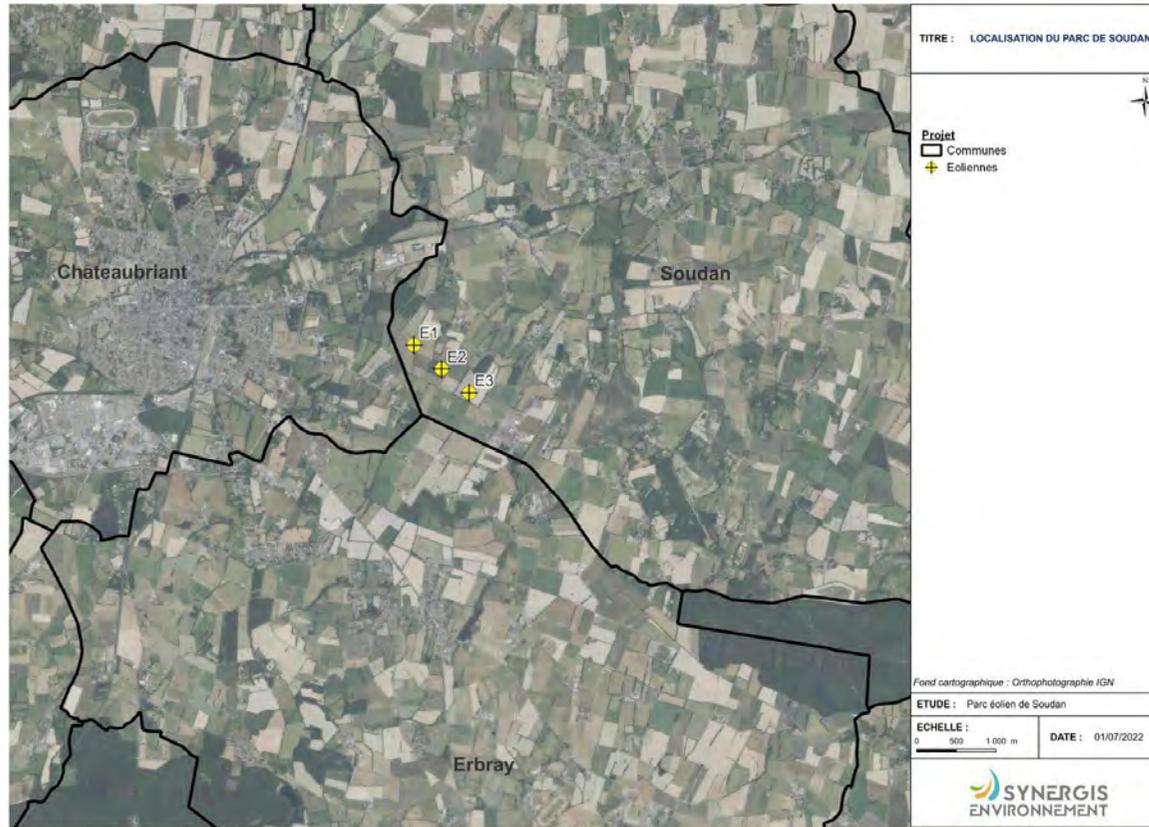


Figure 2 : Localisation à l'échelle communal du projet

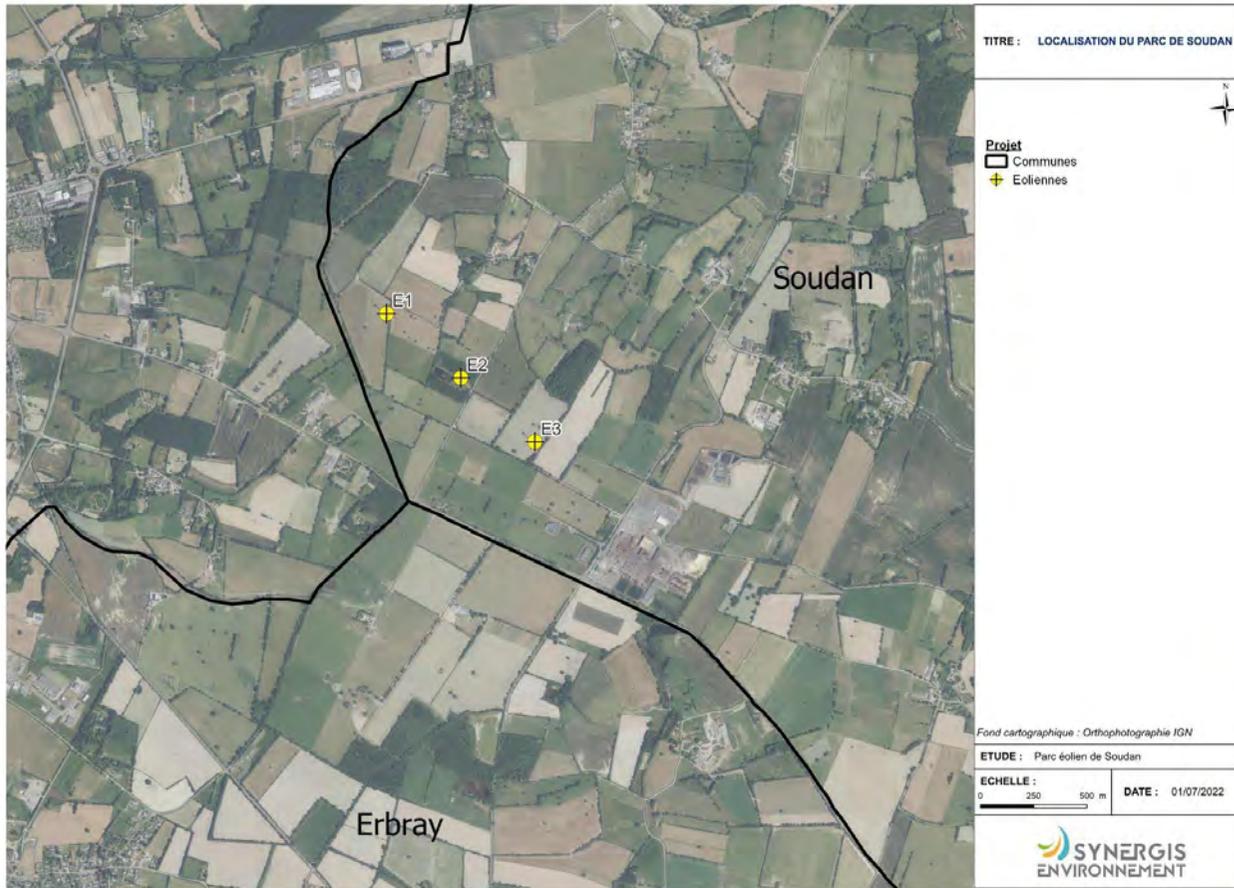


Figure 3 : Localisation locale des éoliennes

III. METHODOLOGIE

III.1 Définition des aires d'études

Dans le but de mener à bien les inventaires naturalistes et de définir finement les niveaux d'enjeu et d'impact du projet, plusieurs échelles d'études sont définies par le bureau d'études Synergis Environnement.

III.1.1 Zone d'étude immédiate

Sur la base de la localisation des éoliennes, cette échelle d'étude permet de contextualiser les habitats aux pieds mêmes des éoliennes, de prendre en compte les potentielles connexions écologiques entre les éoliennes et au sein du paysage immédiat (réseau bocager, boisement, plan d'eau...).

III.1.2 Aire d'étude éloignée (AEE)

L'aire d'étude éloignée permet le recueil de données basées sur l'existence d'informations bibliographiques. Cette aire d'étude d'un rayon de 10 km permet surtout la recherche des zonages naturels réglementaires et d'inventaires. Elle permet l'analyse de zones potentiellement affectées par d'autres effets que ceux liés aux emprises des éoliennes, pour les groupes taxonomiques de l'avifaune et des chiroptères. Les inventaires y seront donc ciblés sur certaines espèces ou certains groupes d'espèces, mais également approfondis en cas de connaissance d'un enjeu notable (milieux favorables à des espèces présentes sur la zone d'étude, potentialités de gîtes chiroptères...). Enfin, l'analyse de cette aire d'étude rapprochée permet également la connaissance des continuités écologiques locales.

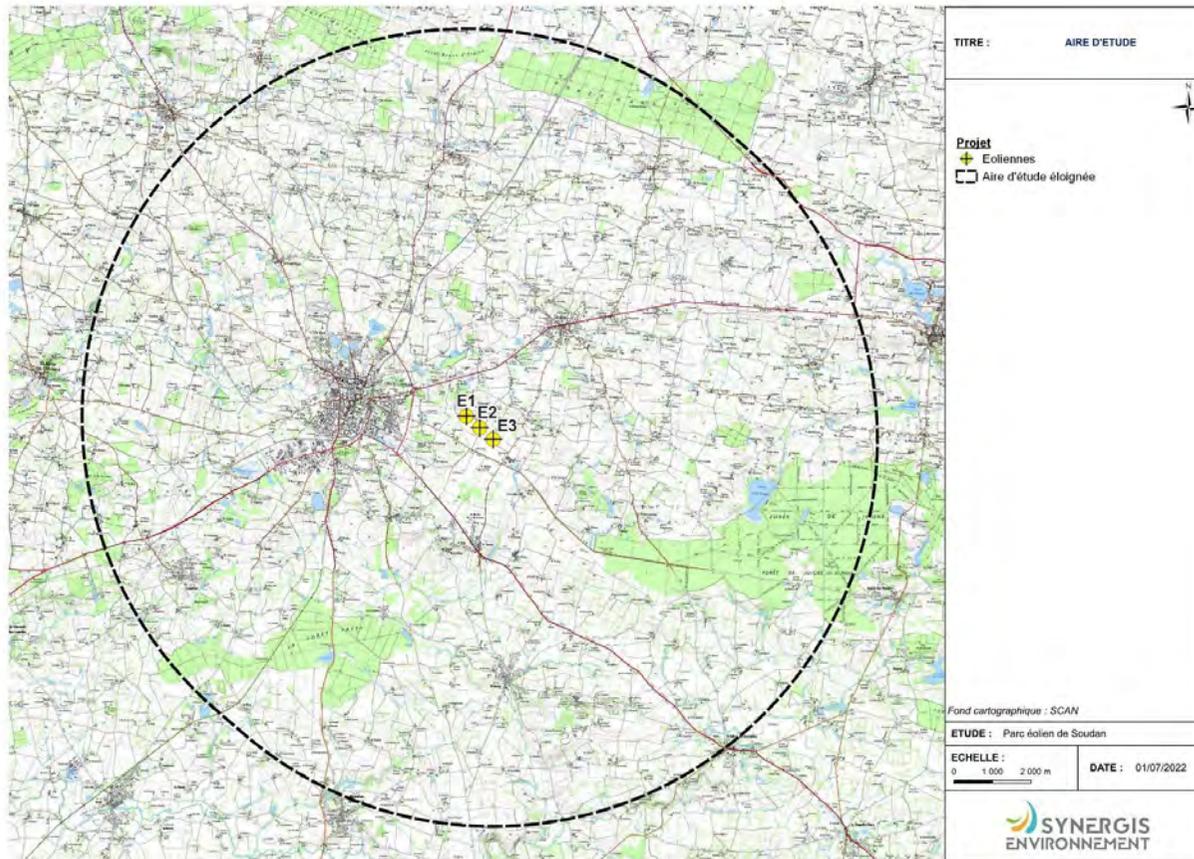


Figure 4 : Localisation de l'aire d'étude éloignée

III.2 Cadrage des suivis

Les cadres méthodologie des deux volets de l'étude (« suivi de la mortalité des chiroptères et de l'avifaune » et le « suivi en nacelle de l'activité des chiroptères ») mis en place par Synergis Environnement sont présentés et replacés dans le cadre réglementaire s'appuyant sur le document-cadre dernièrement validé par le ministère de la transition écologique et solidaire (2018) et le cahier des clauses techniques particulières fourni par la CNR.

III.2.1 Contexte réglementaire

Dans le cadre du suivi environnemental et conformément à la réglementation des ICPE (arrêté du 26 août 2011 relatif aux installations de production d'électricité utilisant l'énergie mécanique du vent au sein d'une installation soumise à autorisation au titre de la rubrique 2980 de la législation des installations classées pour la protection de l'environnement, article 12), la CNR a commandé en 2021 un suivi de mortalité au BE Synergis Environnement.

La CNR a missionné Synergis Environnement pour réaliser le suivi environnemental (suivi de la mortalité des chiroptères et de l'avifaune + suivi de l'activité des chiroptères en nacelles) en 2021.

III.2.2 Cadre méthodologique générique du suivi de mortalité

III.2.2.1 Protocoles de terrain proposés

Le principe de départ est simple, il consiste à parcourir une surface-échantillon adaptée autour de chaque éolienne afin de détecter les cadavres associés à la mortalité éolienne.

L'échantillonnage peut se faire en carré ou en cercle, de longueur ou diamètre de 100 m ou du diamètre du rotor pour les éoliennes à pales de plus de 50 m. Seules les zones avec une végétation suffisamment ouverte sont prises en compte.

La surface-échantillon est parcourue à pied en suivant des transects (lignes de prospection), espacés de 10 m pour couvrir la totalité de celle-ci. Le temps de prospection attendu est de 30 à 45 minutes pour une surface-échantillon de base.



Figure 5 : Schéma de principe des recherches de terrain

Cependant, trois facteurs principaux mènent à une sous-estimation de la mortalité, en se contentant de compter les oiseaux et les chiroptères trouvés morts au pied des éoliennes (Dulac, 2008) :

- ✓ La disparition des cadavres entre le moment où l'oiseau ou la chauve-souris tombe et le moment de la recherche sur le terrain (prédation par les charognards, enfouissement par des insectes nécrophages, dégradation rapide par les fortes pluies, enfouissement des cadavres au moment des labours)
- ✓ La difficulté à repérer les animaux, en particulier pour les animaux de petite taille et pendant les périodes où la végétation est la plus haute
- ✓ La réduction ponctuelle de la surface de prospection en fonction des conditions locales

On peut aussi évoquer la mortalité différée (animal blessé se déplaçant largement hors de l'aire de recherche avant de décéder), qui n'est actuellement pas évaluée.

La prise en compte de ces 3 facteurs implique différentes adaptations, dont certaines sur le terrain.

La prédation se produit essentiellement au cours du jour (prédateurs et charognards nocturnes ou crépusculaires en début et fin de journée, et des aurores à la tombée de la nuit pour les prédateurs et charognards diurnes). En pleine nuit, la prédation est limitée aux espèces réellement nocturnes.

La prospection doit se faire le plus tôt possible afin de limiter cette prédation.

La détectabilité diminue si la luminosité est trop faible, il n'est donc pas possible de commencer aux aurores. La prospection doit donc commencer au plus tôt, à partir du lever du soleil.

En cas de travaux agricoles sur une partie de la surface, de présence de biocides, d'évolution défavorable du couvert végétal, la surface prospectée sera réduite provisoirement. Un état des lieux de l'occupation des sols au pied des éoliennes doit être conduit en conséquence.

III.2.2.2 Prise en compte des biais

Pour compléter la prise en compte des facteurs évoqués précédemment, sources de biais, des coefficients correcteurs sont appliqués aux résultats obtenus sur le terrain.

Winkelman a le premier intégré (1989, 1992) ces coefficients correcteurs (in Dulac, 2008). Le principe a été repris et amélioré par la suite. Une formule résume la prise en compte de ces coefficients par Winkelman :

$$N_{\text{estimé}} = C / (p \cdot d) \cdot A$$

$N_{\text{estimé}}$: nombre de cadavres total

C = nombre de cadavres comptabilisés

d = taux de détection

p = taux de persistance durant l'intervalle de suivi

A = coefficient correcteur de surface = S_{sp} / S_p

S_p : Surface prospectée

S_{sp} : Surface à prospecter (zone de prospection théorique de 100 m²/100m)

III.2.2.2.1 Mortalité détectée et attribuable à l'éolienne

Afin de prendre en compte la mortalité uniquement imputable au fonctionnement du parc éolien, les éventuels cadavres liés à d'autres causes de mortalité que l'éolien (N_b) ne sont pas intégrés.

N_b : Nombre de cadavres découverts

N_n : Nombre de cadavres découverts dont la mort n'est pas liée aux éoliennes

C = nombre de cadavres comptabilisés = $N_a + N_b$

Trois coefficients pondérateurs sont appliqués afin de corriger les biais de la méthodologie.

III.2.2.2.1 Coefficient de détectabilité (d)

Ce coefficient correspond à l'efficacité de l'observateur à retrouver des cadavres sur une surface donnée, avec un couvert identifié.

Il est déterminé à partir d'un test mené en parallèle au suivi en tant que tel. Il est compris entre 0 (aucun cadavre détecté) à 1 (tous les cadavres sont retrouvés).

III.2.2.2.3 Durée de persistance (\bar{E})

Il remplace p , proportion de cadavres restant à la fin de l'intervalle de suivi, auquel il est lié, dans les calculs plus développés des estimateurs retenus.

Ce coefficient correspond à la durée moyenne de persistance d'un cadavre avant sa disparition (tout en considérant qu'au-delà de plus de 2 semaines, la prédation d'un cadavre par un charognard devient presque nulle).

III.2.2.2.4 Pondération de surface de prospection

En théorie la surface prospectée est minimum de 1 ha (100 m*100m) pour un carré et de 0,78 ha pour un cercle. En pratique, des éléments comme une végétation trop haute, un traitement par biocide au mauvais moment, etc., empêchent l'observateur d'accéder à certaines parcelles.

Afin de prendre en compte les surfaces pour lesquelles aucune prospection n'est effectuée, un coefficient A est calculé en divisant la surface réellement prospectée (S_p) par la surface théorique de prospection ($S_{ap} = 100 \text{ m}^2$). Cette pondération est actualisée à chaque prospection et pour chaque éolienne.

L'évolution des cultures est souvent le facteur principal de modification des surfaces prospectées. Une parcelle ayant un couvert végétal supérieur à 30 cm de haut est systématiquement non prospectée, la détection diminuant alors très fortement.

III.2.2.2.5 Estimateurs de mortalité utilisés

Formule d'Erickson

Dans la méthode d'Erickson, le taux de persistance des cadavres, de la formule initiale de Winkelmann, est remplacé par la durée moyenne de persistance. L'avantage de cette méthode est de pouvoir réaliser des estimations de mortalité même quand le taux de persistance à la fin de l'intervalle de suivi vaut 0 (intervalle de suivi long).

La formule d'Erickson (ERICKSON & *af.*, 2000 in DULAC, 2008) est la suivante :

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

I est la fréquence de passage en jour. C est le nombre de cadavres trouvés. A est le coefficient de correction de surface. d est le coefficient de détectabilité. \bar{E} est la durée moyenne de persistance des cadavres.

Formule de Jones

Pour son estimation de la mortalité, Jones et al. (in DULAC 2008) propose une méthode de calcul en retravaillant la valeur du paramètre de la persistance des cadavres. Il considère que la mortalité est constante dans le temps et que la persistance des cadavres suit une loi exponentielle négative. Cette méthode suppose que la probabilité moyenne de disparition d'un cadavre sur l'intervalle est égale à la probabilité de disparition d'un cadavre tombé au milieu de l'intervalle de temps. Ainsi, la valeur de p est définie par l'équation suivante :

$$p = \exp(-0,5 \times I/\bar{E})$$

$$N = \frac{C}{d \times \exp(-0,5 \times I/\bar{E})} \times A$$

Avec coefficient correcteur d'intervalle effectif : $\bar{E} = \frac{Mdn(I,d)}{I}$

Jones *et al.* ajoutent la notion d'intervalle effectif en considérant que plus l'intervalle est long, plus le taux de persistance s'approche de 0. Ainsi, un cadavre retrouvé à la fin d'un intervalle de suivi long n'est pas tombé au début de l'intervalle, mais plus probablement au cours de cet intervalle. Il convient donc de redéfinir l'intervalle réellement suivi appelé intervalle effectif \bar{I} qui correspond à la période pendant laquelle le taux de persistance est supérieur à 1%.

Sa valeur vaut donc : $\bar{I} = \log(-0,01 \times \bar{E})$

Pour les calculs, la valeur de I prend la valeur minimale entre I et \bar{I} (CORNUT & VINCENT, 2010 in DULAC 2008).

Formule de Huso

Huso part de la formule de Jones (HUSO, 2010 in DULAC 2008), mais elle considère que la probabilité de disparition au point moyen de l'intervalle n'est pas égale à la probabilité moyenne de persistance d'un cadavre. Elle considère également que la mortalité est constante.

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

$$\text{ou } N = \frac{C}{d \times \frac{\bar{E} \times (1 - \exp(-I/\bar{E}))}{I}} \times A$$

De même, dans les calculs, I prend la valeur minimale entre I et \bar{I} .

III.2.2.3 Rappel théorique

Pour ceux qui ne sont pas familiers avec le traitement statistique et probabiliste, les résultats donnés par les estimateurs peuvent paraître étonnants, voire incohérents. En premier lieu, les calculs donnent des résultats décimaux (qui sont arrondis dans le texte), pour des nombres de cas de mortalité.

De plus, les estimateurs fonctionnent sur un certain nombre de probabilités estimées à partir des données de terrain. Afin de rendre compte de la variabilité potentielle des situations initiales, de nombreux cas théoriques sont simulés.

Par exemple, si 10 cadavres sont retrouvés, ça peut correspondre à 10 cas effectifs de mortalité, comme à 100 cas effectifs.

En simulant à de nombreuses reprises les possibilités correspondant à un ensemble de données, par tirage aléatoire d'une mortalité théorique, il est possible d'établir 3 éléments :

- ✓ La médiane, cas théorique le moins extrême. Il y a autant de cas théoriques avec une mortalité moindre qu'avec une mortalité supérieure.
- ✓ L'intervalle de confiance (IC) de 80%, borné par 2 valeurs (IC 10 et IC 90), qui indique que 80% des cas théoriques testés sont situés entre les 2 bornes. Dans la plupart des cas, la situation réelle est dans cet intervalle. Plus cet intervalle est grand, moins les résultats sont certains. Cet intervalle, dans ce contexte, joue le rôle de définir le minimum et le maximum.
- ✓ L'intervalle de confiance de 95%, borné par les 2 valeurs (IC 2,5 et IC 97,5). Il indique donc que 95% des cas théoriques testés sont situés entre ces 2 bornes.

Comme il s'agit de cas théoriques, il est toujours possible de proposer des cas extrêmes ayant d'infimes probabilités de convenir à la situation réelle. En cela, les cas ne peuvent être bordés par un minimum ou un maximum calculé absolu (quoique la mortalité ne pouvant être négative, la borne inférieure peut mathématiquement atteindre 0, minimum absolu).

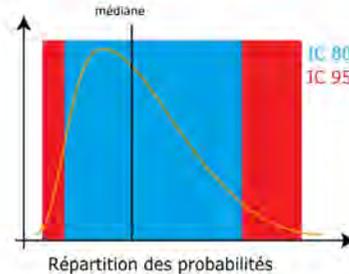


Figure 6 : Répartition des probabilités en fonction d'une valeur théorique de mortalité réelle

Les estimateurs travaillant avec des séries aléatoires de cas théoriques pour tester les possibilités, la même estimation faite 2 fois conduira à des résultats légèrement différents.

Les estimateurs ne calquent pas les bornes inférieures des intervalles sur le nombre de cas réellement enregistrés. Il est donc possible que le calcul indique une borne inférieure au nombre de cas. Quand il est fait état de l'intervalle, ce sont les limites calculées qui sont indiquées. Quand il est évoqué le chiffre réel, la borne inférieure est ajustée au nombre de cas réellement enregistrés.

III.2.3 Spécificité des suivis de mortalité Synergis Environnement

III.2.3.1 Protocole de terrain retenu

Le suivi se fait sur un carré de 100 m de côté centré sur chaque éolienne.

La surface-échantillon est parcourue à pied en suivant des transects (lignes de prospection), espacés de 10 m pour couvrir celle-ci. Toutes les zones avec une végétation de plus de 30 cm de haut sont écartées.

Le suivi court de mi-mai 2020 à fin octobre 2020 (semaine 20 à semaine 43) et à lieu une fois par semaine le mercredi.

III.2.3.2 Prise en compte du type de surface

Comme chacun peut se l'imaginer, il n'est pas aussi facile de chercher un objet sur une surface goudronnée que dans 30 cm d'herbe. Partant de ce constat, il est apparu logique de traiter de façon différenciée les différents types de surface dans les processus de suivi, de test et d'analyse.

Pour ceci, 5 types de surface sont définis :

- ✓ Surfaces planes (voiries, certaines plateformes, champs labourés nivelés)
- ✓ Végétation basse (moins de 15 cm, moins de 25 cm avec un port dressé et un recouvrement inférieur à 20%, sol nu très irrégulier)
- ✓ Végétation moyenne (plus de 15 cm ou plus de 25 cm avec port dressé, mais moins de 30 cm de hauteur moyenne)
- ✓ Végétation haute (plus de 30 cm, mais pouvant être parcouru)
- ✓ Inaccessible (fourré dense, zone clôturée...)

Seules les 3 premières sont prises en compte en pratique dans le suivi, la quatrième pouvant néanmoins révéler des espèces de grande taille.

Ce type de surface varie au fil du temps. Chaque quadrat prospecté peut donc être divisé, à chaque prospection, en plusieurs polygones avec des types de surface différents. Ceci est relevé à chaque fois, afin de pouvoir suivre l'évolution des types de couverts.

Tableau 5 : Exemple de notation des types de couverts pour une éolienne

Éolienne A	Surface plane	Végétation basse	Non prospectable
Semaine 1	0,6 ha	0,4 ha	0 ha
Semaine 2	0,5 ha	0,3 ha	0,2 ha
Semaine 3	0,5 ha	0,3 ha	0,2 ha

III.2.3.3 Test de détection

Le test de détection permet d'établir le coefficient de détectabilité. Celui-ci est personnel, il est propre à chaque intervenant. Pour déterminer ce coefficient, 20 leurres (cadavres de poussins) sont disposés au pied d'une des éoliennes par un observateur et cherchés ensuite par un second observateur. Le test est effectué pour chacun des observateurs ayant participé aux prospections.

Les tests sont reproduits à différentes saisons pour prendre en compte l'évolution des couverts herbacés pouvant fortement impacter la recherche de cadavres d'oiseaux et de chauves-souris.

III.2.3.4 Mise en œuvre

Les 3 estimateurs retenus pour les calculs sont disponibles, pour une mise en œuvre, de façon simple et fiable, sur le site du Centre d'écologie fonctionnelle et évolutive (CEFE) : <https://shiny.cefe.cnrs.fr/EolApp/>. Les données sont à fournir sous une forme précise :

- ✓ Le nombre de cas de mortalité est saisi par passage dans un fichier,

- ✓ La durée de persistance par carcasse du test est saisie dans un fichier,
- ✓ 4 autres données sont fournies : l'intervalle entre passages, les nombres de leurres posés et retrouvés pour la détection, et le pourcentage de surface prospectée.

Avec ces éléments, le programme fournit l'estimation médiane et les intervalles de confiance à 95% et 80% pour chaque estimateur. Les 3 modèles utilisés ne sont pas comparés, mais moyennés pour définir la médiane et l'intervalle de confiance à 80%.

III.2.4 Utilisation des données météorologiques

Les données disponibles issues de mesures (vitesse et orientation du vent, activité de l'éolienne, température de l'air) sont relevées par séquences de 10 minutes. Les séquences renseignent des changements sur un pas de temps beaucoup plus fin que celui du suivi de mortalité, qui est de l'ordre de la semaine. Les moyennes et les extrêmes enregistrés au cours de cet intervalle long ne sont pas très pertinents. Cependant, la séquence n'est pas une échelle de restitution adaptée.

À l'échelle des pas de temps restitués (nuit, semaine, mois), il est possible alors de calculer une fréquence des résultats sur le pas de temps considéré (X % de séquences favorables). Ces indicateurs par pas de temps permettent de les analyser et les comparer.

Une variable mesurée (niveau de vent, de température, d'activité éolienne) est transformée en fréquence de séquence favorable ou non à l'activité des chiroptères ou présentant un danger.

Trois indicateurs sont retenus, pour être utilisés dans l'analyse.

III.2.4.1.3 Vent favorable à l'activité des chiroptères

La limite de vent favorable de référence, pour les chiroptères, est de 7 m/s. Cette limite théorique est issue d'observation chez les pipistrelles (espèces principalement contactées sur le site). Le suivi en nacelle met en évidence que 84% des contacts de chiroptères sur le parc se font sous un vent de 9m/s ce qui sera la limite de base, mais pouvant être ajusté selon d'autres critères.

III.2.4.1.2 Danger associé au fonctionnement éolien

Les éoliennes modernes ont une utilisation optimale du vent. Dès que celui-ci est suffisant, elles tournent à un régime assez soutenu (plus de 6 tours par minute), qui donne une vitesse linéaire en extrémité de pale vite supérieure à 80 km/h. Les seuls mouvements peu dangereux sont donc ceux en roue libre à faible vitesse. Il n'y a pas vraiment d'activité intermédiaire. Il est cependant possible de graduer le dépassement d'un seuil, selon s'il concerne les activités maximales, moyennes ou minimales.

III.2.4.1.3 Vents et activité des éoliennes

Étant donné que le vent est un élément important pour l'activité des chauves-souris, dont le maximum d'activité intervient dans la demi-heure précédente et les 3 heures suivant le coucher du soleil, l'analyse porte principalement sur le vent durant cette période. Les données fournies par l'exploitant sont utilisées, avec un relevé de vent (vitesses et orientation) et d'activité de l'éolienne toutes les dix minutes du 28/04/2021 au 27/10/2020.

III.3 Méthodologie du suivi en nacelle des chiroptères

III.3.1 Rappel de la commande

Il s'agit d'un suivi à hauteur de nacelle. Un enregistrement de l'activité des chiroptères doit être réalisé en continu (sans échantillonnage) entre les semaines 17 à 43 (fin avril à fin octobre). Le suivi concerne l'éolienne E1. À noter que l'accès aux nacelles ne peut se faire sans une personne habilitée. Ainsi, la mise en place des Batlogger sur le parc de Soudan a dû se faire en présence du personnel de la CNR.

III.3.2 Protocole mis en œuvre

III.3.2.1 Principe d'écholocation chez les chauves-souris et suivis par acoustique

Les chauves-souris européennes utilisent le principe du sonar, appelé écholocation, pour se déplacer et pour chasser. Elles émettent ainsi des ultrasons qui leur permettent de se déplacer dans la nuit. En effet, les ultrasons (non audible pour l'oreille humaine) rebondissent sur les obstacles ou les proies et leurs échos sont captés par les chauves-souris au niveau des oreilles. C'est cet écho qui va leur permettre d'évaluer la distance et la forme des objets détectés (BARATAUD, 2015). En plus de ces ultrasons, les chiroptères peuvent également émettre des « cris sociaux » qui sont des cris de communication et qui sont audibles par l'homme. Les ultrasons sont émis soit avec le nez dans le cas des rhinolophes, soit avec la bouche dans le cas des vespertiliens.

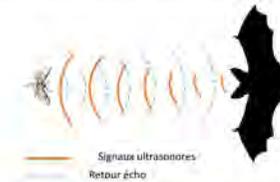


Figure 7 | Principe de l'écholocation des chiroptères

Chaque espèce possède des gammes de signaux qui lui sont propres. Il est alors possible d'identifier une espèce à partir de signaux ultrasonores enregistrés. Toutefois, en fonction du contexte, il peut exister des recouvrements (signaux ayant les mêmes caractéristiques), rendant l'identification plus délicate (BOONMAN & al., 1995 ; SIEMERS ET SCHNITZLER, 2000).

Ainsi, le suivi des chiroptères par acoustique, à l'aide d'un détecteur à ultrasons, permet donc de déterminer les espèces présentes dans l'aire d'étude en analysant les signaux obtenus. De plus, la présence d'un observateur discret (silencieux, sans éclairage et immobile) n'affecte pas le comportement des chauves-souris. Ainsi, en plus de l'espèce, il peut être relevé si l'individu capté est en chasse ou transit grâce à la structure et le rythme des signaux émis.

III.3.2.1.1 Écoute en nacelle

III.3.2.1.1 Matériel utilisé

Selon la révision 2018 du protocole de suivi environnemental des parcs éoliens terrestres (MEDDE, 2018), les dispositifs automatisés de suivi d'activité en nacelle doivent pouvoir enregistrer sur l'ensemble de la nuit, sur l'intégralité de la saison. Ils doivent également capter la totalité des signaux acoustiques des chauves-souris.

Il a ainsi été choisi d'utiliser un Batlogger WE X1, développé par Elekon, qui répond à tous les critères précédents. Ce dispositif est conçu spécialement pour l'écoute prolongée des chauves-souris en nacelle. Il est composé de :

- ✓ Un Batlogger WE X1
- ✓ Un microphone MC32W
- ✓ Une alimentation secteur fourni par l'éolienne



Figure 8 : Batlogger WE X1 avec micro MC32W

III.3.2.2.2 Installation

Le module Batlogger WE X1 se place donc dans la nacelle de l'éolienne E1. Concernant le micro, celui-ci est placé sous la nacelle, à l'arrière de l'éolienne et orienté vers le bas, par l'intermédiaire d'un trou percé dans le sol de la nacelle. Dans notre cas, le module a enregistré l'activité des chiroptères du 28 avril 2021 au 27 octobre 2021. C'est a priori l'éolienne qui présentait le risque de mortalité le plus important.

III.3.2.2.3 Fonctionnement

Le fonctionnement du Batlogger est simple. Différents paramétrages sont réglables directement via le boîtier : heures d'enregistrement, durée minimale de ces derniers, seuil de fréquences... Le boîtier enregistre sur une carte SD les séquences. Une carte SIM peut être insérée dans le Batlogger et permet ainsi à celui-ci d'envoyer après chaque nuit un SMS de statut de l'appareil. Il est également possible de changer les paramétrages du boîtier en cours de saison via l'envoi de SMS avec ce dernier.

Une fois l'enregistreur paramétré et installé dans la nacelle, celui-ci est autonome. En effet, en journée, le Batlogger est alimenté par la prise secteur et recharge en même temps la batterie sur laquelle il est également branché. Lorsqu'il est en « dormance », il est possible d'accéder aux données qu'il a enregistrées. Il se déclenche lui-même aux horaires programmés pour enregistrer. À ce moment-là, il se coupe de l'alimentation secteur pour basculer sur la batterie. Il n'est également possible d'accéder aux données qu'il a acquises. Il rebasculer sur l'alimentation secteur à sa mise en « dormance » et envoie un SMS à ce moment.

3.1.1 Analyse des signaux et identification des espèces

Plusieurs milliers de séquences sont obtenues à la fin de l'étude. Cependant, toutes ne correspondront pas à l'enregistrement de chauves-souris, mais certaines peuvent être des bruits « parasites » dus à l'éolienne. Une fois les données récoltées, un pré-tri est effectué avec Sonochiro afin d'isoler les sons parasites. Les sons sont ensuite analysés par les chiroptérologues de Synergis Environnement.

Il n'est pas toujours possible d'aboutir à une espèce sur certains fichiers, due à une mauvaise qualité de l'enregistrement, à des signaux de trop faible intensité ou encore à l'absence de critère discriminant. Dans ce cas, l'identification ne va pas plus loin que le genre et c'est le nom du groupe d'espèce qui est retenu. Pour ce qui est des résultats, le nombre de contacts bruts enregistré de chaque espèce est comparé au référentiel d'activité Vigie-chiro produit par le Muséum National d'Histoire Naturelle. Ce référentiel décline l'activité des chiroptères pour un grand nombre d'aires géographiques et d'habitats en France basé sur la méthode d'Alexandre Haquart (2015).

L'activité acoustique des chauves-souris ne suit pas une loi normale. Cela signifie que pour chacune des nuits d'enregistrement, il est commun d'enregistrer peu de contacts, tandis que les nuits avec une forte activité sont rares. Partant de ce postulat, des nuits d'enregistrements disponibles ont été ordonnées dans la base de données (Vigie-chiro) puis des quantiles ont été calculés pour chaque espèce séparément. Ces quantiles 25%, 75% et 98% aide à définir des niveaux d'activité (faible, modérée, forte et très forte). Pour donner un exemple, si $Q25\% = 3$ contacts/nuit, cela veut dire que 25% des nuits ont une valeur inférieure ou égale à 3 et que si le nombre de contacts par nuit est compris en 0 et 3, l'activité sera faible.

Tableau 4 - Regroupement d'espèces possibles

Groupe d'espèces	Espèces comprises
P23	Pipistrelle de Natter (Pipistrellus natterii) Pipistrelle des habitats (Pipistrellus habitatii)
P40	Pipistrelle de Nathusius (Pipistrellus nathusii) Pipistrelle commune (Pipistrellus pipistrellus)
P50	Pipistrelle commune (Pipistrellus pipistrellus) Pipistrelle pygmée (Pipistrellus pygmaeus)
Phecolus sp	Chénopode gris (Phecolus ocellatus) Chénopode roux (Phecolus ocellus)
Mipostilac	Tous les Mipostilac
Neotus sp	Décoline commune (Neotus communis) Neotus commune (Neotus communis) Noctule de Leisler (Neotus leisleri)

Un nombre de contacts par espèce et par point d'échantillonnage a été calculé puis comparé au référentiel d'activité national. **Les seuils définissant un niveau d'activité pour une espèce sont variables en fonction de son abondance. Ces seuils ont été définis par le MNHN à l'aide de nombreuses études. Ainsi, la Noctule de Leisler qui est plus rare que la Pipistrelle commune peut avoir un niveau d'activité « Très fort » pour une valeur inférieure à celle d'un niveau d'activité « Fort » de celui de la Pipistrelle commune.**

Ce référentiel étant basé sur des résultats au sol, un coefficient a été appliqué afin de pouvoir comparer les résultats enregistrés à hauteur de nacelle.

Une fois l'ensemble identifié, les résultats sont convertis en nombre de contact par heure afin de lisser les biais liés au temps d'écoute.

Il est également important de noter qu'une absence de contact ne signifie pas forcément une absence de l'espèce sur le site étudié (MOTTE & LIBOIS, 2002), mais peut-être lié à de la non-détection.

Le but de ces analyses est de quantifier la richesse spécifique et l'activité des espèces sur le site. Ces informations sont également cartographiées et représentées graphiquement.

IV. CONTEXTE ECOLOGIQUE ET REGLEMENTAIRE

IV.1 Zones naturelles proches

L'étude des zones naturelles aux alentours d'un site éolien peut permettre la mise en évidence de potentiels facteurs influençant les enjeux environnementaux. Une aire d'étude éloignée (AEE) de 10 km autour du parc est désignée. La distance de 10 km est prise arbitrairement, mais prend en compte la facile capacité de déplacement des espèces volantes étudiées dans ce rapport. La zone naturelle la plus proche est située à 3,2 km du site éolien (ZNIEFF de type 1).

IV.1.1 Le réseau Natura 2000

Le réseau Natura 2000 est un réseau développé à l'échelle européenne qui se base sur deux directives : la Directive n°79/409 pour la conservation des oiseaux sauvages et la Directive n° 92/43 concernant la conservation des habitats naturels ainsi que la flore et la faune sauvages. Ces directives ont donné naissance respectivement aux Zones de Protection Spéciale (ZPS) et aux Zones Spéciales de Conservation (ZSC). Avant d'être reconnues comme ZSC, ces dernières sont appelées Sites d'Importance Communautaire (SIC). Par ailleurs, la France a aussi mis en place un inventaire des zones importantes pour la conservation des oiseaux (ZICO), sur lequel elle s'appuie pour définir ses ZPS.



Aucun site Natura 2000 n'est répertorié dans un rayon de 10 km autour des éoliennes.

IV.1.2 Les Arrêtés de Protection de Biotope (APPB)

L'objectif des arrêtés préfectoraux de protection de biotope est la préservation des habitats naturels nécessaires à la survie des espèces végétales et animales menacées. Cet arrêté est pris par le préfet au niveau départemental et fixe les mesures qui doivent permettre la conservation des biotopes.

C'est un outil de protection réglementaire de niveau départemental, dont la mise en œuvre est relativement souple. Il fait partie des espaces protégés relevant prioritairement de la Stratégie de Création d'Aires Protégées mise en place actuellement, et se classe en catégorie IV de l'UICN en tant qu'aire de gestion. En effet, la plupart des arrêtés de protection de biotope font l'objet d'un suivi soit directement à travers un comité placé sous l'autorité du préfet, soit indirectement dans le cadre de dispositifs tels que Natura 2000 et par appropriation par les acteurs locaux.

Aucun APPB n'est recensé dans un rayon de 10 km autour des éoliennes.

IV.1.3 Les réserves naturelles

L'objectif d'une réserve naturelle est de protéger les milieux naturels exceptionnels, rares et/ou menacés en France. Les réserves naturelles peuvent être instaurées par l'État ou les régions. Toute action susceptible de nuire au développement de la flore ou de la faune, ou entraînant la dégradation des milieux naturels est interdite ou réglementée.

Aucune réserve naturelle régionale ou nationale n'est répertoriée dans un rayon de 10 km autour des éoliennes.

IV.1.4 Les parcs nationaux et les parcs naturels régionaux (PNR)

Ces deux types de parcs ont des réglementations et des finalités différentes. En effet, institués par la loi du 22 juillet 1960, les sept parcs nationaux ont pour but de protéger des milieux naturels de grande qualité. Leurs zones cœur constituant des « sanctuaires ».

Le PNR a quant à lui pour objectif de permettre un développement durable dans des zones au patrimoine naturel et culturel riche, mais fragile.

Aucun parc naturel régional ou national n'est répertorié dans un rayon de 10 km autour des éoliennes.

IV.1.5 Les zonages d'inventaires - ZNIEFF

L'inventaire des Zones Naturelles d'Intérêt Écologique, Faunistique ou Floristique (ZNIEFF) repose sur la richesse des milieux naturels ou la présence d'espèces floristiques ou faunistiques rares ou menacées.

On distingue : les ZNIEFF de type I, qui sont des secteurs limités géographiquement ayant une valeur biologique importante ; et les ZNIEFF de type II, qui regroupent de grands ensembles plus vastes. Ces zones révèlent la richesse d'un milieu. Si le zonage en lui-même ne constitue pas une contrainte juridique susceptible d'interdire un aménagement en son sein, il implique sa prise en compte et des études spécialisées naturalistes systématiques d'autant plus approfondies si le projet concerne une ZNIEFF I.

Treize ZNIEFF sont localisées dans l'aire d'étude éloignée dont huit de type I et cinq de type II.

Tableau 5 - Liste des ZNIEFF se situant dans l'aire d'étude éloignée

Type	Identifiant	NOM	Distance aux éoliennes
ZNIEFF I	520006619	ETANGS DE LA BLISIERE ET DU HAUT-BREIL ET LEURS ABORDES	6.5 km
ZNIEFF I	520006623	ETANG DE LA COURBETIERE	5.1 km
ZNIEFF I	520013087	ETANG DE DEIL	3 km
ZNIEFF I	520014645	ETANG DU FOURNEAU	9.8 km
ZNIEFF I	520016272	COURS DE LA BRUTZ ET ABORDS	6.7 km
ZNIEFF I	520120001	ETANG DE BEAUCHENE ET SES ABORDS	9.9 km
ZNIEFF I	530009829	FORET D'ARAIZE	8.5 km
ZNIEFF I	530009830	ETANG DE SAINT MORAND	9.4 km
ZNIEFF II	520006618	FORET DE JUIGNE, ETANGS ET BOIS ATTENANTS	3.6 km
ZNIEFF II	520006641	FORET PAVEE ET ETANG NEUF	5.3 km
ZNIEFF II	520016102	VALLÉE DE LA CHERE A SAINT AUBIN DES CHATEAUX	8.3 km
ZNIEFF II	520120009	FORET DE JAVARDAN	9.6 km
ZNIEFF II	530009828	FORET D'ARAIZE ET ETANG DE SAINT MORAND	8.5 km

Les caractéristiques principales ainsi que les informations de distance relatives de chaque ZNIEFF sont synthétisées dans le Tableau 6.

Tableau 8 - Description des ZNIEFF dans l'ARE

Type	Identifiant	NOM	Habitats déterminants	Espèces déterminantes	Description	Distance au site
ZNIEFF I	520006619	ETANGS DE LA BLISIERE ET DU HAUT-BREIL ET LEURS ABORDS	41.5 - Chênaies acidiphiles, 31.1 - Landes humides, 22.3 - Communautés amphibies, 22.1 - Eaux douces, 22.4 - Végétations aquatiques	2 espèces d'odonates, 8 espèces d'oiseaux, 14 espèces de phanérogamés, 2 espèces de reptiles	Ensemble formé de deux principaux étangs (la Blisière et le Haut Breil) avec ceintures de végétations périphériques (grèves à littorales, roselières, cariçaies, zones tourbeuses, landes, etc.) et d'une zone forestière attenante. Intérêt floristique : Ces deux étangs abritent une flore particulièrement intéressante, dont plusieurs espèces végétales rares, certaines protégées sur le plan régional ou national. Belles étendues de chênaies-hêtraies aux abords des étangs abritant une flore originale. Intérêt avifaunistique : L'étang de la Blisière est principalement utilisé comme site d'accueil pour l'avifaune hivernante de la région en relation avec les autres étangs du secteur (étang de Tressé, du Fourneau, etc.)	6.5 km
ZNIEFF I	520006623	ETANG DE LA COURBETIERE	53.2 - Communautés à grandes Laïches, 37.2 - Prairies humides eutrophes, 44.9 - Bois marécageux d'Aulne, de Saule et de Myrte des marais, 22.1 Eaux douces, 31.1 - Landes humides, E3.512 - Prairies acidoclines à Molinie bleue, 37.312 - Prairies à Molinie acidiphiles, 6410 - Prairies à Molinia sur sols calcaires, tourbeux ou argilo-limoneux (<i>Molinia caerulea</i>)	1 espèce d'amphibiens, 1 espèce d'odonates, 15 espèces d'oiseaux, 6 espèces de phanérogames, 2 autres espèces	Étang en voie d'atterrissement bordé de zones marécageuses (cariçaies, saulaies, roselières), de prairies et de landes humides. Intérêt floristique : intéressantes végétations de prairies et de landes humides abritant une flore rare, dont plusieurs espèces végétales protégées sur le plan régional. Intérêt avifaunistique : cet étang accueille une avifaune nicheuse intéressante. Il joue d'autre part un rôle complémentaire en relation avec les autres étangs de la région pour l'accueil de l'avifaune aquatique migratrice et hivernante. Intérêt entomologique : présence d'un lépidoptère peu commun dans la région des Pays de la Loire.	5.1 km
ZNIEFF I	520013087	ETANG DE DEIL	22.4 - Végétations aquatiques, 22.1 - Eaux douces, 53.2 - Communautés à grandes Laïches, 37 - Prairies humides et mégaphorbiaies	3 espèces d'odonates, 7 espèces d'oiseaux, 1 espèce de phanérogames	Étang à riches végétations aquatiques, bordé de ceintures marécageuses. Intérêt avifaunistique : Cet étang bénéficiant d'une grande tranquillité abrite une avifaune nicheuse intéressante. Il joue d'autre part un rôle non négligeable comme site d'accueil pour l'avifaune aquatique migratrice et hivernante en relation avec les différents étangs de la région de Châteaubriant. Intérêt floristique : Végétations aquatiques et des ceintures périphériques diversifiées. Intérêt entomologique : Intéressante diversité d'odonates dont certaines espèces peu communes ou rares dans notre région.	3 km
ZNIEFF I	520014645	ETANG DU FOURNEAU	22.4 - Végétations aquatiques, 44.9 - Bois marécageux d'Aulne, de Saule et de Myrte des marais, 44.3 - Forêt de Frênes et d'Aulnes des fleuves médio-européens, 37.1 - Communautés à Reine des prés et communautés associées, 22.1 - Eaux douces	3 espèces d'odonates, 5 espèces d'oiseaux, 1 espèce d'orthoptères, 3 espèces de phanérogames	L'un des plus beaux étangs du département de par sa diversité de milieux et sa richesse biologique. Intérêt botanique essentiellement lié au développement d'une ceinture d'hélophytes et d'une saulaie-aulnaie en queue d'étang. Nidification d'espèces peu communes au niveau départemental, ainsi que d'une colonie d'Ardéidés dans les bois proches. Hivernage régulier d'anatidés, en nombre parfois important. Fonctionne en relation avec les autres étangs du Pouancéen.	9.8 km
ZNIEFF I	520016272	COURS DE LA BRUTZ ET ABORDS	24.1 - Lits des rivières	4 espèces de phanérogames, 3 espèces de poissons	Le cours de la Brutz avec des faciès d'eaux courantes sablo-graveleux abrite une ichtyofaune d'intérêt patrimonial pour le département dont certaines espèces, rares ou peu courantes pour le département, sont caractéristiques de ce type de cours d'eau et indicatrices d'une eau de bonne qualité et d'un milieu aquatique de qualité en bon équilibre.	6.7 km

Type	Identifiant	NOM	Habitats déterminants	Espèces déterminantes	Description	Distance au site
ZNIEFF I	520120001	ETANG DE BEAUCHENE ET SES ABORDS	22.1- Eaux douces 22.4- Végétations aquatiques 53.2 – Communauté à grandes Laïches 44.3 – Forêt de Frênes et d’Aulnes des fleuves médio-européens 44.9 – Bois marécageux d’Aune, de Saule et de Myrte des marais	3 espèces de phanérogames	Petit étang avec végétations aquatiques, bordé de cariçaies et de boisements humides et marécageux abritant une espèce végétale peu commune en Pays de la Loire et diverses autres plantes intéressantes.	9.9 km
ZNIEFF I	530009829	FORET D'ARAIZE	41.5 – Chênaies acidiphiles	3 espèces d’oiseaux 1 espèce de phanérogame	Ce massif forestier est localisé au sud du département. Il a été fortement reboisé en résineux, réduisant ainsi sa diversité floristique. L'intérêt floristique est marqué par la présence de <i>Convallaria majalis</i> , espèce inscrite sur la liste des espèces végétales menacées dans le massif armoricain et de <i>Pulmonaria longifolia</i> , espèce végétale protégée au niveau régional. On souligne la reproduction de <i>Dendrocopos medius</i> , <i>Luscinia megarhynchos</i> et la reproduction possible de <i>Dryocopus martius</i> . L'exploitation forestière actuelle entraîne un appauvrissement de la diversité floristique (plantation de résineux).	8.5 km
ZNIEFF I	530009830	ETANG DE SAINT MORAND	22 – Eaux douces stagnantes 22.31 – Communautés amphibies pérennes septentrionales 37.312 – Prairies à Molinie acidiphiles 22.313 – Gazons des bordures d'étangs acides en eaux peu profondes	1 espèce d’orthoptère 5 espèces de phanérogames 1 espèce de ptéridophyte	L'étang de Saint Morand forme la source d'un ruisseau affluent de la rivière le Semnon. Il est situé en bordure nord de la forêt d'Araize. Les berges en pente douce présentent des communautés amphibies diversifiées, gazon à Littoréle, communautés à <i>Baldelia ranunculoides</i> et <i>Hydrocotyle vulgaris</i> , des tapis à <i>Hypericum elodes</i> . La flore présente une grande diversité et de nombreuses espèces patrimoniales. On peut notamment citer <i>Piularia globulifera</i> , espèce protégée à l'échelon national, <i>Hottonia palustris</i> , <i>Elatine hexandra</i> , espèces inscrites sur la liste rouge des espèces végétales menacées dans le massif armoricain. On observe <i>Stethophyma grossum</i> , espèce déterminante en Bretagne, dont les populations sont en régression en Europe. L'état de conservation est bon	9.4 km
ZNIEFF II	520006618	FORET DE JUIGNE, ETANGS ET BOIS ATTENANTS	22.3 - Communautés amphibies, 41.5 - Chênaies acidiphiles, 31.1 - Landes humides, 22.4 - Végétations aquatiques, 22.1- Eaux douces, 43.5 - Chênaies acidiphiles mixtes, 31 - Landes et fruticées, 53.2 - Communautés à grandes Laïches, 41.5 - Chênaies acidiphiles, 22 - Eaux douces stagnantes, 22.4 - Végétations aquatiques, 22.32 - Gazons amphibies annuels septentrionaux, 22.31 - Communautés amphibies pérennes septentrionales,	1 espèce d’amphibien, 1 espèce de coléoptères, 1 espèce de mammifères, 3 espèces d’odonates, 11 espèces d’oiseaux, 17 espèces de phanérogames, 3 espèces de reptiles	Ensemble constitué d'une forêt mixte de feuillus et de conifères exploitée en taillis sous futaie, avec divers types de landes et plusieurs étangs de superficie variable. Intérêt floristique : Forêt peu exploitée présentant une intéressante diversité de végétations. Belles futaies accompagnées d'une riche flore en sous-bois. Intéressantes ceintures de végétations en périphérie des étangs, avec en particulier des zones tourbeuses abritant une flore rare, avec plusieurs espèces végétales protégées sur le plan régional ou national (cf. : zones de type I). Intérêt mycologique : Cette forêt abrite un certain nombre d'espèces de champignons rares et menacées. Intérêt avifaunistique : Avifaune nicheuse intéressante avec entre autres certaines espèces d'oiseaux rares et localisées dans notre région (pics, rapaces, etc.). Intérêt mammalogique : Belle population d'ongulés (sanglier, chevreuil). Intérêt batrachologique : Zone très importante pour la reproduction d'un amphibien désormais rarissime en Loire-Atlantique, la Grenouille rousse (<i>Rana temporaria</i>).	3.6 km
ZNIEFF II	520006641	FORET PAVEE ET ETANG NEUF	43.5 - Chênaies acidiphiles mixtes, 31.1 - Landes humides, 41.2 - Chênaies-charmales,	3 espèces d’amphibiens, 1 espèce de lépidoptères,	Ensemble constitué d'une forêt principalement peuplée de futaies de feuillus (chênaies) avec quelques zones de landes et un petit étang bordé de ceintures d'hélophytes et de boisements hygrophile. Intérêt floristique : belles futaies avec riches végétations en sous-bois. Intéressants	5.3 km

Type	Identifiant	NOM	Habitats déterminants	Espèces déterminantes	Description	Distance au site
			22.1 - Eaux douces, 41.5 - Chênaies acidiphiles, 31.2 - Landes sèches, 53.1 - Roselières, 53.2 - Communautés à grandes Lailches, 22.4 - Végétations aquatiques	1 espèce d'odonates 3 espèces de phanérogames	groupements végétaux au niveau des landes sèches et humides, ainsi qu'en pourtour de l'étang avec en particulier, la présence de deux espèces végétales rares dont une protégée en Pays de la Loire. Intérêt ornithologique : L'étang Neuf accueille en période de reproduction une avifaune nicheuse intéressante. La queue de l'étang abrite en particulier une petite héronnière récemment installée. Il joue par ailleurs un rôle complémentaire avec les autres étangs du secteur comme site d'accueil de l'avifaune hivernante. Intérêt batrachologique : Présence de plusieurs espèces rares (tritons) et bonne diversité, notamment dans deux mares abreuvoir aux abords de l'étang neuf à l'Est du D178.	
ZNIEFF II	520016102	VALLEE DE LA CHERE A SAINT AUBIN DES CHATEAUX	24.4 - Végétation immergée des rivières 37.7 - Lisières humides à grandes herbes 24.1 - Lits des rivières 41 - Forêts caducifoliées 37.1 - Communautés à Reine des prés et communautés associées	1 espèce d'odonate 1 espèce de phanérogame 2 espèces de poissons	Vallée encaissée d'une petite rivière bordée de ripisylve et de pentes boisées. Intérêt entomologique : Ce site abrite une intéressante diversité d'odonates et de lépidoptères rhopalocères, avec entre autres, certaines espèces de libellules et d'agrions et de papillons diurnes rares ou peu communes dans notre région. Intérêt floristique : Intéressante végétations de sous bois, avec diverses espèces végétales peu communes.	8.3 km
ZNIEFF II	520120009	FORET DE JAVARDAN	22.3 - Communautés amphibies 22.1 - Eaux douces 31.1 - Landes humides 31.8 - Fourrés 41.5 - Chênaies acidiphiles	1 espèce d'amphibien 1 espèce de mammifère 2 espèces d'oiseaux 6 espèces de phanérogames 1 espèce de ptéridophyte	Forêt principalement constituée de peuplements de feuillus avec quelques espaces de landes résiduelles aujourd'hui en partie enrésinées. Intérêt floristique : Présence d'une espèce végétale rare et protégée au niveau d'un petit étang forestier. Intéressante végétation de landes. Intérêt avifaunistique : Présence d'oiseaux nicheurs peu communs inféodés aux milieux forestiers. Intérêt batracologique : présence et reproduction du Triton marbré (<i>Triturus marmoratus</i>), à proximité de la carrière ouest. Intérêt mammalogique : présence désormais régulière de la Loutre.	9.6 km
ZNIEFF II	530009828	FORET D'ARAIZE ET ETANG DE SAINT MORAND	22.1 - Eaux douces 41.5 - Chênaies acidiphiles	3 espèces d'oiseaux 1 espèce d'orthoptère 7 espèces de phanérogames 1 espèce de ptéridophyte	La ZNIEFF regroupe la forêt d'Araize et l'étang de Saint Morand. Ce massif forestier est localisé au sud du département. Il a été fortement reboisé en résineux, réduisant la diversité floristique. L'intérêt floristique est marqué par la présence de <i>Convallaria majalis</i> , espèce inscrite sur la liste des espèces végétales menacées dans le massif armoricain et de <i>Pulmonaria longifolia</i> , espèce végétale protégée au niveau régional. On observe la reproduction de <i>Dendrocopos medius</i> , <i>Luscinia megarhynchos</i> et la reproduction possible de <i>Dryocopus martius</i> . L'exploitation forestière actuelle entraîne un appauvrissement de la diversité floristique (plantation de résineux).	8.5 km

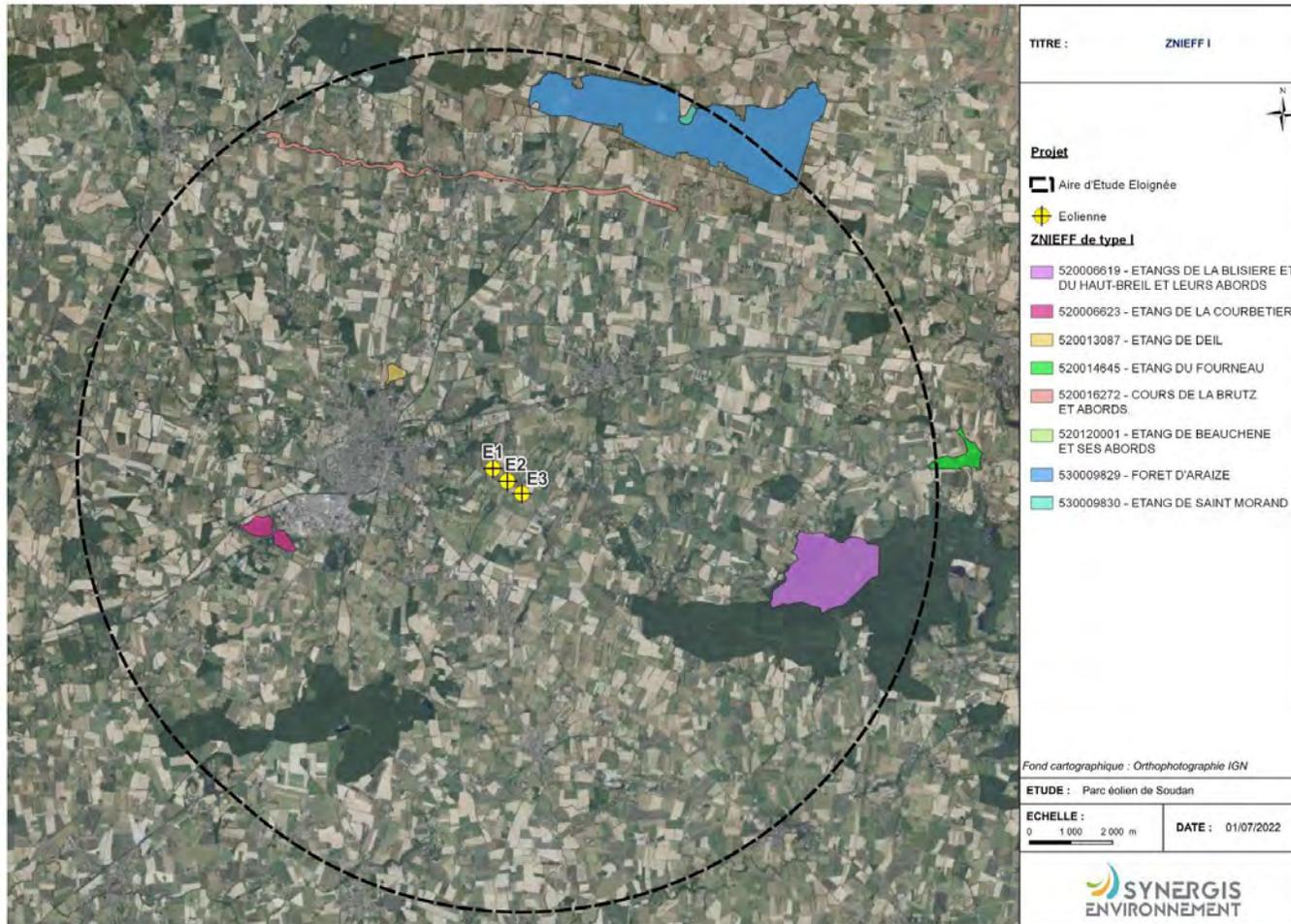


Figure 9 : Localisation des ZNIEFF de type I dans un rayon de 10 km

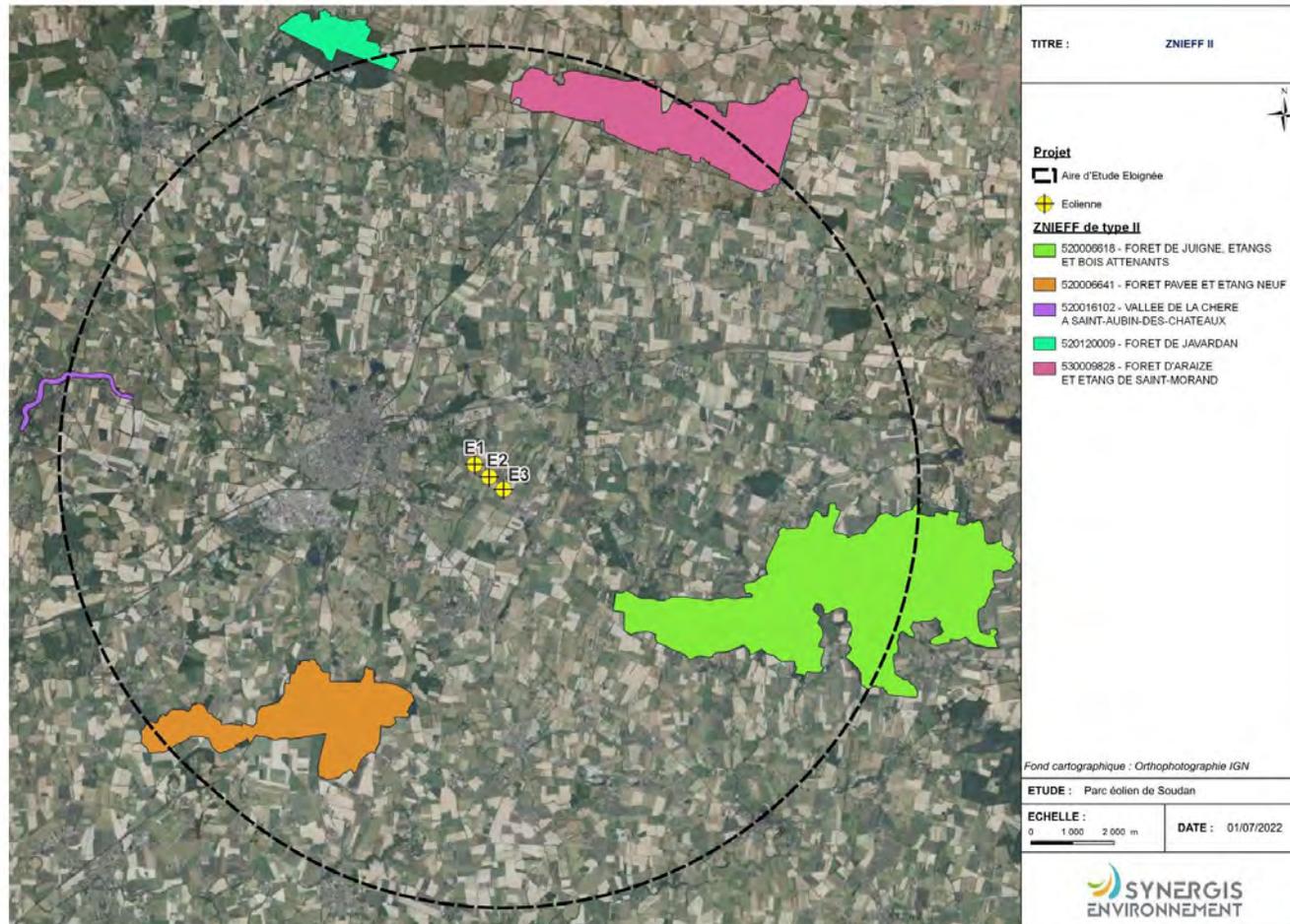


Figure 10 : Localisation des ZNIEFF de type II dans un rayon de 10 km

IV.2 Schéma Régional Eolien Terrestre de la région des Pays de la Loire

Le schéma régional éolien breton a été arrêté par le préfet de région le 8 janvier 2013, puis annulé par un jugement du Tribunal Administratif de Nantes du 31 mars 2016. Toutefois, il reste un guide pour l'élaboration des projets de zones de développement de l'éolien et des parcs terrestres.

Ce rapport rappelle l'importance de la prise en compte des zones naturelles classées, des données des atlas et des suivis complémentaires sur sites pour mettre en évidence les potentiels enjeux écologiques en présence sur et autour de la zone du projet.

IV.3 Continuités écologiques

IV.3.1 Définition

La définition donnée par l'Institut de Recherche pour le Développement des équilibres biologiques est la suivante : « La notion d'équilibres biologiques signifie que toute espèce animale ou végétale, du fait même qu'elle naît, se nourrit, se développe et se multiplie, limite dans un milieu donné les populations d'une ou plusieurs autres espèces.

Cette limitation naturelle (...) dépend directement ou indirectement des facteurs physiques et chimiques du milieu, comme la température, les pluies d'une région, le degré hygrométrique de l'air, la salinité d'une eau, la composition ou l'acidité d'un sol ; elle dépend aussi de facteurs biologiques, comme la concurrence entre des espèces différentes, pour la même nourriture, la même place, le même abri. Elle dépend enfin des ennemis naturels de chaque espèce, que ce soient des parasites, des prédateurs ou des organismes pathogènes déclenchant des maladies. »

Il s'agit donc en résumé du fonctionnement « naturel » d'un écosystème, dont les différents composants interagissent entre eux pour tendre vers l'équilibre.

Or, de manière générale, l'influence de l'homme sur cet écosystème peut déstabiliser cet équilibre : urbanisation des milieux naturels, intensification de l'agriculture au détriment de la conservation des habitats naturels (haies, bosquets, prairies permanentes...) et des espèces (utilisation abusive de produits phytosanitaires...), introduction d'espèces invasives, fragmentation du milieu rendant difficiles les déplacements d'individus... Les équilibres biologiques sont donc parfois devenus à ce jour très fragiles.

Sur le secteur d'étude, ces équilibres sont principalement « portés » par les espaces naturels réservés restants : prairies permanentes, boisements naturels, zones humides...

IV.3.2 Aspects légaux

Les continuités écologiques, qui participent aux équilibres biologiques d'un territoire, sont quant à elles définies à l'article L.371-1 du Code de l'Environnement de la manière suivante :

Composante verte :

- 1° Tout ou partie des espaces protégés au titre du présent livre et du titre Ier du livre IV* ainsi que les espaces naturels importants pour la préservation de la biodiversité ;
 - 2° Les corridors écologiques constitués des espaces naturels ou semi-naturels ainsi que des formations végétales linéaires ou ponctuelles, permettant de relier les espaces mentionnés au 1° ;
 - 3° Les surfaces mentionnées au I de l'article L. 211-14**.
- * Les livres III et IV du code de l'environnement recouvrent notamment les parcs nationaux, les réserves naturelles, les parcs naturels régionaux, les sites Natura 2000, les sites inscrits et classés, les espaces couverts par un arrêté préfectoral de conservation d'un biotope...
- ** Il s'agit des secteurs le long de certains cours d'eau, sections de cours d'eau et plans d'eau de plus de dix hectares, l'exploitant ou, à défaut, l'occupant ou le propriétaire de la parcelle riveraine est tenu de mettre en place et de maintenir une couverture végétale permanente (appelées communément « Bandes enherbées »)

Composante bleue :

- 1° Les cours d'eau, parties de cours d'eau ou canaux figurant sur les listes établies en application de l'article L. 214-17* ;
 - 2° Tout ou partie des zones humides dont la préservation ou la remise en bon état contribue à la réalisation des objectifs visés au IV de l'article L. 212-1**, et notamment les zones humides mentionnées à l'article L. 211-3 ***;
 - 3° Les cours d'eau, parties de cours d'eau, canaux et zones humides importantes pour la préservation de la biodiversité et non visées aux 1° ou 2° du présent III.
- * Cela concerne les cours d'eau, parties de cours d'eau ou canaux ayant de fortes fonctionnalités écologiques et désignées par le préfet de bassin sur deux listes : ceux qui sont en très bon état écologique ou identifiés par les SDAGE comme réservoirs biologiques ou d'intérêt pour le maintien, l'atteinte du bon état écologique/la migration des poissons-amphihaln (liste 1), et de ceux dans lesquels il est nécessaire d'assurer le transport suffisant des sédiments et la circulation des poissons (liste 2).
- ** Objectifs de préservation ou de remise en bon état écologique/chimique et de bonne gestion quantitative des eaux de surfaces et souterraines
- ***Zones dites " zones humides d'intérêt environnemental particulier " dont le maintien ou la restauration présente un intérêt pour la gestion intégrée du bassin versant, ou une valeur touristique, écologique, paysagère ou cynégétique particulière et qui sont définies par les SDAGE ou SAGE.

IV.3.3 La trame Verte et Bleue

D'une manière générale, elles sont regroupées sous la notion de Trame Verte et Bleue (TVB) qui peut se définir comme une infrastructure naturelle, maillage d'espaces et milieux naturels, permettant le maintien d'une continuité écologique sur le territoire et ainsi le déplacement des individus. Ce réseau s'articule souvent autour de deux éléments majeurs (COMOP TVB) :

Réservoirs de biodiversité : « espaces dans lesquels la biodiversité, rare ou commune, menacée ou non menacée, est la plus riche ou la mieux représentée, où les espèces peuvent effectuer tout ou partie de leur cycle de vie (alimentation, reproduction, repos) et où les habitats naturels peuvent assurer leur fonctionnement, en ayant notamment une taille suffisante. Ce sont des espaces pouvant abriter des noyaux de populations d'espèces à partir desquels les individus se dispersent, ou susceptibles de permettre l'accueil de nouvelles populations. »

Corridors écologiques : « voie de déplacement empruntée par la faune et la flore, qui relie les réservoirs de biodiversité. Cette liaison fonctionnelle entre écosystèmes ou habitats d'une espèce permet sa dispersion et sa migration. On les classe généralement en trois types principaux : structures linéaires (soit des haies, chemins et bords de chemins, ripisylves...); structures en « pas japonais » (soit une ponctuation d'espaces relais ou d'îlots refuges, mares, bosquets...); matrices paysagères (soit un type de milieu paysager, artificialisé, agricole...). »

La prise en compte de ces différentes composantes permet d'évaluer les réseaux fonctionnels à l'échelle d'un territoire, qui assurent les transferts d'énergies/matières entre les éléments de l'écosystème et contribuent ainsi au maintien de son équilibre biologique.

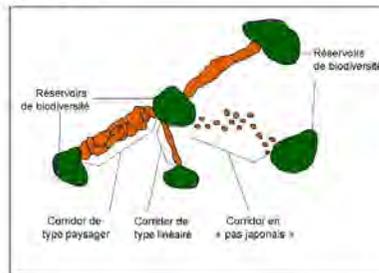


Figure 11 : Eléments de la Trame Verte et Bleue (Source : CEMAGREF, d'après Benne)

IV.3.4 Le SRCE de la région des Pays de la Loire

Ces notions sont reprises dans un « Schéma Régional de Cohérence Ecologique » (SRCE) puis doivent être déclinées dans les documents d'urbanisme : Schéma de Cohérence Territoriale (SCoT), Plan Local d'Urbanisme (PLU).

L'État et la Région des Pays de la Loire ont engagé l'élaboration du Schéma Régional de Cohérence Ecologique (SRCE), qui a été adopté le 30 octobre 2015. Les enjeux sont synthétisés sur des cartographies, l'une à l'échelle de la région (Figure 13), l'autre à une échelle plus fine selon un découpage régulier (Figure 14).

Les informations disponibles actuellement permettent d'avoir d'ores et déjà des éléments concernant les continuités écologiques au niveau du projet.

Cet ensemble de perméabilité présente un niveau très élevé de connexion des milieux naturels. Le réseau hydrographique associé à la présence de boisements est considéré comme un réservoir de biodiversité. Il est considéré comme un corridor territoire. L'occupation du sol au tour des éoliennes est un paysage à maille élargie ce situant les deux entités plus préservées, avec au nord et au sud un paysage mixte avec des boisements ou bosquets.

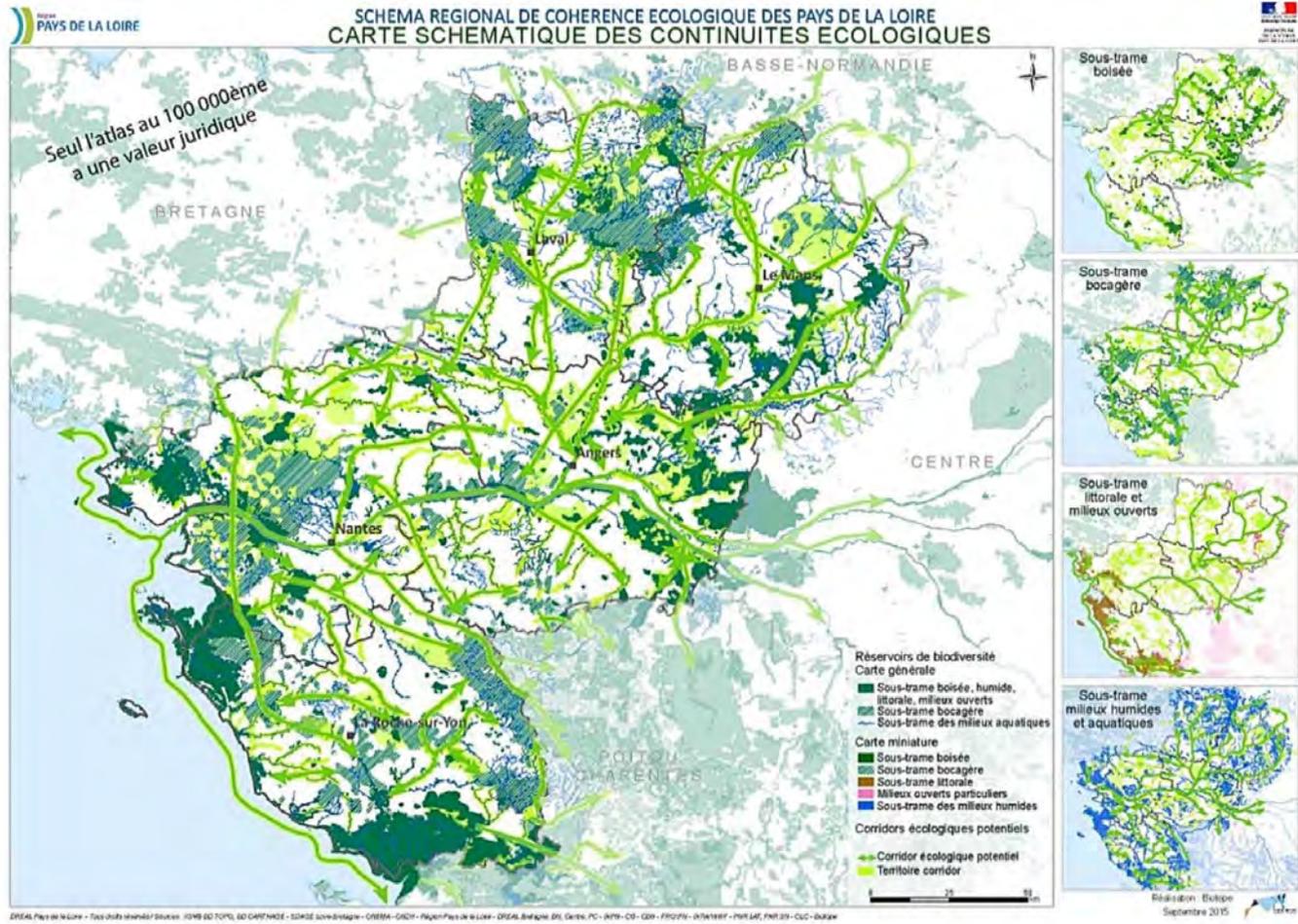


Figure 12 : Synthèse régionale schématique des continuités régionales terrestres et aquatiques en Pays de la Loire.

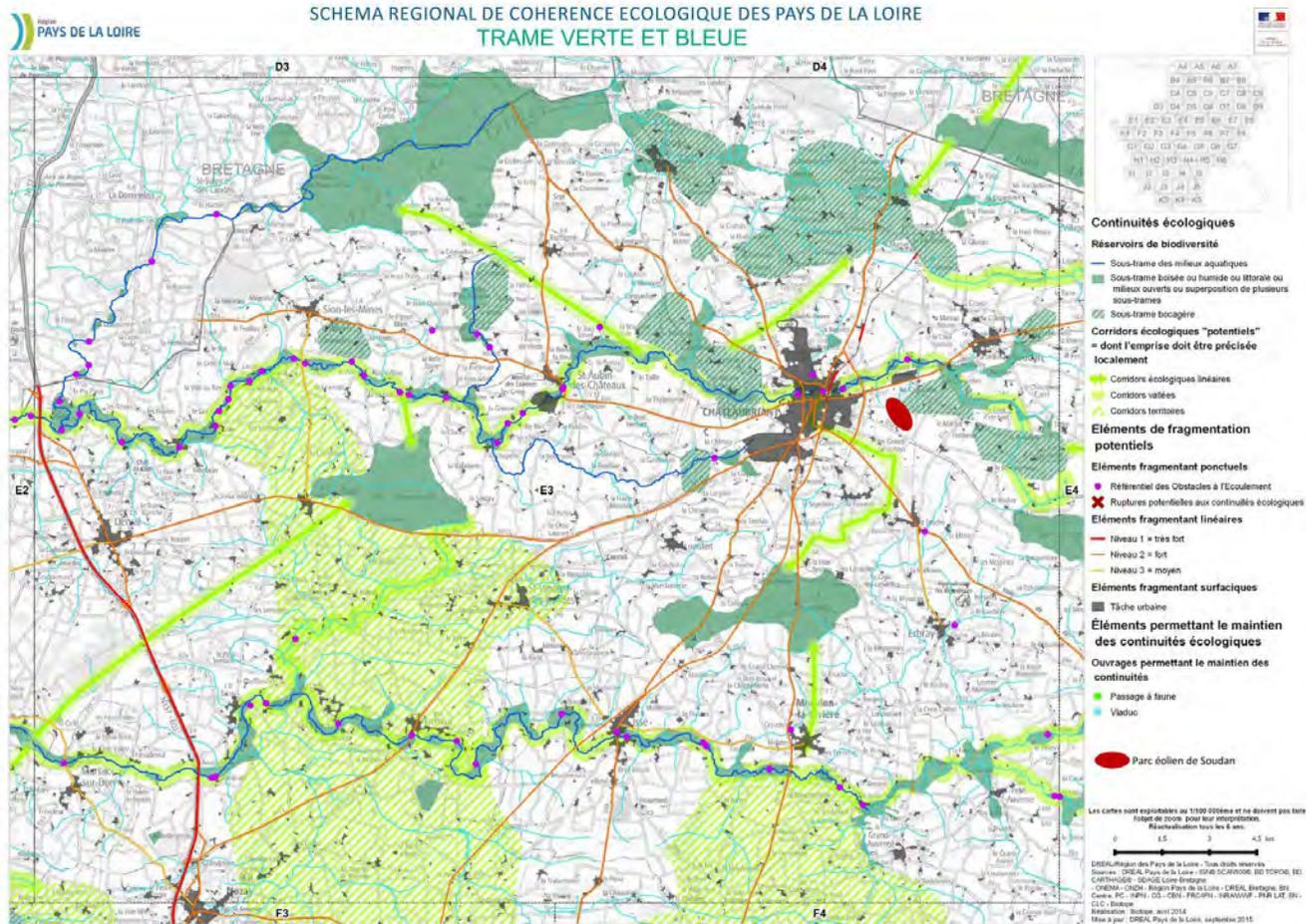


Figure 13 : Carte de la Trame Verte et Bleue de la maille E3 de du SRCE des Pays de la Loire.

IV.4 Contexte paysager

Le site de Soudan se trouve dans un contexte agricole comportant de nombreuses cultures et un boisement conséquent situé à proximité, la forêt de Juigné.

Les éoliennes sont principalement entourées de parcelles à usage agricole, séparées entre elles par des haies éparses (strates : herbacée, arbustive et arborée).

Les boisements et cours d'eau sont des habitats favorisant la présence d'oiseaux et de mammifères terrestres et volants. La présence de plusieurs trames bleues ainsi que des réservoirs de biodiversités assure en effet la présence d'insectes ce qui favorise l'occupation du territoire par des chiroptères, oiseaux et micromammifères du fait d'une concentration de proie élevée. La densité de trames bleues et de réservoirs de biodiversité assez élevée sont favorables pour l'accueil d'une entomofaune et d'une flore diversifiée. Ainsi ce paysage, dispose vraisemblablement d'une assez bonne quantité de proies et d'habitats naturels pour les chiroptères et l'avifaune.

Le réseau hydrographique et les habitats connexes (zone humide, boisements, haies...) peuvent être perçus comme des corridors écologiques reliant ces deux entités (Montgomery *et al.*, 2020).

Bilan contexte paysager

La densité de boisement et de corridors écologiques induit un bon potentiel d'accueil de l'avifaune et des chiroptères. Un grand réseau de corridors, principalement de la composante bleue, est présent, reliant les différents réservoirs entre eux.

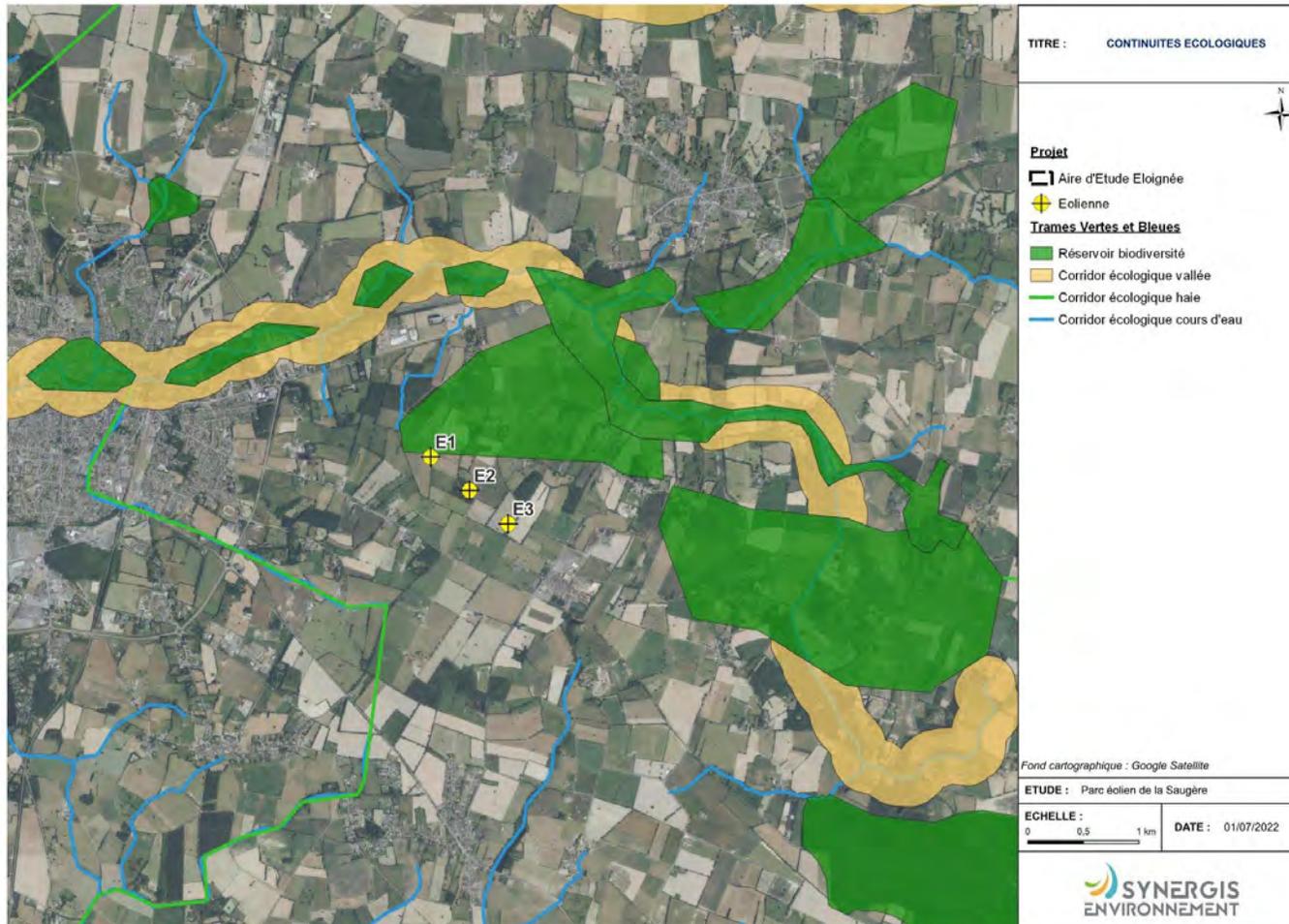


Figure 14 : Continuité écologique autour du parc de Soudan.

V. SUIVI DE MORTALITE

V.1 Résultats

V.1.1 Protocole mis en œuvre

V.1.1.1 Fréquence de suivi

Les interventions ont été réalisées de mi-mai à fin octobre (semaine 20 à 43), chaque mercredi de la semaine, soit 24 interventions au cours de l'année 2021 (Tableau 7).

Tableau 7 : Planning de réalisation du suivi de mortalité

Dates	Intervenants
2021-05-17	Samuel Ferreira
2021-05-24	Samuel Ferreira
2021-05-31	Samuel Ferreira
2021-06-09	Samuel Ferreira
2021-06-16	Samuel Ferreira
2021-06-23	Samuel Ferreira
2021-06-30	Samuel Ferreira
2021-07-07	Samuel Ferreira
2021-07-14	Samuel Ferreira
2021-07-21	Samuel Ferreira
2021-07-28	Samuel Ferreira
2021-08-04	Samuel Ferreira
2021-08-11	Samuel Ferreira
2021-08-18	Samuel Ferreira
2021-08-25	Samuel Ferreira
2021-09-01	Samuel Ferreira
2021-09-08	Samuel Ferreira
2021-09-15	Samuel Ferreira
2021-09-22	Samuel Ferreira
2021-09-29	Samuel Ferreira
2021-10-06	Samuel Ferreira
2021-10-13	Samuel Ferreira
2021-10-19	Samuel Ferreira
2021-10-27	Samuel Ferreira

V.1.1.2 Protocole de terrain

Le protocole de terrain est inspiré de celui mis au point par la Ligue de Protection des Oiseaux (LPO, 2004).

Les prospections s'effectuent à pied sous les 5 aérogénérateurs. La surface à prospecter correspond à un carré de 100 m x 100m, soit une surface de 1 ha autour de chaque éolienne (Figure 15). Il est considéré que cette surface est suffisante pour obtenir une valeur précise de la mortalité induite par les éoliennes.

Pour réaliser cette prospection, l'observateur utilise une tablette de terrain munie d'un logiciel de cartographie (QGIS) et d'un GPS. Chaque éolienne est entourée par un quadra (périmètre de la surface à prospecter). Celui-ci est ligné par des transects. L'observateur visualise sa position dans l'espace directement sur le logiciel. Il n'a plus

qu'à suivre les transects pour rechercher efficacement les cadavres, tout en respectant leurs longueurs et leurs écartements. L'espacement entre transects est de 10 m.



Figure 15 : Schéma de principe des recherches de terrain (Source LPO, 2004)

Pour toutes les journées de suivi et pour chaque aérogénérateur, une base de données est remplie, même en l'absence de cadavre. Elle contient entre autres : la date, le prospecteur, la hauteur des surfaces prospectées et au besoin, l'espèce localisée, une estimation de son âge, son état, etc.

De plus, chacun des quadras prospectés est pris en photo, ainsi que tous les cadavres trouvés.

V.1.1.3 Test de persistance

Pour déterminer ce coefficient, 20 cadavres de poussins sont disséminés et répartis au pied des éoliennes du site. Les cadavres sont dénombrés le lendemain et lors d'une série de contrôles, courant jusqu'à disparition des cadavres ou à concurrence de 14 jours. Si un cadavre d'oiseau ou de chauve-souris est découvert le jour de la pose des cadavres et qu'il est déterminé comme mort dans la journée il est alors ajouté au test de persistance.

La durée moyenne de persistance des cadavres est calculée ainsi :

$$\bar{t} = \frac{\sum \text{Persistance par cadavre}}{\text{Nbre cadavres}}$$

Deux tests espacés dans le temps ont été menés.

Tableau 8 : Planning de réalisation des tests de persistance

Dates	Intervenants	Interventions
09/06/2021	Samuel Ferreira	Mise en place du test 1
10/06/2021	Samuel Ferreira	Contrôle test 1
14/06/2021	Samuel Ferreira	Contrôle test 1
18/06/2021	Samuel Ferreira	Contrôle test 1
21/06/2021	Samuel Ferreira	Contrôle test 1
29/09/2021	Samuel Ferreira	Mise en place du test 2
30/09/2021	Samuel Ferreira	Contrôle test 2
04/10/2021	Samuel Ferreira	Contrôle test 2
06/10/2021	Samuel Ferreira	Contrôle test 2



Figure 16 : Localisation des transects du suivi de mortalité des sites



Figure 17 : Habitats simplifiés dans les quadras des éoliennes

V.1.2 Occupation du sol au pied des éoliennes

Plusieurs types de couverts sont majoritairement présents : prairies, cultures, haies et boisements. Ces différents couverts fluctuent en hauteur au fil du suivi, ce qui n'est pas le cas des voiries et des zones rudérales composées par les plateformes éoliennes et de leurs chemins d'accès.

Ces couverts induisent 4 types de surface, du point de vue du suivi :

- Les plateformes et les voiries sont considérées comme des « surfaces planes »
- Les prairies sont en « végétation basse », « végétation moyenne » ou « végétation haute », selon la période
- Les boisements (comprenant les haies et les ronciers) sont considérés comme « non prospectables »
- Les cultures sont en « végétation basse », « végétation moyenne », « végétation haute » ou « non prospectables »

V.1.3 Surfaces prospectées

La surface prospectée est dépendante de la hauteur de végétation, ainsi certaines parcelles n'ont pu être prospectées qu'après fauchage ou pâturage. Le maximum possible prospectable de 30 000 ha n'est jamais atteint.

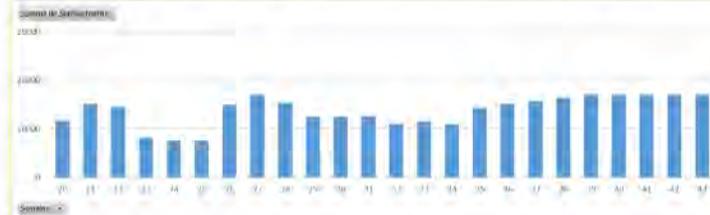


Figure 18 : Représentation de la surface prospectée en fonction des semaines d'inventaires de l'année 2021

Les surfaces moyennes prospectées par éoliennes au cours du suivi sont différentes. Ce sont les éoliennes E1, E3 qui ont été les plus prospectées en termes de surfaces avec des moyennes de 6 500 m² et 6900 m² sur 10 000 m² possibles. L'éolienne E2 est entourée d'un boisement et de prairies est prospectable sur une surface moyenne de 3600 m².



Figure 19 : Moyenne des surfaces prospectées par éolienne en 2021

V.1.4 Coefficients de correction

V.1.4.1 Test de détection

Chaque intervenant du suivi de mortalité participe à des tests de détection. Ces derniers permettent de définir le coefficient de détectabilité pour chaque intervenant. Deux tests doivent être réalisés à des périodes différentes pour chaque intervenant, au pied d'une éolienne de chaque parc. La réalisation de ces tests à deux saisons différentes permet de varier les types de couverts végétaux. Il faut utiliser 15 à 20 leurres et effectuer la prospection en respectant le protocole établi, tout en ayant un contrôle strict du timing en fonction de la surface (pour limiter l'intensification de la recherche au-delà de la pratique régulière).

Normalement, les intervenants ignorent qu'ils sont en test. Dans les faits, dès qu'un intervenant observe un leurre, il intègre qu'un test est en cours. Le biais n'est ainsi que partiellement compensé. Seule l'utilisation de véritables cadavres permettrait de leurrer l'intervenant, à condition de tester avec de faibles quantités. De plus, les contraintes pratiques (transport, préparation) font qu'il est compliqué de mettre en place ce type de test.

La totalité des passages sur les différents sites éoliens a été effectuée par un seul opérateur. De ce fait, seul cet intervenant a été testé sur sa capacité à détecter les cadavres.

Pour chaque test, un préparateur dépose (par jet en l'air) 20 leurres sous une éolienne définie (l'objectif étant de disposer d'un lot de données suffisantes), de manière aléatoire. Des cadavres de poussins ont été réutilisés, dont une certaine partie a été réutilisée ensuite pour les tests de persistance.

L'intervenant principal a été testé sur un total de 40 leurres lors des deux tests génériques. Ces tests ont été mis en place sur un total de linéaire de 4 400 m. Les résultats des tests sont utilisés directement dans le Tableau 13.

Tableau 9 : Tests de détection

Test	Observateur	Nb de leurres posés	Nb de leurres retrouvés	Taux de détection
Test 1 du 09/06/2021	FERREIRA Samuel	20	8	40%
Test 2 du 29/09/2021	FERREIRA Samuel	20	13	65%

V.1.4.2 Test de persistance

Le test consiste à disperser, comme proies, des cadavres de poussins au pied des éoliennes, dans la zone prospectée et à suivre leur disparition progressive. Le premier test a été mené le 9 juin ; le second le 29 septembre (Tableau 10). Ces deux tests sont réalisés sur l'intégralité du parc, avec 3 proies par éolienne.

Tableau 10 : Tests de persistance

Tests	Date de passage	Nombre de proies restantes	Persistance (j)	Persistance moyenne (j)
Test 1 du 9 juin	9/06/2021	9	-	4,4
Test 1 du 9 juin	10/06/2021	8	0,5	
Test 1 du 9 juin	14/06/2021	2	3	
Test 1 du 9 juin	18/06/2021	2	3	

Test 1 du 9 juin	21/06/2021	0	10,5	2,8
Test 2 du 29 septembre	29/09/2021	9	-	
Test 2 du 29 septembre	30/09/2021	8	0,5	
Test 2 du 29 septembre	04/10/2021	0	3	

Le taux de persistance global est de 3.6 jours sur le parc éolien de Soudan.

V.1.5 Données de mortalité constatée

Durant le suivi 2021 sur le parc de Soudan et de ses 3 éoliennes, **cinq cas de mortalité** ont été enregistrés. **Trois portaient sur des cadavres de chiroptères** (1 pipistrelle commune *Pipistrellus pipistrellus*, 1 pipistrelle de Nathusius *Pipistrellus nathusii*, 1 pipistrelle de Kuhl *Pipistrellus kuhlii*) répartis sous E1, E2. Les **deux autres cadavres sont des oiseaux** (1 Buse variable et 1 Bergeronnette printanière), retrouvés sous les éoliennes E1 et E3.

Tableau 11 : Bilan des cadavres retrouvés lors des suivis de mortalités

Date	Nom vernaculaire	Nom scientifique	Éolienne
16/06/2021	Buse variable	<i>Buteo buteo</i> .	E3
18/08/2021	Pipistrelle de Kuhl	<i>Pipistrellus kuhlii</i>	E1
08/09/2021	Bergeronnette printanière	<i>Motacilla flava</i>	E1
08/09/2021	Pipistrelle commune	<i>Pipistrellus pipistrellus</i> .	E2
15/09/2021	Pipistrelle de nathusius	<i>Pipistrellus nathusii</i>	E2

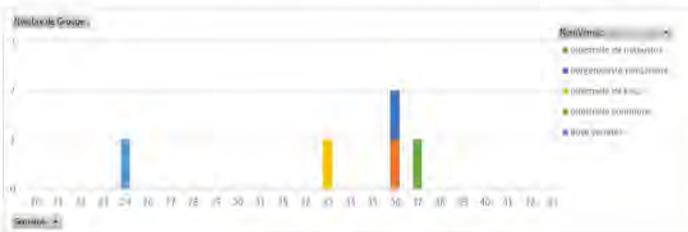


Figure 20 : Chronologie des découvertes de cadavres en 2021

❖ Chiroptères

Deux cas de mortalités des chiroptères sur tous sont retrouvés lors de la période d'accouplement et de transit automnale, lorsque les individus recherchent un site de swarming pour passer l'hiver.



Figure 21 : Calendrier des périodes favorables à l'activité des chiroptères et cycles de vie des chiroptères

❖ Avifaune

La date de découverte des cadavres d'oiseaux correspond au début de la période de migration postnuptiale.

V.2 Évaluation de la mortalité réelle

V.2.1 Évaluation pour le parc entier

L'estimation de la mortalité est calculée via l'application <https://shiny.cefe.cnrs.fr/EoiApp/> à l'échelle du parc entier et pour chaque éolienne. Les estimations sont données pour chaque taxon et sont basées sur l'ensemble de la période suivie.

Il n'est pas possible d'avoir une estimation pour l'année entière, car les périodes non couvertes sont a priori nettement moins accidentogènes.

Pour chaque estimateur, il est retenu la valeur médiane des simulations (autant de simulations avec moins que plus de mortalité). Deux intervalles de confiance (IC) sont aussi présentés. Celui à 95%, borné par IC 2,5 et IC 97,5 (95% des simulations sont comprises entre les deux bornes, 2,5% au-dessus et 2,5% au-dessous), et celui à 80%, borné par IC 10 et IC 90 (80% des simulations comprises entre les deux bornes, 10% au-dessus et autant en dessous). C'est ce dernier intervalle de confiance (IC), qui est retenu ici pour évaluer le chiffre réel.

❖ Chiroptères

Tableau 12 : Estimations de la mortalité réelle des chiroptères sur le parc éolien de Soudan

Formule	Parc entier				
	Médiane	IC 2,5	IC 97,5	IC 10	IC 90
Ericksen	19,66	0	52,09	6,69	38,49
Huaco	23,05	0	58,84	7,72	43,89
Jones	27,24	0	72,9	9,13	53,12
Moyenne	23			7	44

Pour le parc entier, la mortalité réelle supposée pour les chiroptères est de l'ordre de 23 chauves-souris sur la saison de suivi, avec un chiffre réel probablement situé entre 7 et 44 individus.

❖ Avifaune

Tableau 13 : Estimations de la mortalité réelle de l'avifaune sur le parc éolien de Soudan

Parc entier					
Formule	Médiane	IC 2,5	IC 97,5	IC 0,10	IC 0,90
Erickson	12,83	0	38,72	0	27,91
Hugo	15	0	44,12	0	31,87
Jones	17,54	0	53,59	0	38,58
Moyenne	15			0	39

Pour le parc entier, la mortalité réelle supposée pour l'avifaune est de l'ordre de 15 oiseaux sur la saison de suivi, avec un chiffre réel probablement situé entre 2 (2 cadavres découverts) et 39 individus.

V.2.1.2 Évaluation par éolienne

Pour l'évaluation de la mortalité par éolienne c'est la moyenne des médianes des différentes simulations qui est retenue et idem pour l'intervalle de confiance à 80%.

❖ Chiroptères

La mortalité réelle supposée pour les chiroptères pour l'éolienne E1 est de l'ordre de 8 individus sur la saison de suivi, avec un chiffre réel probablement situé entre 1 (1 cadavre découvert) et 25 individus.

La mortalité réelle supposée pour les chiroptères pour l'éolienne E2 est de l'ordre de 16 individus sur la saison de suivi, avec un chiffre réel probablement situé entre 2 (2 cadavres découverts) et 41 individus.

Pour l'éolienne E3 aucun cas de mortalité n'est constaté ce qui ne permet pas de calculer la mortalité réelle.

Tableau 14 : Mortalité réelle supposée pour les chiroptères par éolienne sur le parc de Soudan E1

E1					
Formule	Médiane	IC 2,5	IC 97,5	IC 0,10	IC 0,90
Erickson	6,77	0	25,97	0	17,9
Hugo	7,96	0	29,3	0	20,51
Jones	9,28	0	36,41	0	24,55
Moyenne	8			0	25

Tableau 15 : Mortalité réelle supposée pour les chiroptères par éolienne sur le parc de Soudan E2

E2					
Formule	Médiane	IC 2,5	IC 97,5	IC 0,10	IC 0,90
Erickson	13,5	0	41,49	0	29,73
Hugo	15,97	0	47,04	0	34,19
Jones	18,55	0	57,41	0	41,07
Moyenne	16			0	41

❖ Avifaune

La mortalité réelle supposée pour l'avifaune pour l'éolienne E1 est de l'ordre de 8 individus sur la saison de suivi, avec un chiffre réel probablement situé entre 1 (1 cadavre découvert) et 25 individus.

La mortalité réelle supposée pour l'avifaune pour l'éolienne E3 est de l'ordre de 7 individus sur la saison de suivi, avec un chiffre réel probablement situé entre 1 (1 cadavre découvert) et 21 individus.

Pour l'éolienne E2, aucun cas de mortalité n'est constaté ce qui ne permet pas de calculer d'estimation de la mortalité réelle.

Tableau 16 : Mortalité réelle supposée pour l'avifaune par éolienne sur le parc de Soudan E1

E1					
Formule	Médiane	IC 2,5	IC 97,5	IC 0,10	IC 0,90
Erickson	6,7	0	26,46	0	17,94
Hugo	7,86	0	29,91	0	20,57
Jones	9,15	0	36,63	0	24,86
Moyenne	8			0	25

Tableau 17 : Mortalité réelle supposée pour l'avifaune par éolienne sur le parc de Soudan E3

E3					
Formule	Médiane	IC 2,5	IC 97,5	IC 0,10	IC 0,90
Erickson	5,9	0	23,7	0	15,54
Hugo	6,89	0	26,83	0	17,82
Jones	8,05	0	33,22	0	21,4
Moyenne	7			0	21

V.2.2 Données disponibles pour l'analyse

V.2.2.1 Vents

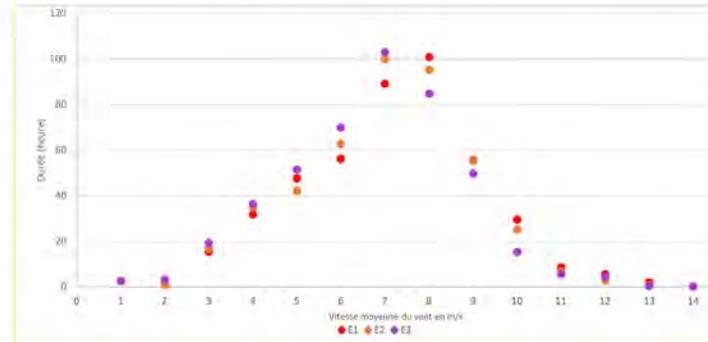


Figure 22 : Vitesse des vents en début de nuit (-0,5 h à +4,5 h du coucher du soleil) par éolienne en m/s ; utilisation des moyennes par tranche de 10 minutes.

Sur la période de suivi, en première partie de nuit, le vent a rarement été très fort. Il n'a que rarement dépassé les 11 m/s. La médiane s'établit à 7 m/s.

V.3 Analyses

V.3.1 Répartition par éolienne des cas de mortalité

Il est intéressant de regarder si l'environnement de chaque éolienne diffère et peut avoir un lien avec la mortalité réelle supposée. Le tableau ci-dessous mesure la distance minimale entre chaque éolienne et l'élément de relief du paysage le plus proche pouvant favoriser la présence d'oiseaux ou de chauves-souris.

Tableau 18 : Distances des éoliennes aux reliefs paysagers

Éolienne	Éléments de relief paysager le plus proche	Distance minimale
E1	Haie	15 m
E2	Haie	15 m
E3	Arbre seul	40 m

L'étude du bureau d'étude Ouest Aménagement (Normand & Coislot, Ouest Am., 2020) a montré que la grande majorité des éoliennes étudiées (349 au total) sous lesquelles un cadavre est recensé, est située à moins de 100 mètres d'une lisière ; c'est-à-dire d'une haie ou d'un boisement. L'étude met en avant l'importance des 70 premiers mètres dans la découverte de cas de mortalité.

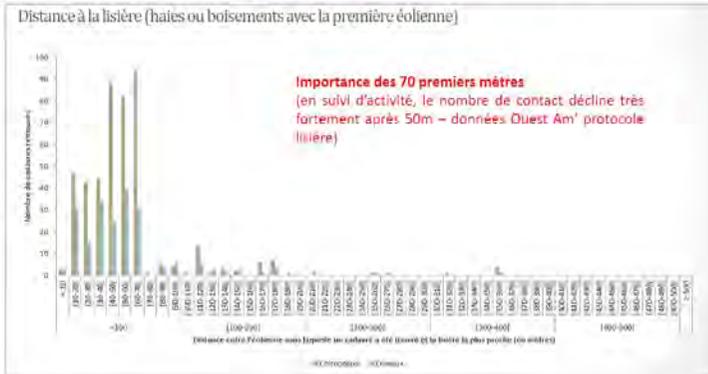


Figure 23 : Nombre de cadavres retrouvés en fonction de la distance éolienne-lisière (Source : Normand & Coislot, Ouest Am. 2020)

Sur le parc de Soudan, les éoliennes E1, E2 et E3, sont situées à une distance inférieure ou égale à 70 mètres de la première haie ou boisement. Ces éoliennes sont très proches de boisements pouvant être très attractifs notamment pour les chiroptères comme l'a montré Johnson et al. (2004) et Morris et al. (2010) sur la diminution de l'activité des chiroptères avec l'éloignement à un boisement et notamment sa lisière.

Les hautes haies denses peuvent quant à elle favoriser le transit des oiseaux et des chiroptères.

À une échelle plus globale, comme montrée dans les parties et le site se trouve dans un contexte bocager proche de réservoirs de biodiversité (classé ZNIEFF) malgré le peu de connections, la concentration en chiroptères et avifaune reste élevée. Les oiseaux comme les chiroptères utilisent ces éléments de paysage pour se déplacer et pour migrer.

Cette analyse paysagère permet d'expliquer la fréquentation élevée sur le site par la faune volante.

V.3.2 Espèces retrouvées

V.3.2.1 Chiroptères

Les chiroptères sont impactés de deux façons par une éolienne : par collision directe avec une pale ou par barotraumatisme. Elles sont confrontées à ces risques par leur capacité à voler haut (plus de 50 m de hauteur), mais aussi parce qu'elles sont attirées par ses structures.

L'attraction des chauves-souris pour les éoliennes peut s'expliquer par plusieurs facteurs :

- ✓ Le balisage lumineux des éoliennes (CRYAN & BARCLAY, 2009),
- ✓ La perception erronée des éoliennes,
- ✓ L'utilisation des éoliennes comme terrain de chasse,
- ✓ L'attraction d'insectes au niveau des éoliennes et donc des chauves-souris (RYDELL & al., 2010),
- ✓ La couleur du mat (LONG & al., 2011).

Selon la compilation de Dürr (2021), la **Pipistrelle commune** *Pipistrellus pipistrellus* est l'espèce de chauves-souris la plus impactée numériquement, avec 1012 cas recensés en France. À l'échelle européenne, ce sont 2435 cadavres qui ont été retrouvés et c'est en France que la pipistrelle commune est la plus impactée, avec 23% de la totalité des cas.

Le risque principal que représenté l'éolien pour la **Pipistrelle de Nathusius**, *Pipistrellus nathusii*, réside dans le fait que cette espèce chasse les insectes attirés par la lumière des éoliennes. Par ailleurs, la sensibilité de cette pipistrelle et la probabilité de collision augmentent lors de ses périodes de migration, et peuvent intervenir indépendamment du comportement de chasse. Ainsi, plusieurs collisions avérées ont déjà été observées. Au total, 742 cas de mortalité liés à l'éolien ont été enregistrés en Europe, dont 87 cas en France (SFEPM 08/2014)

La **Pipistrelle de Kuhl**, *Pipistrellus kuhlii* a fait l'objet de nombreux constats de collisions, car comme la pipistrelle commune, elle vient chasser les insectes attirés par la lumière des éoliennes. En outre, les mâts des éoliennes constitueraient également des accroches permettant de monter en altitude. Au total, 213 cas de mortalité liés à l'éolien ont été enregistrés en Europe dont 81 cas en France (SFEPM 08/2014).

Tableau 19 : Enjeu des espèces

Nom scientifique	Nom vernaculaire	Directive HF	PNA	Liste rouge UICN Europe	Liste rouge UICN France	Liste rouge Pays de la Loire	Enjeu patrimonial
<i>Pipistrellus pipistrellus</i>	Pipistrelle commune	Annexe IV	Oui	LC	NT	NT	Modéré
<i>Pipistrellus nathusii</i>	Pipistrelle de Nathusius	Annexe IV	Oui	LC	NT	VU	Fort
<i>Pipistrellus kuhlii</i>	Pipistrelle de Kuhl	Annexe IV	Oui	LC	LC	LC	Faible

V.3.2.1.1 Sensibilité

D'après le guide EUROBATS (Rodrigues *et al.*, 2014) selon l'état des connaissances chiroptérologiques à l'échelle de l'Europe, les pipistrelles de manière générale font partie des chauves-souris les plus sensibles au risque de collision avec les éoliennes. Le niveau de risque est défini comme « fort », d'après le guide. Plusieurs critères sont utilisés pour définir ce niveau d'enjeu, tel que la hauteur de vol, la capacité de migrer ou se déplacer sur de longues distances ou encore l'attraction de la lumière.

Tableau 20 : Comportement et sensibilité des espèces

Nom vernaculaire	Nom scientifique	Hauteur de vol (Eurobats, 2015)	Migration ou déplacements sur de longues distances	Attirée par la lumière	Mortalité avérée avec les éoliennes (Eurobats, 2016)	Risque de collision (Eurobats, 2014)	Niveau de sensibilité face à l'éolien
Pipistrelle commune	<i>Pipistrellus pipistrellus</i>	Vol haut et bas	Non	Oui	Oui	Fort	Fort
Pipistrelle de Nathusius	<i>Pipistrellus nathusii</i>	Vol haut et bas	Oui	Oui	Oui	Fort	Fort
Pipistrelle de Kuhl	<i>Pipistrellus kuhlii</i>	Vol haut et bas	Non	Oui	Oui	Fort	Fort

V.3.2.1.2 Vulnérabilité

La vulnérabilité d'une chauve-souris est définie selon son niveau d'enjeu patrimonial et son niveau de sensibilité. Ainsi, le niveau de vulnérabilité est déterminé comme assez forte.

Tableau 21 : Vulnérabilité des espèces de chauves-souris

Nom vernaculaire	Nom scientifique	Niveau d'enjeu sur site	Niveau de sensibilité face à l'éolien	Niveau de vulnérabilité sur site
Pipistrelle commune	<i>Pipistrellus pipistrellus</i>	Modéré	Fort	Fort
Pipistrelle de Nathusius	<i>Pipistrellus nathusii</i>	Fort	Fort	Fort
Pipistrelle de Kuhl	<i>Pipistrellus kuhlii</i>	Faible	Fort	Assez fort

V.3.2.2 Avifaune

V.3.2.2.1 Buse variable

Un cadavre de Buse variable, *Buteo buteo*, a été retrouvé le 16/06/2021. La buse variable est la troisième espèce la plus retrouvée en Europe (Dürr T., 2021) au niveau national elle est la 6e espèce la plus retrouvée (Marx G., 2017). La période de découverte est lors de nidification, ce qui est assez différent du pic constaté en période de migration postnuptiale (Marx G., 2017).

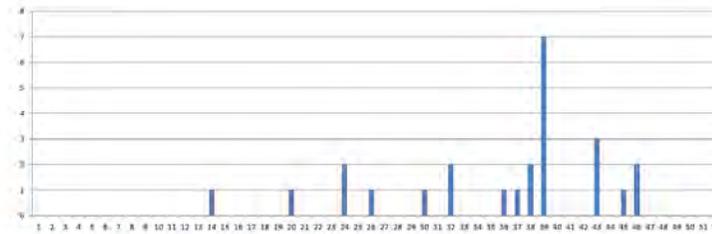


Figure 24 : chronologie des découvertes de buse variable (Marx, 2017)

Enjeux :

Tableau 22 : Enjeu lié à la buse variable

Nom commun	Nom scientifique	Directive Oiseaux	Liste rouge UICN Europe	Liste rouge UICN France nicheurs	Liste rouge Pays de la Loire	RBR Pays de la Loire	Enjeu régional de conservation
Buse variable	<i>Buteo buteo</i>	-	LC	LC	LC	Mineure	Faible

La buse variable est l'un des rapaces les plus communs de France. Au niveau national une stabilité de l'espèce est observée depuis les années 1989, mais une baisse semble s'installer ces dernières années avec probablement en facteur principal les pratiques agricoles. L'enjeu patrimonial de l'espèce est « faible » en période de nidification.

Sensibilité

La sensibilité de la buse variable en période de nidification est faible peut être expliquée par la des comportements de chasse au ras des boisements. De mauvaises conditions météorologiques peuvent aussi causer ces collisions. Ainsi, le faible nombre d'individus découverts à cette période au niveau national permet d'identifier une sensibilité « faible » pour la période de nidification.

Vulnérabilité

La sensibilité et l'enjeu patrimonial faible de cette espèce en période de nidification permettent de décrire la vulnérabilité de l'espèce comme « faible ».

V.3.2.2.2 Bergeronnette printanière

Un cadavre de Bergeronnette printanière a été retrouvé le 08/09/2021. Cette espèce d'oiseau n'est pas indiquée dans les principales espèces retrouvées sous les éoliennes (MARX, 2017). La période de découverte du cadavre correspond à la période de regroupement d'individus pour la migration post-nuptiale.

Enjeux :

Tableau 23 : Enjeu lié à la bergeronnette printanière

Nom commun	Nom scientifique	Directive Oiseaux	Liste rouge UICN Europe	Liste rouge UICN France nicheurs	Liste rouge Pays de la Loire	RBR Pays de la Loire	Enjeu régional de conservation
Bergeronnette printanière	<i>Motacilla flava</i>	-	LC	LC	LC	Mineure	Très faible

La Bergeronnette printanière fait partie des espèces communes en France. Elle reste sensible à l'action humaine avec un déclin observé localement lié à l'intensification des pratiques agricoles et à l'utilisation des pesticides. Néanmoins son aire de répartition est grande et elle a su s'adapter à des milieux sous influence humaine et agricole. L'enjeu patrimonial de l'espèce est donc « Très faible ».

Sensibilité

La sensibilité de la bergeronnette printanière en période de migration pré-nuptiale est faible peut être expliquée par de mauvaises conditions météorologiques peuvent aussi causer ces collisions. Ainsi, le faible nombre d'individus découverts à cette période au niveau national permet d'identifier une sensibilité « faible » pour la période de migration post-nuptiale.

Vulnérabilité

La sensibilité et l'enjeu patrimonial faible de cette espèce en période de nidification permettent de décrire la vulnérabilité de l'espèce comme « faible ».

V.3.3 Analyse de cas de mortalité

Il est ici considéré comme moment à risque les périodes de vents favorables ou très favorables (vent < 9 m/s).

Lors des nuits précédant la découverte des cadavres, d'assez longues séquences favorables à l'activité des chiroptères ont été constatées.

Cet indicateur de risque semble donc pertinent pour mettre en évidence les risques de collisions des chiroptères avec les éoliennes.

Conclusion du suivi de mortalité de l'avifaune et des chiroptères

Le suivi de mortalité de l'avifaune et des chiroptères 2021 du parc de Soudan porte sur le suivi au sol des 3 éoliennes du parc des semaines 20 à 43.

Cinq cas de mortalité ont été enregistrés dont trois chiroptères (Pipistrelle commune (1) et Pipistrelle de Kuhl (1) et Pipistrelle de Nathusius (1) et 2 oiseaux (Bergeronnette printanière et Buse variable) sur les éoliennes E1, E2, E3.

La majorité des cas de mortalité des chiroptères ont été détectés lors de la période d'accouplement et de transit automnal tandis que ceux concernant l'avifaune correspondent à la période de migration post-nuptiale.

Pour le parc entier, la mortalité réelle supposée pour les chiroptères est de l'ordre de 23 individus sur la saison de suivi, avec un chiffre réel situé entre 3 (3 cas de mortalité constatés) et 44 individus tandis que celle de l'avifaune est supposée est de l'ordre de 15 sur la saison de suivi, avec un chiffre réel situé entre 2 (2 cas de mortalité constatés) et 39 individus.

D'après les calculs, les éoliennes E1 et E2 sont les plus mortifères pour les chiroptères avec une mortalité réelle supposée de 8 et 16 individus.

Les éoliennes E1 et E3 sont les plus mortifères pour l'avifaune avec une mortalité réelle supposée de 8 et 7 individus.

La proximité des haies et des cours d'eau peut expliquer l'attraction de la faune volante pour les éoliennes.

VI. ÉCOUTES EN NACELLES

VI.1 Résultats des écoutes en nacelle

Le suivi de l'activité des chiroptères a été réalisé sur l'éolienne E1, du 28/04/2021 au 31/10/2021. Au cours de cette étude, 7 espèces de chiroptères et 3 groupes d'espèces ont été recensés. Certaines espèces présentent des niveaux de risque significatifs pour une collision avec les éoliennes. Les résultats enregistrés lors de la saison d'écoute sont synthétisés dans les tableaux suivants.

Tableau 24 : Nombre de contacts par espèce et par mois des chauves-souris

Mois	Espèces							Groupes			Nombre de contacts/heure	Niveau d'activité	Risque pratique	
	Pp	Pk	Pn	Bb	Es	Nn	Nl	Sérotule	Pisp	Myosp				
Avril	182	15		4			1		1	4	205	21,31	Très fort	4
Mai	27	3					3				33	0,12	Faible	3
Juin	58	46	8		18		11	13			154	0,65	Faible	6
Juillet	41	29			9	1					80	0,31	Faible	4
Août	244	29			9	1					283	0,94	Faible	4
Septembre	535	328	36		7	30	41	10			987	2,88	Faible	7
Octobre	30	17	8				1				56	0,18	Faible	4
Total	1117	467	52	4	43	32	57	23	1	4	1900	1,01	Moyen	10

Pp : Pipistrelle commune ; Pk : Pipistrelle de Kuhl ; Pn : Pipistrelle de Nathusius ; Bb : Barbastelle d'Europe ; Es : Sérotine commune ; Nn : Noctule commune ; Nl : Noctule de Leisler ; Sérotule : noctules ou sérotines indéterminées ; Pisp : Oreillard indéterminés ; Myosp : Murin indéterminés.

Ce sont au total 1800 contacts qui ont été enregistrés lors de la saison pour une moyenne de 1,01 contact par heure. L'activité chiroptérologique globale au niveau de la nacelle varie de « Faible » à « Très forte » en fonction des mois de présence des chiroptères.

NB : l'activité correspondant au mois d'avril a été calculée à partir de 2 jours de données (28/04/2021) au (30/04/2021). Néanmoins, le nombre de contacts par heure est calculé à partir du nombre d'heures d'enregistrement, il peut donc correspondre à la réelle activité au cours du mois. En effet, le mois d'avril est un mois particulièrement propice à l'activité des chiroptères qui sortent de l'hibernation et qui migrent vers leurs gîtes estivaux. Les individus doivent également reconstituer les réserves énergétiques perdues pendant le processus d'hibernation et un effort de chasse plus important est alors pratiqué traduisant des niveaux d'activité plus élevés.

Tableau 25 – Nombre de mois de présence

Abréviation	Nom Vernaculaire	Nom Scientifique	Nombre de Mois de Présence	Prévalence %
Pp	Pipistrelle commune	<i>Pipistrellus pipistrellus</i>	7	100%
Pk	Pipistrelle de Kuhl	<i>Pipistrellus kuhlii</i>	7	100%
Pn	Pipistrelle de Nathusius	<i>Pipistrellus nathusii</i>	3	43%
Bb	Barbastelle d'Europe	<i>Barbastella barbastellus</i>	1	14%
Es	Sérotine commune	<i>Eptesicus serotinus</i>	4	57%
Nn	Noctule commune	<i>Nyctalus noctula</i>	3	43%
Nl	Noctule de Leisler	<i>Nyctalus leisleri</i>	5	71%
Sérotule	Sérotine commune / Sérotine de Nilsson / Sérotine bicolora / Noctule commune / Noctule de Leisler	<i>Eptesicus serotinus</i> / <i>Eptesicus nilssonii</i> / <i>Vesperugo murina</i> / <i>Nyctalus noctula</i> / <i>Nyctalus leisleri</i>	2	29%
Pisp	Oreillard gris / Oreillard roux / Oreillard montagnard	<i>Plecotus auritus</i> / <i>Plecotus austriacus</i> / <i>Plecotus macrobullaris</i>	1	14%
Myosp	Murin sp	<i>Myotis sp</i>	1	14%

VI.1.1 Activité

L'évaluation du niveau d'activité des espèces ayant été identifiées lors ces inventaires en nacelle est issu des données du référentiel national Vigie-Chiro. L'intégralité des contacts a été prise en compte lors de l'analyse.

Tableau 26 : Evaluation du niveau d'activité

Abréviation	Nom Vernaculaire	Nom Scientifique	Activité (contacts/heure)	Niveau d'activité
Pp	Pipistrelle commune	<i>Pipistrellus pipistrellus</i>	3,12	Faible
Pk	Pipistrelle de Kuhl	<i>Pipistrellus kuhlii</i>	0,40	Moyen
Pn	Pipistrelle de Nathusius	<i>Pipistrellus nathusii</i>	0,02	Moyen
Bb	Barbastelle d'Europe	<i>Barbastella barbastellus</i>	0,06	Faible
Es	Sérotine commune	<i>Eptesicus serotinus</i>	0,02	Moyen
Nn	Noctule commune	<i>Nyctalus noctula</i>	0,01	Moyen
Nl	Noctule de Leisler	<i>Nyctalus leisleri</i>	0,04	Moyen
Sérotule	Sérotine commune / Sérotine de Nilsson / Sérotine bicolora / Noctule commune / Noctule de Leisler	<i>Eptesicus serotinus</i> / <i>Eptesicus nilssonii</i> / <i>Vesperugo murina</i> / <i>Nyctalus noctula</i> / <i>Nyctalus leisleri</i>	0,01	Moyen
Pisp	Oreillard gris / Oreillard roux / Oreillard montagnard	<i>Plecotus auritus</i> / <i>Plecotus austriacus</i> / <i>Plecotus macrobullaris</i>	0,01	Faible
Myosp	Murin sp	<i>Myotis sp</i>	0,06	Très fort

Parmi les 10 espèces ou groupes d'espèces de chiroptères recensés, trois possèdent un niveau d'activité « Fort », il s'agit de la Pipistrelle commune, la Barbastelle d'Europe et le groupe des Oreillard indéterminés avec respectivement 3,12 ; 0,06 et 0,01 contact/heure.

De plus, un groupe d'espèce possède un niveau d'activité « Très fort », il s'agit des Murins indéterminés avec une moyenne de 0,06 contacts/heure.

Toutes les autres espèces ou groupes d'espèces sont reliés à un niveau d'activité « Moyen ».

Tableau 27 - Niveaux d'activité par espèce observés en noctule par mois (en contacts/heure)

Mois	Espèces								Groupes			Nombre total de contacts/heure	Niveau d'activité
	Pp	Pk	Pn	Sb	Es	Nn	Ni	Sérotine	Msp	Myosp			
Avril	18,919	0,011		0,42			0,011		0,104	0,42		21,31	Très fort
Mai	0,076	0,011					0,011					0,12	Faible
Juin	0,741	0,201	0,033		0,088		0,046	0,088				0,65	Faible
Juillet	0,187	0,111			0,032	0,004						0,31	Faible
Août	0,801	0,094			0,001	0,003						0,94	Faible
Septembre	1,668	0,098	0,088		0,020	0,001	0,140	0,022				2,88	Fort
Octobre	0,085	0,048	0,023					0,003				0,16	Faible
Total	21,87	2,37	0,14	0,42	0,12	0,04	0,36	0,38	0,10	0,42		26,36	Très fort

D'après le tableau précédent, il en ressort que :

- Deux espèces sont présentes sur la durée totale de l'étude.
 - o Tout d'abord, la Pipistrelle commune avec une activité particulièrement importante (niveau « Très fort ») au mois d'avril et au niveau d'activité « Fort » au mois de septembre. Durant les autres mois d'enregistrement, le niveau d'activité de cette espèce est constant et considéré comme « Moyen »
 - o La Pipistrelle de Kuhl est également présente sur la totalité de l'étude avec là aussi un niveau d'activité « Fort » sur les mois d'avril et de septembre. Tout comme la Pipistrelle commune, ces deux espèces qualifiées comme espèces de lisières, possèdent une morphologie alaire qui leur permet de voler dans une mosaïque d'habitats importante. De ce fait, certains individus exploitant les ressources alimentaires disponibles en milieu ouvert se retrouvent parfois en altitude et donc à proximité des éoliennes.
 - o La présence de ces espèces sur la totalité de l'étude et avec des niveaux d'activité élevés démontrent une certaine attractivité du site. Il est probable que la zone d'étude soit utilisée comme territoire de transit, mais également de chasse par les Pipistrelles. L'augmentation de l'activité en avril puis en septembre peut traduire la présence de colonies de reproduction à proximité du site avec des phénomènes de transits printaniers et automnaux proches (ces deux espèces n'étant pas des grandes migratrices).
- La Pipistrelle de Nathusius n'est présente que pendant les mois de juin, septembre et octobre avec une activité en hauteur « Moyenne » pour les mois de juin et d'octobre ainsi qu'une activité « Forte » pour le mois de septembre. La Pipistrelle de Nathusius est une espèce qui migre sur de longues distances lors du transit printanier et automnal une fois que les individus juvéniles sont aptes au vol à partir de la mi-août et septembre. Cette caractéristique peut expliquer son regain d'activité en hauteur, comme le montre la bibliographie (ARTHUR & LEMAIRE, 2015).
- La Sérotine commune est présente en forte abondance durant le mois de juin avec un niveau d'activité « Fort » puis de manière constante durant les mois de juillet, août et septembre avec un niveau d'activité « Moyen ». Ces résultats peuvent être reliés à la période de mise bas de l'espèce qui débute mi-juin. L'effort de chasse par les adultes est alors plus important. Les mâles chassent sur des territoires plus vastes et les femelles chassent de manière plus active sur les territoires les plus propices pour couvrir les besoins en lactation des juvéniles. Bien que le régime alimentaire soit principalement constitué d'espèces glanées au sol, la Sérotine commune est aussi capable de chasser des espèces-proies régionales ou saisonnières comme des lépidoptères en altitude en période favorable. Le nombre de contacts diminuant après le mois de juin indique probablement que les colonies ou que les gîtes de regroupements automnaux ne sont pas présents à proximité de la zone d'étude.
- La Noctule commune est présente en faible abondance pendant les mois de juillet et août puis présente un niveau d'activité « Fort » au mois de septembre. Tout comme la Noctule de Leisler, la Noctule commune est une espèce de haut vol qui parcourt de grandes distances et affectionne les milieux ouverts et l'altitude pour

chasser. Sa faible présence sur la zone d'étude démontre que les colonies de mises bas et d'élevage des jeunes ne se trouvent pas à proximité et que le site est peu attractif pour la chasse. En revanche, l'augmentation de l'activité en septembre peut être reliée à un transit automnal de cette espèce où de nombreux individus volent activement à la recherche de partenaires ou de proies pour accumuler suffisamment de réserves avant l'hibernation. Il est possible qu'un site d'hibernation ou d'accouplement se trouve à proximité du parc éolien.

- La Noctule de Leisler présente une activité « Forte » durant les mois d'avril et de septembre avant de disparaître pendant les mois de juillet et août. Comme pour les autres espèces, ces deux mois correspondent aux périodes de migrations printanières et automnales. La zone d'étude est probablement utilisée comme site de transit avant que les espèces ne rejoignent leurs gîtes d'estivage ou d'hibernation.
- Le groupe des Sérotines qui comprend les Sérotines et les Noctules indéterminées présente une activité « Forte » pendant le mois de juin puis « Modérée » pendant le mois de septembre. Étant donné que ce groupe comprend des espèces non identifiées, des conclusions similaires aux précédentes observations peuvent être énoncées.
- Enfin, la Barbastelle d'Europe, le groupe des Oreillardes indéterminés et le groupe des Murins indéterminés sont uniquement présents au mois d'avril avec des niveaux d'activité « Très fort ». Ces espèces ou groupes d'espèces sont inféodés au milieu forestier, il est donc relativement rare de les retrouver en altitude. En effet, leur morphologie et technique de chasse sont peu adaptées au milieu ouvert. Il n'est pas étonnant de ne pas les retrouver en abondance sur le reste de l'étude. Néanmoins, il est possible que les individus aient profité d'une ressource alimentaire ponctuelle à proximité de l'éolienne.

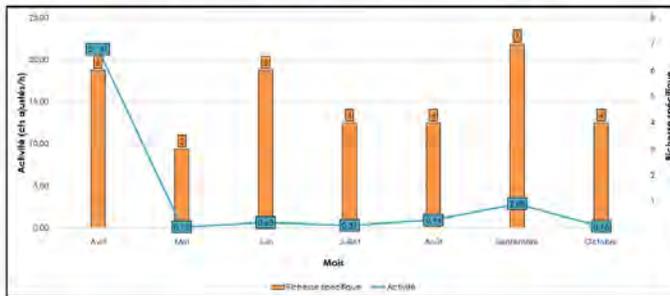
Toutes espèces confondues, le mois d'avril est celui présentant le niveau d'activité le plus important, « Très fort ». Ce niveau d'activité est principalement influencé par la présence des espèces forestières (Barbastelle d'Europe, groupe des Oreillardes indéterminés, Murins indéterminés) et celles de la Pipistrelle commune (18,92 contacts/heure) et Pipistrelle de Kuhl (1,351 contact/heure). Le mois d'avril correspond pour de nombreuses espèces au transit printanier qui, à l'inverse du transit automnal, permet aux chiroptères de passer de leurs gîtes d'hibernation aux différents gîtes estivaux. Ce mois particulièrement important dans le cycle biologique des chiroptères traduit des comportements de chasse élevés pour permettre aux individus de reconstituer les réserves énergétiques perdues durant l'hiver. Cette période est aussi caractéristique d'importants transits des espèces vers leurs gîtes de mise bas et d'élevage des jeunes, phénomène qui augmente également le nombre de contacts de présence des individus.

Le mois de septembre est le deuxième mois qui possède le niveau d'activité le plus élevé (« Fort ») avec un nombre de contacts par heure de 2,88 influencé par la quasi-totalité des espèces recensées pendant l'étude. Ce niveau d'activité peut s'expliquer par plusieurs phénomènes. D'une part, le début de la période automnale à partir de la fin août correspond à une période de transit importante pour les espèces de chiroptères qui quittent les gîtes estivaux pour rejoindre leurs gîtes de repos hivernal. Ces transits, plus ou moins longs selon les espèces, migratrices ou non, traduit l'augmentation des niveaux d'activité à cette période. De plus, il a été observé dans la bibliographie que les adultes font découvrir les territoires de chasses ou les différents gîtes aux jeunes volants. D'autre part, cette période précédant l'hiver est aussi synonyme d'une augmentation de l'effort de chasse des chiroptères (adultes et jeunes volants) pour stocker suffisamment d'énergie pour leur hibernation. Il est donc tout à fait cohérent d'observer une si grande activité pendant cette période.

Les autres mois d'enregistrement possèdent un niveau d'activité « Faible » malgré la présence de certaines espèces en forte abondance.

VI.1.1.1 Répartition temporelle des contacts

Figure 25 : Evolution de l'activité et de la diversité spécifique au cours de la saison.



L'activité la plus forte a lieu au mois d'avril (21,31 contacts/ heure) et la plus faible au mois de mai (0,12 contact/ heure). La diversité spécifique est au maximum de 7 espèces et groupes d'espèces pendant le mois de septembre. Comme évoqué précédemment, il est observé que l'activité est plus importante sur la période de transit printanier tandis que la richesse spécifique la plus importante se situe sur la période de transit automnal. Ces périodes correspondent aux moments où les efforts de chasse des chiroptères sont les plus importants pour préparer l'hiver ou bien pour reprendre de l'énergie une fois la sortie de l'hibernation effectuée. À ces phénomènes doivent s'ajouter les déplacements liés aux migrations d'un gîte à l'autre qui se déroulent principalement dans les espaces de haut vol pour certaines espèces comme les Noctules. Par conséquent, il est logique que l'activité et la richesse spécifique soient les plus importantes durant ces deux périodes.

VI.1.1.2 Impact de la température sur l'activité des chiroptères

La température est un facteur pouvant influencer l'activité des chiroptères. Les données recensées au niveau de la nacelle ont été mises en relation avec les données de températures sur le site.

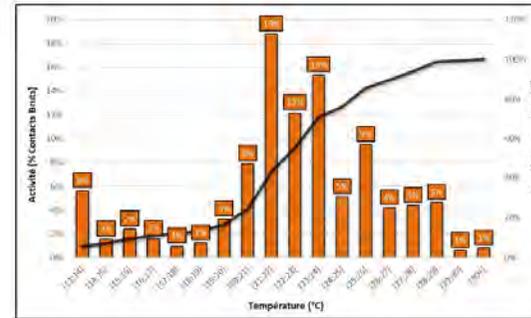


Figure 26 : Evolution de l'activité des chiroptères en fonction de la température (°C)

Pour le parc éolien de Soudan, il est observé que 86% des contacts bruts de chiroptères ont été comptabilisés pour des classes de températures supérieures à 19°C dont 68% des contacts bruts de chiroptères ont été comptabilisés pour des classes entre 20 et 26 °C.

Un optimum de température est observé pour l'activité des chiroptères entre 20 et 26°C. Ces résultats sont cohérents avec la biologie et les préférences écologiques des espèces. En effet, en dessous d'une certaine température les insectes ne sont pas actifs ou ne se développent pas. La disponibilité en ressource alimentaire est donc réduite pour les chiroptères et ces derniers sont alors peu actifs ou léthargiques. Ce phénomène est aussi présent lorsque les températures sont trop élevées.

VI.1.1.3 Impact de la vitesse du vent sur l'activité des chiroptères

De même que pour la température, la vitesse du vent influence l'activité des chiroptères.

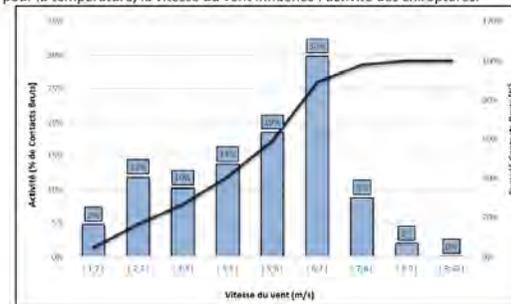


Figure 27 : Evolution de l'activité des chiroptères en fonction de la vitesse du vent (m/s) - nacelle 23

L'essentiel de l'activité des chauves-souris à hauteur de pôle est concentré lorsque la vitesse du vent est inférieure à 8 m/s (98% de l'activité) et 60% de l'activité des chiroptères en altitude est comprise pour une vitesse de vent inférieure à 6 m/s.

VI.1.1.4 Détermination du niveau d'enjeu

Toutes les chauves-souris sont protégées en France, mais les statuts de protection et de conservation varient en fonction des espèces.

Pour les espèces, l'enjeu local de conservation est apprécié sur la base de critères réglementaires et scientifiques tels que :

- Les paramètres d'aire de répartition, d'affinité de la répartition, et de distribution ;
- La vulnérabilité biologique ;
- La biologie de l'espèce ;
- Le statut de patrimonialité (textes réglementaires, listes rouges, espèces déterminantes de ZNIEFF...) ;
- Les menaces ;
- Les dires d'experts ;

L'état de conservation actuel et prévisible de la population locale. Quatre niveaux d'enjeu sont alors possibles :

Tableau 28 - Calcul du niveau d'enjeu patrimonial

Niveau d'enjeu patrimonial	Notation
Faible	0
Modéré	0,5
Fort	1
Très fort	1,5 à 2,5

VI.1.1.5 Évaluation du niveau d'enjeu sur site

Ce sont au total sept espèces et trois groupes d'espèces qui ont été inventoriées sur le parc éolien de Soudan.

Tableau 29 - Statuts et enjeu sur site pour chaque espèce

Niveau patrimonial (PN)	Nom commun	Nom scientifique	Statut national	Directive Habitats-Faune-Flore	Liste rouge UICN France	Liste rouge UICN Europe	Liste rouge UICN Mondiale	Niveau patrimonial	Enjeu sur site
Modéré	Pipistrelle commune	<i>Pipistrellus pipistrellus</i>	Article 2	Annexe 4	NT	-	LC	Faible	Moyen
Faible	Pipistrelle de Kuhl	<i>Pipistrellus kuhlii</i>	Article 2	Annexe 4	LC	LC	LC	Moyen	Modéré
Faible	Pipistrelle de Nathusius	<i>Pipistrellus nathusii</i>	Article 2	Annexe 4	NT	LC	LC	Faible	Modéré
Modéré	Barbastelle d'Europe	<i>Barbastella barbastellus</i>	Article 2	Annexe 2 et 4	LC	VU	NT	Faible	Modéré
Faible	Sérotine semimune	<i>Eptesicus serotinus</i>	Article 2	Annexe 4	NT	-	LC	Moyen	Faible
Très fort	Noctule commune	<i>Nyctalus noctula</i>	Article 2	Annexe 4	VU	LC	LC	Faible	Modéré
Modéré	Noctule de Leisler	<i>Nyctalus leisleri</i>	Article 2	Annexe 4	NT	LC	LC	Moyen	Modéré
Faible à Fort	Sérotine / Noctule indéterminé	<i>Eptesicus / Noctula sp.</i>	Article 2	Annexe 4	-	-	-	Moyen	Faible
Faible à modéré	Oreillard indéterminé	<i>Plecotus sp.</i>	Article 2	Annexe 4	-	-	-	Faible	Faible
Faible à très fort	Murin indéterminé	<i>Myotis sp.</i>	Article 2	Annexe 2 et 4	-	-	-	Très fort	Modéré

Afin de définir un enjeu sur site, l'enjeu patrimonial et le niveau d'activité de chaque espèce a été pris comme référence. En effet, le niveau d'activité est décliné à l'échelle régionale grâce aux différents référentiels du MNHN et les seuils sont dépendants de la rareté des espèces. Ainsi pour un même nombre de contacts, une espèce présente en forte abondance n'aura pas le même niveau d'activité qu'une espèce rare.

Nous considérons donc que le niveau d'activité doit être croisé avec l'enjeu patrimonial. L'enjeu sur site traduit une moyenne de ces deux niveaux le plus souvent arrondie au seuil supérieur.

Malgré son enjeu patrimonial « Modéré » et son niveau d'activité « Fort », l'enjeu sur site de la Barbastelle d'Europe est « Modéré ». En effet, la Barbastelle d'Europe est uniquement présente au mois d'avril à raison de 4 contacts. Il ne semble donc pas pertinent de passer à un enjeu sur site « Fort ».

Malgré un enjeu patrimonial « Très fort » et un niveau d'activité « Faible », l'enjeu sur site de la Noctule commune n'a pas été équivalent au seuil supérieur de la moyenne des deux niveaux. Seulement 32 contacts ont été enregistrés sur la durée de l'étude et il ne semble pas pertinent de conclure à un enjeu sur site « Fort ».

Les constats sont similaires pour le groupe des Sérotines qui conserve un enjeu « Faible » (23 contacts) et le groupe des Murins indéterminés qui conserve un enjeu « Modéré » (4 contacts).

Le groupe des Oreillards indéterminés conserve un enjeu « Faible » car uniquement un contact a été recensé.

VI.1.1.6 Détermination du niveau de sensibilité et de vulnérabilité

La sensibilité des chiroptères recoupe deux aspects : la sensibilité à la perte d'habitats et la sensibilité aux collisions

VI.1.1.7 Calcul du niveau de sensibilité

Les chauves-souris n'ont pas toutes la même sensibilité face à l'éolien. Les espèces de haut vol seront plus concernées par un risque de collision que les espèces de vol bas. Il en est de même pour les espèces pouvant effectuer de longues distances de déplacement.

Le niveau de sensibilité pour chaque espèce est estimé à partir de l'état des connaissances actuelles et du travail mené par Eurobats (RODRIGUES & al., 2014), qui, pour chaque groupe d'espèces, a déterminé un niveau de sensibilité.

Tableau 30 - Niveau de risque de collision avec les éoliennes selon les espèces

Risque élevé	Risque moyen	Risque faible	Inconnu
Nyctalus spp.	Eptesicus spp.	Myotis spp.**	Rousettus aegyptiacus
Pipistrellus spp.	Barbastella spp.	Plecotus spp.	Taphotis rudwenti
Vesperugo murinus	Myotis dasycneme*	Rhinolophus spp.	Cytonycteris hampsoni
Hypsugo savii			Mihneptesopus pallidus
Mylodonops			
Tadarida teniolis			

Source : EUROBATS, 2014

Trois niveaux ressortent pour les espèces présentes en France et une note est attribuée en fonction de ceux-ci.

Tableau 31 : Calcul du niveau de sensibilité

Niveau de sensibilité	Notation
Sensibilité faible	0,5
Sensibilité moyenne	1
Sensibilité forte	2

VI.1.1.8 Calcul du niveau de vulnérabilité

Tout comme les oiseaux, les chauves-souris peuvent être impactées par l'éolien, mais ne présentent pas toutes la même vulnérabilité face à celui-ci.

Ainsi, un niveau de vulnérabilité pour chaque espèce est calculé en fonction de leur niveau d'enjeu et de sensibilité face aux éoliennes.



C'est donc l'addition des notes obtenues avec le niveau d'enjeu et le niveau de sensibilité qui permet de définir le niveau de vulnérabilité potentiel des espèces.

Tableau 32 - Calcul du niveau de vulnérabilité

Note enjeu + note sensibilité	Niveau de vulnérabilité
0 et 0,5	Faible ou à préciser
1 et 1,5	Moderé
2 et 2,5	Assez fort
3 et +	Fort

VI.1.1.9 Évaluation du niveau de vulnérabilité et de sensibilité

Le croisement des niveaux d'enjeu et de sensibilité permet d'obtenir le niveau de vulnérabilité de chaque espèce et permet ainsi de faire ressortir les espèces concernées par un parc éolien.

Tableau 33 - Vulnérabilité des espèces de chauves-souris

NOM vernaculaire	NOM scientifique	Hauteur de vol (LUCIERS, 2015)	Migrations ou déplacements sur de longues distances	Attiré par la lumière	Interagit avec les éoliennes (Eurobats, 2014)	Risque de collision (Eurobats, 2014)	Niveau de sensibilité face à l'éolien	Niveau de sensibilité face à l'éolien	Niveau de vulnérabilité sur site	
Pipistrelle commune	Pipistrellus pipistrellus	Vol haut et bas	Non	Oui	Oui	Fort	2	Faible	Faible	Faible
Pipistrelle de Kuhl	Pipistrellus kuhlii	Vol haut et bas	Non	Oui	Oui	Fort	2	Faible	Moderé	Assez fort
Pipistrelle de Nathusius	Pipistrellus nathusii	Vol haut et bas	Oui	Oui	Oui	Fort	2	Faible	Moderé	Assez fort
Barbastelle d'Europe	Barbastella barbastellus	Vol bas	Non	Non	Oui	Moyen	1	Moderé	Moderé	Moderé
Serotine commune	Eptesicus serotinus	Vol haut	incertain	Oui	Oui	Moyen	1	Moderé	Fort	Assez fort
Noctule commune	Nyctalus noctule	Vol haut	Oui	Oui	Oui	Fort	2	Faible	Moderé	Assez fort
Noctule de Leisler	Nyctalus leisleri	Vol haut	Oui	Oui	Oui	Fort	2	Faible	Moderé	Faible, Fort
Serotine / Noctule indéterminé	Eptesicus / Nyctalus sp.	Vol haut et bas	incertain	incertain	Oui	Fort	2	Faible	Faible	Assez fort
Oreillard indéterminé	Plecotus sp.	Vol haut et bas	Non	Non	Oui	Faible	0,5	Faible	Faible	Faible
Murin indéterminé	Myotis sp.	Vol haut et bas	incertain	incertain	Oui	Faible	0,5	Faible	Moderé	Moderé

Toutes les espèces possédant un niveau de sensibilité « Fort » face à l'éolien possèdent un niveau de vulnérabilité sur site « Assez fort » quel que soit le niveau d'enjeu sur site hormis la Pipistrelle commune qui possède un niveau d'enjeu sur site « Fort » et donc un niveau de vulnérabilité sur site « Fort ».

La Barbastelle d'Europe possède un niveau de vulnérabilité sur site « Moderé » de par ses niveaux d'enjeu sur site et de sensibilité face à l'éolien « Moderé »

Le groupe des Murins indéterminés possède un niveau de vulnérabilité sur site « Moderé » de par son niveau d'enjeu sur site « Moderé ».

Le groupe des Oreillards indéterminés possède un niveau de vulnérabilité sur site « Faible » de par ses niveaux d'enjeu sur site et de sensibilité face à l'éolien « Faible »

VI.1.1.10 Présentation des espèces classées vulnérables

Afin de mieux appréhender les espèces de chauves-souris présentant une vulnérabilité modérée à forte, elles sont présentées dans ce paragraphe.

La Pipistrelle commune – <i>Pipistrellus pipistrellus</i>	Espèce de vulnérabilité forte
<p>La Pipistrelle commune est la plus petite espèce d'Europe facilement reconnaissable par son pelage brun-roux sur le dos.</p> <p>Espèce anthropophile et très ubiquiste, elle peut être contactée dans les parcs urbains, les jardins, les forêts en plaine et en montagne. Toutes sortes de gîtes peuvent être exploités (arboricoles ou anthropiques) regroupant des colonies de 20 à plusieurs centaines d'individus pour les colonies de reproduction.</p> <p>La Pipistrelle commune affectionne les allées forestières, les sous-bois et les points d'eau pour chasser des petits papillons et des moustiques. Grâce à son vol manœuvrable, elle est également capable de profiter de l'abondance des proies à proximité des lampadaires pour se nourrir.</p> <p>En France, la Pipistrelle commune est très présente et est souvent l'espèce la plus contactée.</p>	
	
<p>Figure 28 : Pipistrelle commune (Source : Y. RONCHARD)</p>	<p>Figure 29 : Carte de répartition de la Pipistrelle commune (Source : INPN)</p>

La Pipistrelle de Kuhl – <i>Pipistrellus kuhlii</i>	Espèce de vulnérabilité assez forte
<p>La Pipistrelle de Kuhl est une chauve-souris de petite taille de couleur brun foncé à brun noir.</p> <p>Espèce anthropophile, elle se rencontre également dans les paysages karstiques où il lui arrive de giter dans les fentes des rochers. En période estivale, les colonies avec jeunes se retrouvent dans les fissures de bâtiments.</p> <p>L'espèce est régulièrement contactée en chasse autour des arbres, des points d'eau et des parcs urbains où les lampadaires piègent de nombreux insectes. Grâce à son vol rapide et agile, elle capture des petits diptères, des papillons et des punaises.</p> <p>En France, la Pipistrelle de Kuhl est bien présente à l'exception de certains départements au nord où sa présence reste anecdotique.</p>	
	
<p>Figure 30 : Pipistrelle de Kuhl (Source : Y. Ronchard)</p>	<p>Figure 31 : Carte de répartition de la Pipistrelle de Kuhl (Source : INPN)</p>

Pipistrelle de Nathusius – <i>Pipistrellus nathusii</i>	Espèce de vulnérabilité assez forte
<p>La Pipistrelle de Nathusius est une espèce forestière qui fréquente préférentiellement les boisements où l'on retrouve de nombreux points d'eau. Il s'agit d'une espèce migratrice qui réalise de grandes migrations entre ses gîtes de mise bas et d'hivernation.</p> <p>En France, l'espèce est plus présente sur les zones littorales qu'au centre.</p>	
	
<p>Figure 32 : Pipistrelle de Nathusius (Source : J. Wedd)</p>	<p>Figure 33 : Carte de répartition de la Pipistrelle de Nathusius (Source : INPN)</p>

Barbastelle d'Europe – <i>Barbastellus barbastellus</i>	Espèce de vulnérabilité modérée
<p>La Barbastelle d'Europe est une espèce de taille moyenne au museau aplati et facilement reconnaissable par sa couleur noire.</p> <p>Occupant des volumes très étroits (écorce décollée, cavité ou fissure d'arbre, espace entre les planches), la Barbastelle d'Europe est généralement très difficile à repérer.</p> <p>En ce qui concerne les habitats de chasse, la Barbastelle affiche une préférence marquée pour les forêts de feuillus ou mixtes matures avec plusieurs strates. La chasse s'effectue préférentiellement le long des lisières extérieures et dans les couloirs intérieurs. Les chênaies pubescentes, la châtaigneraie et la hêtraie sont particulièrement appréciées par l'espèce. La présence de zones humides en milieu forestier semble également favoriser l'espèce.</p> <p>En France, l'espèce semble présente dans la quasi-totalité des départements.</p>	
	
<p>Figure 34 : Barbastelle d'Europe (Source : Y. Ronchard)</p>	<p>Figure 35 : Carte de répartition de la Barbastelle d'Europe (Source : INPN)</p>

Sérotine commune- <i>Eptesicus serotinus</i>	Espèce de vulnérabilité assez forte
<p>La Sérotine commune est une chauve-souris robuste qui fréquente une grande variété de milieux, allant de la ville aux milieux forestiers, de culture... Pour ses gîtes d'été, la Sérotine commune s'installe de préférence dans les bâtiments et très rarement dans les cavités arboricoles.</p> <p>En France, la Sérotine commune est bien présente sur tout le territoire, mais est plutôt considérée comme une espèce de basse altitude.</p>	
 <p>Figure 36 : Sérotine commune (Source : Y. RONCHARD)</p>	 <p>Figure 37 : Carte de répartition de la Sérotine commune (Source : INPN)</p>

Noctule commune- <i>Nyctalus noctula</i>	Espèce de vulnérabilité assez forte
<p>La Noctule commune est une espèce de taille moyenne fréquentant les milieux forestiers aussi bien feuillus que résineux. Cette espèce migratrice peut entreprendre des déplacements de quelques centaines de kilomètres jusqu'à plus de 1 000km. La Noctule commune utilise tout type de gîtes aussi bien arboricole (loge de pic) que rupestre (fissures, anfractuosités) ou encore anthropisé (joint de dilatation de ponts, immeubles,maisons).</p> <p>En France, l'espèce est irrégulièrement présente. On la retrouve majoritairement dans le centre-ouest et l'est. Les connaissances actuelles et historiques sur cette espèce sont limitées et ne permettent pas d'évaluer les tendances d'évolution des populations.</p>	
 <p>Figure 38 : Noctule commune (Source : Mnoif)</p>	 <p>Figure 39 : Carte de répartition de la Noctule commune (Source : INPN)</p>

Noctule de Leisler - <i>Nyctalus leisleri</i>	Espèce de vulnérabilité assez forte
<p>La Noctule de Leisler est une espèce de taille moyenne fréquentant les milieux forestiers et en priorité les forêts ouvertes de feuillus. Cette espèce migratrice peut entreprendre des déplacements de quelques centaines de kilomètres jusqu'à plus de 1500 km. La Noctule de Leisler utilise des gîtes arboricoles, en priorité dans les boisements de feuillus.</p> <p>En France, l'espèce est présente sur l'ensemble du territoire.</p>	
 <p>Figure 40 : Noctule de Leisler (Source : M. WERNER)</p>	 <p>Figure 41 : Carte de répartition de la Noctule de Leisler (Source : INPN)</p>

VI.2 Conclusion

Conclusion du suivi en nacelle des chiroptères

Le suivi en nacelle des chiroptères du parc éolien de Soudan a été réalisé entre le mois d'avril et d'octobre 2021. Au cours de cette étude, 7 espèces de chiroptères et 3 groupes d'espèces ont été recensés.

Certaines espèces ou groupes d'espèces possèdent un niveau d'activité important : la Pipistrelle commune (« Fort »), la Barbastelle d'Europe (« Fort »), le groupe des Oreillards indéterminés (« Fort ») et le groupe des Murins indéterminés (« Très fort »).

Le niveau d'activité moyen varie de « Faible » à « Très fort » sur l'ensemble de la saison, avec des pics de niveau d'activité au mois d'avril (« Très fort ») et de septembre (« Fort ») correspondant à un nombre moyen de 21,31 et 2,88 contacts/ heure. Ces deux mois sont influencés par les transits printaniers et automnaux des espèces ainsi que les migrations et regroupements d'individus à ces périodes. Toutefois les résultats de la période d'enregistrement du mois d'avril sont à nuancer compte tenu de la très faible période d'enregistrement (uniquement 9h).

La période la plus sensible pour les chiroptères est donc située sur le mois de septembre.

Plus de 68% des contacts ont été enregistrés pour des classes de températures entre 20 et 26°C et 60% des contacts pour des vitesses de vent inférieures à 6 m/s avec un pic d'activité (30% des contacts) lorsque la vitesse du vent est comprise entre 6 et 7 m/s.

VI.3 Réduction du risque

Pour réduire le risque de collision et de barotraumatisme, la solution la plus efficace est de supprimer le danger dans les conditions globalement favorables. C'est-à-dire de brider les éoliennes lorsque les conditions de vent sont les plus favorables au vol des chiroptères.

La plus forte activité des chiroptères a lieu durant le mois d'avril (« très fort ») et le mois de septembre (« fort »). Durant les autres mois, le niveau d'activité, toutes espèces confondues, est « faible ».

Pendant le suivi mortalité au sol, des cadavres ont été retrouvés pendant les mois d'août (1) et septembre (2).

Ainsi, les paramètres de bridage recommandés en fonction de la vitesse de vent pour les mois d'août et septembre (niveau d'activité « fort ») sont déterminés afin de prendre en compte 60% de l'activité des chiroptères en altitude. Ce pourcentage d'activité est lié à des vitesses de vent inférieures à 6 m/s. Concernant la température, 83% des contacts ont lieu pour des températures supérieures à 20°C. Le bridage mis en place entre août et septembre devra donc prendre cette température en considération.

Les caractéristiques de bridage à retenir sont alors les suivantes :

Tableau 34 : Mesures de bridage prescrites

Période	Avril à Juillet –	Août – Septembre
Eolienne	Toutes	Toutes
Vent	Pas de bridage	< 6 m/s
Pluie	-	Pas de pluie
T°	-	> 20 °C
Horaire de mise en application	-	0h30 avant coucher du soleil jusqu'au lever du soleil

VI.4 Bridage retenu par l'exploitant

Le bridage pour des vents de 6 m/s, permet une protection théorique de 60% des chiroptères. Cette protection théorique, se base sur le nombre cumulé de contact selon la vitesse de vent.

La CNR souhaite limiter le bridage à 5,5 m/s correspondant à environ 50 % des contacts enregistrés. Le bridage appliqué sera donc :

Tableau 35 : Mesures de bridage prescrites

Période	Avril à Juillet –	Août – Septembre
Eolienne	Toutes	Toutes
Vent	Pas de bridage	< 5,5 m/s
Pluie	-	Pas de pluie
T°	-	> 20 °C
Horaire de mise en application	-	0h30 avant coucher du soleil jusqu'au lever du soleil

VII. BILAN

Conclusion du suivi de mortalité de l'avifaune et des chiroptères

Le parc éolien de Soudan exploité par la CNR, se situe dans un contexte agricole et bocager, sur le territoire du Maine-et-Loire. Certains corridors écologiques fonctionnels sont présents autour du site.

Cinq cas de mortalité de chiroptères ont été enregistrés sur les éoliennes E1 (1 individu retrouvé) et E2 (2 individus retrouvés) tandis que deux cas de mortalité ont été enregistrés (1 individu sur l'éolienne E1 et 1 individu sur l'éolienne E3) concernant l'avifaune.

La mortalité réelle supposée pour le parc entier, pour les chiroptères est de l'ordre de 19 individus de chiroptères tandis que pour l'avifaune elle est de 8 individus.

L'éolienne E2 est la plus mortifère avec une mortalité réelle supposée de 16 individus de chiroptères. L'éolienne E1 à quant à elle, une mortalité réelle supposée de 5 individus.

Concernant l'avifaune elle est de 8 individus pour l'éolienne E1 et 7 individus l'éolienne E3.

Le suivi en nacelle des chiroptères du parc de Soudan s'est fait entre les semaines 17 et 43 sur l'éolienne E1 avec un niveau d'activité moyen qui varie de « Faible » à « Très fort » sur l'ensemble de la saison, avec des pics d'activité au mois d'avril (« très fort ») et de septembre (« fort ») correspondant à la période de migration printanière et automnale.

Au cours de cette étude, 7 espèces de chiroptères et 3 groupes d'espèces ont été recensés.

Certaines espèces ou groupes d'espèces possèdent un niveau d'activité important : la Pipistrelle commune (« Fort »), la Barbastelle d'Europe (« Fort »), le groupe des Oreillard indétérminés (« Fort ») et le groupe des Murins indétérminés (« Très fort »).

Le niveau de vulnérabilité sur site de la Pipistrelle commune est évalué comme « Fort » tandis que la vulnérabilité des autres espèces est considérée comme « Faible » à « Assez forte ».

L'augmentation de l'activité (« Très forte » et « forte ») des chiroptères en avril et en septembre, la sensibilité « Assez forte » ou « Forte » des espèces face à l'éolien et la découverte de 3 cadavres de chiroptères entre les mois d'août et septembre poussent Synergis Environnement à préconiser un bridage sur le parc entier.

Les paramètres de bridage retenus par l'exploitant pour les mois d'août et septembre sont déterminés pour des vitesses de vent inférieures à 5,5 m/s et une température supérieure à 20°C.

Il est recommandé de prévoir un suivi de mortalité et d'activité en nacelle des chiroptères pour l'année 2023 dès le mois de mars afin d'évaluer l'efficacité des mesures de bridages sur la collision des chiroptères et d'ajuster les paramètres si nécessaire.

VIII. BIBLIOGRAPHIE

- BARATAUD, M., 2015. **Acoustic ecology of European bats. Species Identification, Studies of Their Habitats and Foraging Behaviour.** Biotope, Méze; Muséum national d'histoire naturelle, Paris (Inventaires et biodiversité Series), 352 p.
- BOONMAN, A. M., LIMPENS H.J.G.A. & VERBOOM B., 1995. – The Influence of landscape elements on the echolocation of the pond bat *Myotis dasycneme*. – *Rhinolophe* 11, 39-40.
- CRYAN P. M. & BARCLAY R. 2009. Causes of bat fatalities at wind turbines: hypotheses and predictions. *Journal of Mammalogy*. Vol.90, n°6. p. :1330–1340.
- DULAC P., 2008. Évaluation de l'impact du parc éolien de Bouin (Vendée) sur l'avifaune et les chauves-souris. Bilan de 5 années de suivi. LPD délégation Vendée/ADEME Pays de la Loire/Conseil régional des Pays de la Loire, La Roche-sur-Yon. Nantes. 106p.
- DÜRR T., 2020. Fledermausverluste an Windenergieanlagen. Daten aus der zentralen Fundkartei der Staatlichen Vogelschutzwarte im Landesamt für Umwelt, Gesundheit und Verbraucherschutz Brandenburg. Septembre 2020.
- EUROBATS, 2014. – Lignes directrices pour la prise en compte des chauves-souris dans les projets éoliens. Actualisation 2014. – EUROBATS Publications Series N°6 (version française). UNEP/EUROBATS Secrétariat, Bonn, Allemagne, 133 p.
- JOHNSON, G. D., PERLIK, M. K., ERICKSON, W. P., & STRICKLAND, M. D., 2004. Bat activity, composition, and collision mortality at a large wind plant in Minnesota. *Wildlife Society Bulletin*, 32(4), 1278–1288.
- LONG C.V., FLINT J.A. & LEPPER P.A. 2011. Insect attraction to wind turbines: does colour play a role? *Eur. J. Wildl. Res.*, published online.
- MARX G., 2017. Le parc éolien français et ses impacts sur l'avifaune – Étude des suivis de mortalité réalisés en France de 1997 à 2015 – LPO France.
- ERICKSON W., STRICKLAND D., JOHSON G. & KERN W., 2000. Examples of statistical methods to assess risk of impacts to birds from wind plants – National Avian, Wind Power Planning Meeting III – San Diego, California, p 172–182.
- MONTGOMERY, I., CARUSO, T., & REID, N., 2020. Hedgerows as Ecosystems: Service Delivery, Management, and Restoration. *Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics*, 51, 81–102.
- MORRIS, A. D., MILLER, D. A., & KALCOUNIS-RUEPPELL, M. C., 2010. Use of forest edges by bats in a managed pine forest landscape. *The Journal of Wildlife Management*, 74(1), 26–34.
- MOTTE & LIBOIS, 2002. Conservation of the lesser horseshoe bat (*Rhinolophus hipposideros* Bechstein, 1800) (Mammalia: Chiroptera) in Belgium. A case study of feeding habitat requirements. *Belg. J. Zool.*, 132 (1) : 49.
- MTES, 2018. – Protocole de suivi environnemental des parcs éolien terrestres. – 19 p.
- LPD, 2004 (révision en août 2009). Protocoles de suivis pour l'étude des impacts d'un parc éolien sur l'avifaune. Programme national Eolien et Biodiversité ADEME-MEEDDM-SER/FEE-LPO
- Quest Am', 2019. Impacts des éoliennes sur les oiseaux et les chiroptères de l'ouest de la France : étude des suivis de mortalité de 2010 à 2019. Ouest Aménagement.
- RODRIGUES, L., L. BACH, M.-J. DUBOURG-SAVAGE, B. KARAPANDZA, D. KOVAČ, T. KERVYN, J. DEKKER, A. KEPPEL, P. BACH, J. COLLINS, C. HARBUSCH, K. PARK, B. MICEVSKI, J. MINDER-MANN, 2015. Lignes directrices pour la prise en compte des chauves-souris dans les projets éoliens. Actualisation 2014. EUROBATS Publication : séries N° 6 (version française). UNEP/EUROBATS Secrétariat, Bonn, Allemagne, 133 p.
- RYDELL J., BACH L., DUBOURG-SAVAGE M.-J., GREEN M., RODRIGUES L. & HEDENSTRÖM A. 2010. Mortality of bats at wind turbines in northwestern Europe. *Acta Chiropterologica* 12(2), 261-274.
- SIEMERS B.M. & SCHNITZLER H.-U., 2000. – Natterer's bat (*Myotis nattereri* Kuhl, 1818) hawks for prey close to vegetation using echolocation signals of very broad bandwidth. – *Behavioral Ecology and Sociobiology*, 47: 400–412.
- STEEN, H., MYSTERUD, A., & AUSTRHEIM, G., 2005. Sheep grazing and rodent populations: evidence of negative interactions from a landscape scale experiment. *Oecologia*, 143(3), 357–364.
- UICN France, MNHN, SFPEM & ONCFS, 2017. La Liste rouge des espèces menacées en France – Chapitre Mammifères de France métropolitaine. Paris. France.
- WEICKERT CC, WHITTAKER JC, FELDHAMER GA, 2001. Effects of enclosed large ungulates on small mammals at land between the lakes, Kentucky. *Canadian Field Naturalist* :115:247–250.

Annexe 3 : Suivi d'exploitation du parc éolien de Soudan (44). 2024

CNR
2, rue André Bonin
69004 Lyon
Tél.: 04 72 00 69 69

CONTACT
Camille ROLIN
Ingénieure environnement

25 avril 2024

Suivi environnemental du parc éolien de Soudan (44)
Année 2023

SYNERGIS ENVIRONNEMENT
AGENCE CENTRE-OUEST

2 RUE AMÉDÉO AVOGADRO
04 78 52 82 55
aco@synergis-environnement.com

Table des matières

INTRODUCTION	4	IV.3. Suivi nacelle des chiroptères.....	27
I. Introduction.....	5	IV.3.1. Utilisation des données météorologiques	27
I.1. Préambule	5	IV.3.2. Matériel utilisé.....	27
I.2. Nature des installations et localisation	5	IV.3.3. Analyse des enregistrements.....	27
I.3. Historique	5	IV.3.4. Évaluation de l'activité.....	28
I.4. Exploitant du parc	6	IV.3.5. Détermination du niveau d'enjeu.....	29
I.5. Auteurs de l'étude.....	6	IV.3.6. Détermination du niveau de sensibilité et vulnérabilité	29
I.6. Bridage actuel.....	6	RESULTATS	30
II. Définition de l'aire d'étude	8	V. Résultats.....	31
CONTEXTE ÉCOLOGIQUE ET RÉGLEMENTAIRE.....	9	V.1. Suivi de mortalité.....	31
III. Contexte écologique et réglementaire.....	10	V.1.1. Occupation du sol au pied des éoliennes	31
III.1. Le réseau Natura2000	10	V.1.2. Surfaces prospectées	33
III.1. Les zonages d'inventaires : ZNIEFF.....	10	V.1.3. Tests de persistance et de détectabilité	33
III.2. Les autres zonages de protection et de gestion (dans l'AEE).....	16	V.1.4. Données de mortalité constatée	34
III.2.1. Les réserves de biosphères.....	16	V.1.5. Données de mortalité supposée.....	34
III.2.2. Les Arrêtés de Protection de Biotope (APB).....	16	V.1.6. Analyse paysagère	34
III.2.3. Les réserves naturelles	16	V.1.7. Synthèse.....	35
III.2.4. Les réserves de chasse.....	16	V.2. Suivi d'activité des chiroptères	36
III.2.5. Les parcs nationaux (PNN) et les parcs naturels régionaux (PNR)	16	V.2.1. Résultats des écouteurs en nacelle	36
III.2.6. Les Espaces Naturels Sensibles (ENS).....	16	V.2.2. Abondance	36
III.2.7. Les réserves biologiques.....	16	V.2.3. Activité	37
III.2.8. Les sites acquis par le Conservatoire d'Espaces Naturels	17	V.2.4. Répartition temporelle des contacts	38
III.2.9. Les mesures compensatoires environnementales.....	17	V.2.5. Impact de la température sur l'activité des chiroptères	38
III.3. Continuités écologiques	17	V.2.6. Impact de la vitesse du vent sur l'activité des chiroptères.....	39
MÉTHODOLOGIE.....	21	V.2.7. Évaluation du niveau d'enjeu.....	39
IV. Méthodologie et cadrage du protocole	22	V.2.8. Évaluation du niveau de vulnérabilité et de sensibilité	40
IV.1. Méthodologie des enjeux.....	22	V.2.9. Présentation des espèces classées vulnérables.....	40
IV.1.1. Espèce d'intérêt patrimonial	22	V.2.10. Synthèse.....	43
IV.1.2. Évaluation des enjeux écologiques liés aux espèces.....	22	V.3. Paramètres de bridage.....	43
IV.1.3. Échelle d'enjeux.....	22	CONCLUSION.....	44
IV.2. Suivi de mortalité	23	VI. Conclusion.....	45
IV.2.1. Fréquence de suivi.....	23	VII. Bibliographie	46
IV.2.2. Protocoles mis en œuvre.....	23		

Index des figures

Figure 1 : Localisation du parc éolien	7
Figure 2 : Localisation des aires d'études	8
Figure 3 : Zonages écologiques ZNIEFF de type I.....	14
Figure 4 : Zonages écologiques ZNIEFF de type II.....	15
Figure 5 : Éléments de la Trame Verte et Bleue.....	18
Figure 6 : Synthèse régionale schématique des continuités régionales terrestres et aquatiques en Pays de la Loire	19
Figure 7 : Carte de la Trame Verte et Bleue de la maille E3 de du SRCE des Pays de la Loire	20
Figure 8 : Schéma de principe des recherches de terrain (Source : LPO, 2004).....	23
Figure 9 : Leurres utilisés pour les tests de détection	24
Figure 10 : Répartition des probabilités en fonction d'une valeur théorique de mortalité réelle	26
Figure 11 : Principe de l'écholocation des chiroptères.....	27
Figure 12 : Exemple d'un spectrogramme et d'un oscillogramme sous BatSound.....	28
Tableau 13 : Niveau d'activité en fonction des quantiles (Source : Vigie-Chiro).....	28
Figure 14 : Carte de l'occupation du sol au pied des éoliennes.....	32
Figure 15 : Surface prospectée moyenne par éolienne.....	33
Figure 16 : Surface prospectée cumulée chaque semaine.....	33
Figure 17 : Tests de persistance.....	33
Figure 18 : Nombre de cadavres retrouvés en fonction de la distance éolienne-lisière	34
Figure 19 : Abondance (en %) des espèces contactées par l'enregistreur au niveau de l'éolienne.....	37
Figure 20 : Évolution de l'activité et de la diversité spécifique au cours de la saison	38
Figure 21 : Évolution de l'activité des chiroptères en fonction de la température (°C).....	38
Figure 22 : Évolution de l'activité des chiroptères en fonction de la vitesse du vent (m/s).....	39
Figure 23 : Noctule commune.....	40
Figure 24 : Carte de répartition de la Noctule commune	40
Figure 25 : Pipistrelle commune	41
Figure 26 : Carte de répartition de la Pipistrelle commune.....	41
Figure 27 : Pipistrelle de Kuhl	41
Figure 28 : Carte de répartition de la Pipistrelle de Kuhl.....	41
Figure 29 : Pipistrelle de Nathusius	42
Figure 30 : Carte de répartition de la Pipistrelle de Nathusius.....	42
Figure 31 : Noctule de Leisler	42
Figure 32 : Carte de répartition de la Noctule de Leisler	42

Index des tableaux

Tableau 1 : Paramètres de bridages appliqués sur le parc éolien de Soudan depuis 2021	6
Tableau 2 : Liste des ZNIEFF localisées dans un rayon de 5 km	10
Tableau 3 : Description des ZNIEFF dans l'AAE	11
Tableau 4 : Mesures compensatoires environnementales présentes dans l'AAE.....	17
Tableau 5 : Échelle des enjeux patrimoniaux.....	22
Tableau 6 : Dates des passages du suivi de mortalité	23
Tableau 7 : Exemple de coefficients de détectabilité.....	24
Tableau 8 : Exemple de notation des types de couverts par éolienne	25
Tableau 9 : Regroupement d'espèces possibles.....	28
Tableau 10 : Extrait de l'évaluation du seuil d'activité au sol pour chaque espèce de chauves-souris en altitude (Source : Vigie-chiro)	28
Tableau 11 : Calcul du niveau d'enjeu patrimonial.....	29
Tableau 12 : Niveau de risques de collision avec les éoliennes selon les espèces (Source : Eurobats, 2014)	29
Tableau 13 : Calcul du niveau de sensibilité.....	29
Tableau 14 : Calcul du niveau de vulnérabilité	29
Tableau 15 : Types de couvert et surfaces associées	31
Tableau 16 : Tests de détection	33
Tableau 17 : Distances des éoliennes aux reliefs paysagers.....	34
Tableau 18 : Nombre de contacts par espèce et par mois des chauves-souris.....	36
Tableau 19 : Nombre de mois de présence	36
Tableau 20 : Évaluation du niveau d'activité moyen par groupe d'espèces.....	37
Tableau 21 : Niveau d'activité par groupe d'espèce observé en nacelle par mois (en contacts ajustés/nuit)	37
Tableau 22 : Statuts et enjeux sur site pour chaque espèce	39
Tableau 23 : Vulnérabilité des espèces de chauves-souris.....	40
Tableau 24 : Mesures de bridage prescrites	43

INTRODUCTION

Cette introduction permet de présenter de manière très synthétique l'objet de ce document, la localisation géographique du projet, ainsi que ses principaux acteurs.

I. Introduction

I.1. Préambule

La Compagnie Nationale du Rhône (CNR) est l'exploitant du Parc éolien de Soudan, composé de 3 aérogénérateurs sur la commune de Soudan (44). La réglementation prévoit, dans les 12 mois suivant la mise en service (Arrêté du 22 juin 2020), puis tous les 10 ans, un suivi environnemental au titre de l'article 12 de l'arrêté ministériel du 26 août 2011 relatif aux installations classées de la rubrique 2980 : « ...un suivi environnemental permettant d'estimer l'impact de ce parc sur la mortalité de l'avifaune et des chiroptères » (1^{er} alinéa). Dans le cadre d'un renouvellement autre qu'un renouvellement à l'identique, dans lequel s'inscrit le parc éolien d'Erbray dans le présent document, la réglementation prévoit, toujours selon l'article 12 de l'arrêté ministériel du 26 août 2011, la mise en place d'un suivi environnemental « permettant d'atteindre les objectifs visés au 1^{er} alinéa du présent article, dans les 3 ans qui précèdent le dépôt du porter à connaissance au préfet ».

Le bureau d'étude SYNERGIS ENVIRONNEMENT a ainsi été missionné en 2023 pour mener :

- > Un suivi de mortalité de l'avifaune et des chiroptères du 20/03/2023 au 26/10/2023 ;
- > Un suivi en nacelle de l'activité des chiroptères du 07/03/2023 au 30/11/2023.

Ces derniers permettront de répondre à plusieurs objectifs définis par le protocole de suivi environnemental des parcs éoliens terrestres et hiérarchisés ci-dessous par ordre de priorité décroissant.

1. Juger du niveau d'impact généré par le parc éolien suivi sur la faune volante pour être en mesure, le cas échéant, d'apporter une réponse corrective proportionnée et efficace pour annuler ou réduire l'impact.
2. Estimer les mortalités réelles générées par chaque parc éolien (« taux de mortalité ») pour permettre des comparaisons objectives entre parcs. Seule une estimation standardisée de la mortalité réelle, via l'utilisation de formules de calcul internationales, permet d'estimer un taux de mortalité comparable entre parcs éoliens. Il s'agit d'une approche quantitative de la mortalité qui permet de replacer le niveau d'impact sur un référentiel large.
3. Contribuer à alimenter une base de données nationale pour une vision globale et continue de l'impact du parc éolien Français sur la biodiversité. Il s'agit de valoriser les résultats de suivi au plus tôt dans le cadre d'une synthèse nationale organisée par le Muséum National d'Histoire Naturelle (MNHN).

I.2. Nature des installations et localisation

Le parc éolien de Soudan est composé de 3 éoliennes d'une hauteur en bout de pale de 121 mètres et de 71 mètres de diamètre. Leur puissance unitaire maximale de 2,3 MW confère au parc une puissance installée de 6,9 MW. Il est situé sur la commune de Soudan (44) à une altitude d'environ 108 mètres et est composé d'une ligne d'éolienne quasiment parallèle à un axe nord-ouest/sud-est. Il a été mis en service en décembre 2006.

Le site de Soudan se trouve dans un contexte agricole comportant de nombreuses cultures et un boisement conséquent situé à proximité, la forêt de Juigné. Les éoliennes sont principalement entourées de parcelles à usage agricole, séparées entre elles par des haies (strates : herbacée, arbustive et arborée).

I.3. Historique

Après sa mise en service en 2006, le parc éolien de Soudan a fait l'objet d'un premier suivi post-implantation. La LPO Loire-Atlantique a donc réalisé en 2007 un suivi de la mortalité de l'avifaune et des chiroptères, à raison d'un passage hebdomadaire entre début septembre et fin novembre (13 sorties terrain). Un cadavre d'oiseau et deux cadavres de chiroptères avaient été retrouvés sous l'éolienne E2.

En 2018, un nouveau suivi post-implantation est réalisé, par Ouest Am', selon la révision de 2018 du protocole des suivis environnementaux de parcs éoliens terrestres. Un suivi de la mortalité des chiroptères et de l'avifaune a donc été mené de la semaine 20 à 43, ainsi qu'un suivi comportemental des chiroptères en nacelle de la semaine 20 à 47. Deux cadavres avaient été découverts, une Buse variable (*Buteo buteo*) sous E1 et une Alouette lulu (*Lullula arborea*) sous l'éolienne E2 en période de nidification. L'activité des chiroptères en nacelle avait été évaluée comme étant faible. En conclusion il avait été préconisé d'effectuer un suivi d'activité et de mortalité de l'avifaune en période de nidification, soit du 15 avril au 15 juillet comprenant 1 passage par mois.

Ainsi, en 2019, un nouveau suivi est réalisé par Ouest Am', selon leur préconisation à la suite du suivi de 2018. Un suivi de la mortalité a donc été effectué, couplé à un suivi comportemental des oiseaux en période de nidification, et plus particulièrement concernant la Buse variable et l'Alouette lulu. Quatre sorties ont été effectuées sur le parc éolien de Soudan, permettant de comptabiliser 3 cadavres d'oiseaux, dont 1 sous l'éolienne E1 et 2 sous l'éolienne E3. Il s'agissait respectivement d'une Buse variable (*Buteo buteo*), d'un Rougegorge familier (*Erithacus rubecula*), et d'un Pigeon ramier (*Columba palumbus*). Le suivi comportemental de l'avifaune avait conclu à des vols à risque de buses variables autour de l'éolienne E1, celle-ci étant située proche d'un boisement propice à la nidification de ce rapace, et à une forte densité de passereaux autour de l'éolienne E3.

Par la suite, en 2020, Ouest Am' réalise un nouveau suivi sur le parc éolien de Soudan afin de vérifier la mortalité sur le parc et de suivre le comportement de la Buse variable vis-à-vis des éoliennes. Ce sont donc 18 passages qui ont été réalisés entre les semaines 12 et 29, permettant la découverte de 5 cas de mortalité : une Buse variable (*Buteo buteo*) sous E1 ; un Pigeon ramier (*Columba palumbus*), une Pipistrelle de Kuhl (*Pipistrellus kuhlii*) et une Pipistrelle commune (*Pipistrellus pipistrellus*) sous E2 ; et un oiseau non identifié (*Aves sp.*) sous E3. Le suivi spécifique de la Buse variable avait quant à lui conclu à un risque de mortalité accru en période de parade nuptiale et de formation des couples au niveau de l'éolienne E1. Le bureau d'étude avait ainsi proposé une mesure corrective impliquant la plantation de 300ml de haies (100ml par individu impacté), et le remplacement de l'éolienne E1 lors du repowering du parc par des éoliennes plus éloignées des lisières et zones boisées et présentant une garde au sol plus importante.

En 2021, un nouveau suivi de la mortalité, couplé à un suivi de l'activité des chiroptères en nacelle est mené par SYNERGIS ENVIRONNEMENT. Le suivi de la mortalité s'est déroulé des semaines 20 à 43 (24 passages), selon le protocole de suivi national de 2018. Il a permis la découverte de 5 cadavres : une Pipistrelle de Kuhl (*Pipistrellus kuhlii*) et une Bergeronnette printanière (*Motacilla flava*) sous l'éolienne E1 ; une Pipistrelle commune (*Pipistrellus pipistrellus*) et une Pipistrelle de Nathusius (*Pipistrellus nathusii*) sous l'éolienne E2 ; et une Buse variable (*Buteo buteo*) sous l'éolienne E3. Le suivi de l'activité des chiroptères en nacelle, conduit du 28/04/2021 au 31/10/2021, avait permis d'estimer l'activité comme étant moyen sur la période de suivi avec des pics d'activité en avril (niveau d'activité très fort) et en septembre (niveau d'activité fort), correspondants aux transits printaniers et automnaux des chauves-souris. Un bridage avait alors été mis en place afin de réduire l'impact du parc sur les communautés chiroptérologiques du parc de Soudan. Un nouveau suivi de la mortalité et un suivi de l'activité des chiroptères en nacelle avaient été prescrits pour l'année 2023, dès le mois de mars.

Ainsi, en 2023, un suivi de l'activité des chiroptères en nacelle (semaines 10 à 48) et un suivi de la mortalité de l'avifaune et des chiroptères (semaines 12 à 43) ont été réalisés afin de vérifier l'efficacité du bridage. Les résultats sont présentés dans le présent document.

1.4. Exploitant du parc

Le parc éolien de Soudan, localisé dans le département de la Loire-Atlantique est exploité par la société Compagnie Nationale du Rhône.



Compagnie Nationale du Rhône
2, rue André Bonin
69004 Lyon

1.5. Auteurs de l'étude

Le suivi d'exploitation a été réalisé par l'agence OUEST du Bureau d'études SYNERGIS ENVIRONNEMENT.



Agence OUEST
2 RUE AMEDEO AVOGADRO
49070 BEAUCOUZE
Tél. : 02 41 72 14 16

Nom	Qualité
Cyrille MARTINEAU	Responsable d'agence
Tanguy BRUNET	Coordinateur d'équipe (herpétofaune, entomofaune, avifaune, mammifères hors chiroptères)
Lucie GUYON-LEROY	Chargée de projets mortalité (avifaune, mammifères hors chiroptères)
Marie BALOGE	Chargée d'études naturalistes (chiroptères)
Thomas BOURDREZ	Chargé d'études naturalistes
Alexis CARREAU	Apprenti – Chargé d'études naturalistes

1.6. Bridage actuel

Le bridage établi à la suite du suivi 2021 sur le parc éolien de Soudan répond aux paramètres suivants :

Tableau 1 : Paramètres de bridages appliqués sur le parc éolien de Soudan depuis 2021

Période	Avril à Juillet	Août – Septembre
Éolienne	Toutes	Toutes
Vent	Pas de bridage	< 5,5 m/s
Pluie	-	Pas de pluie.
T°	-	> 20 C
Horaire de mise en application	-	0h30 avant le coucher du soleil jusqu'au lever du soleil

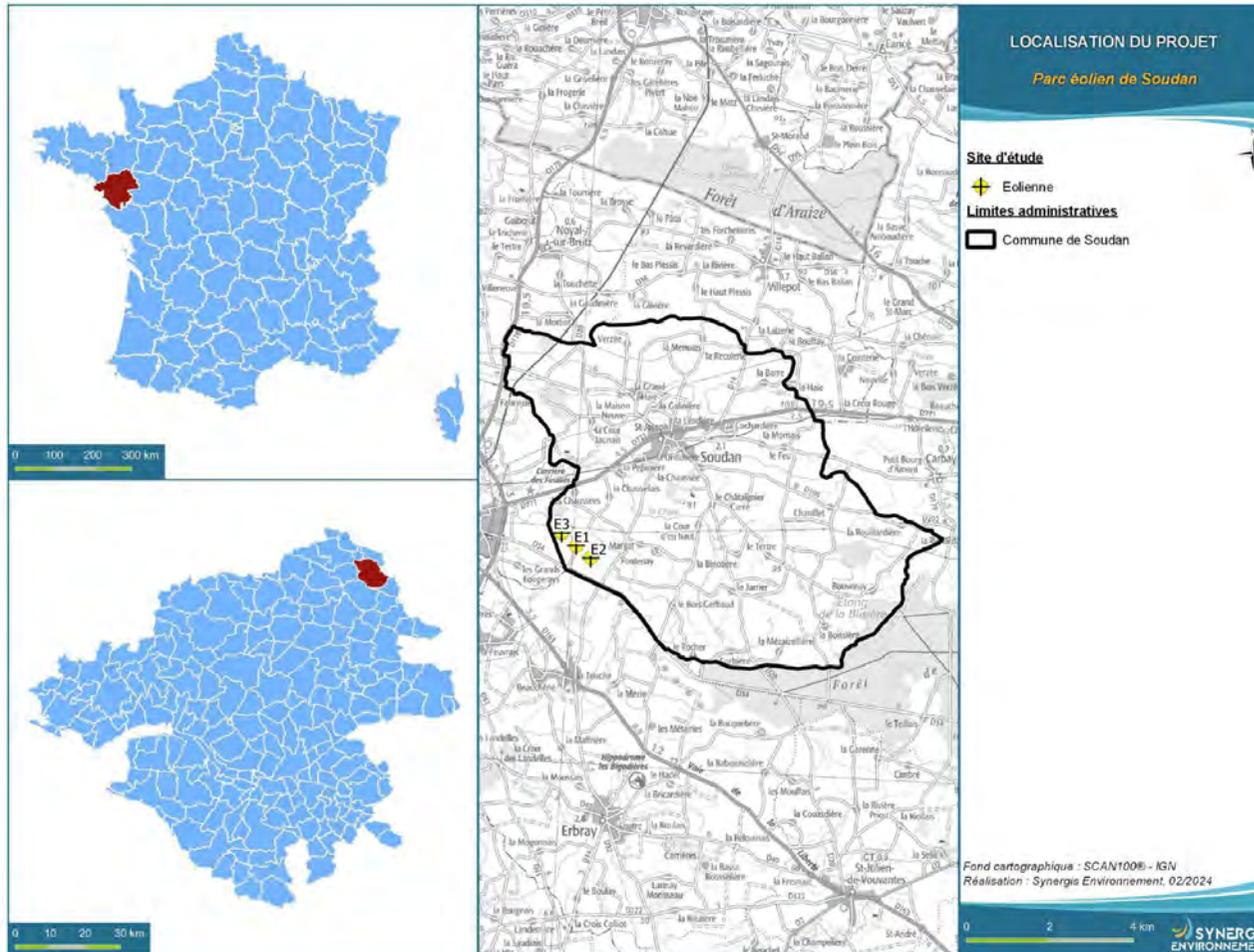


Figure 1 : Localisation du parc éolien

II. Définition de l'aire d'étude

Afin de renseigner le contexte écologique dans lequel s'inscrit le parc éolien, une échelle d'étude privilégiée sera utilisée, l'aire d'étude éloignée. Dans un rayon de 10 km, cette aire d'étude permet l'analyse des zonages naturels réglementaires et d'inventaires.

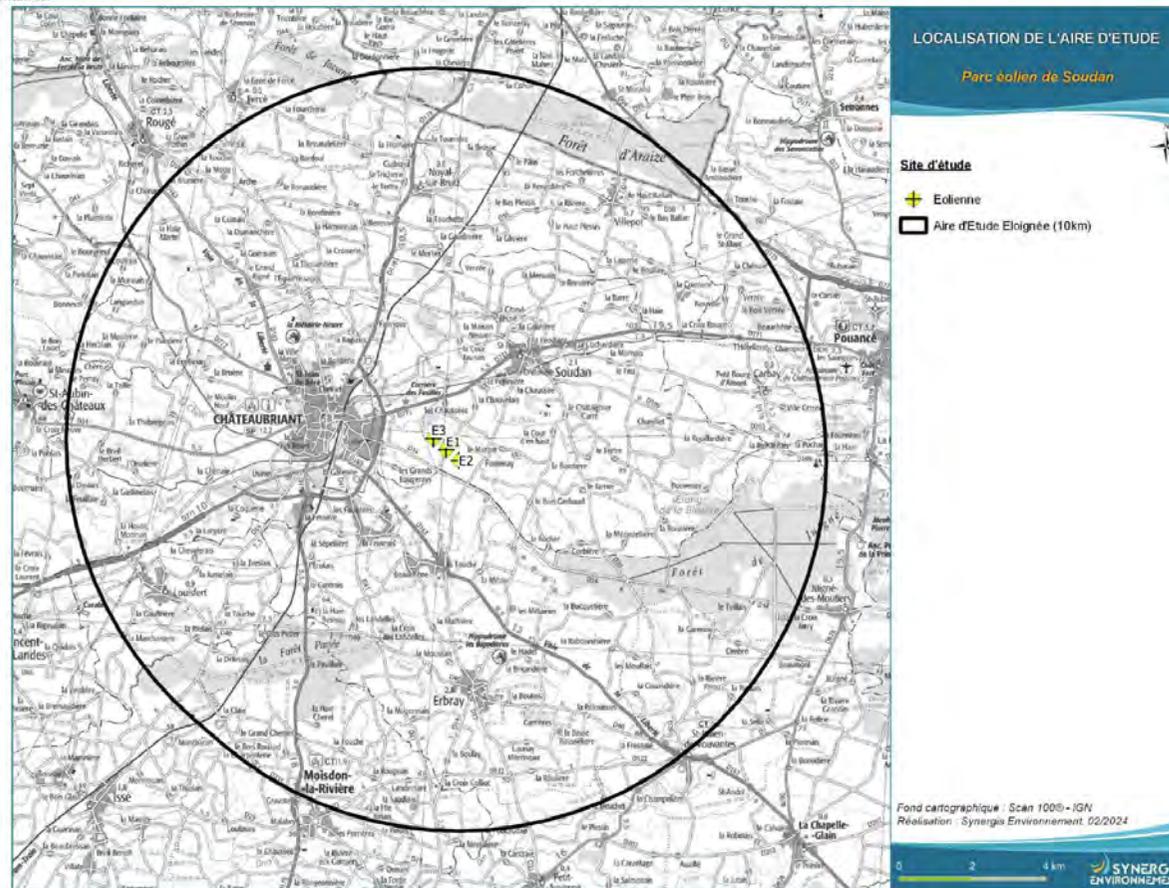


Figure 2 : Localisation des aires d'études

CONTEXTE ÉCOLOGIQUE ET RÉGLEMENTAIRE

Cette partie vise à présenter les données bibliographiques et réglementaires connues à l'échelle de l'aire d'étude éloignée afin d'analyser plus finement les enjeux écologiques potentiellement présents et, ainsi, d'affiner les périodes de prospections naturalistes.

III. Contexte écologique et réglementaire

III.1. Le réseau Natura2000

Le réseau Natura 2000 est un réseau développé à l'échelle européenne qui se base sur deux directives : la Directive n°79/409 pour la conservation des oiseaux sauvages et la Directive n° 92/43 concernant la conservation des habitats naturels ainsi que la flore et la faune sauvages. Ces directives ont donné naissance, respectivement, aux Zones de Protection Spéciale (ZPS) et aux Zones Spéciales de Conservation (ZSC). Avant d'être reconnues comme ZSC, ces dernières sont appelées Sites d'Importance Communautaire (SIC). Par ailleurs, la France a aussi mis en place un inventaire des zones importantes pour la conservation des oiseaux (ZICO), sur lequel elle s'appuie pour définir ses ZPS.



Aucun site Natura 2000 n'est répertorié dans un rayon de 10 km autour des éoliennes.

III.1. Les zonages d'inventaires : ZNIEFF

L'inventaire des Zones Naturelles d'Intérêt Écologique, Faunistique ou Floristique (ZNIEFF) repose sur la richesse des milieux naturels ou la présence d'espèces floristiques ou faunistiques rares ou menacées.

On distingue : les ZNIEFF de type I, qui sont des secteurs limités géographiquement ayant une valeur biologique importante ; et les ZNIEFF de type II, qui regroupent de grands ensembles plus vastes. Ces zones révèlent la richesse d'un milieu. Si le zonage en lui-même ne constitue pas une contrainte juridique susceptible d'interdire un aménagement en son sein, il implique sa prise en compte et des études naturalistes systématiques d'autant plus approfondies si le projet concerne une ZNIEFF I.

Treize ZNIEFF sont localisées dans l'aire d'étude éloignée, dont huit de type I et cinq de type II.

Tableau 2 : Liste des ZNIEFF localisées dans un rayon de 5 km

Type	Identifiant	NOM	Distance aux éoliennes
ZNIEFF I	520006619	ETANGS DE LA BUSIERE ET DU HAUT-BREIL ET LEURS ABORDES	6,5 km
ZNIEFF I	520006623	ETANG DE LA COURBETIERE	5,1 km
ZNIEFF I	520013087	ETANG DE DEIL	3 km
ZNIEFF I	520014645	ETANG DU FOURNEAU	9,8 km
ZNIEFF I	520016272	COURS DE LA BRUTZ ET ABORDS	6,7 km
ZNIEFF I	520120001	ETANG DE BEAUCHENE ET SES ABORDS	9,9 km
ZNIEFF I	530009829	FORET D'ARAIZE	8,5 km
ZNIEFF I	530009830	ETANG DE SAINT MORAND	9,4 km
ZNIEFF II	520006618	FORET DE JUIGNE, ETANGS ET BOIS ATTENANTS	3,6 km
ZNIEFF II	520006641	FORET PAVEE ET ETANG NEUF	5,3 km
ZNIEFF II	520016102	VALLEE DE LA CHERE A SAINT AUBIN DES CHATEAUX	8,3 km
ZNIEFF II	520120009	FORET DE JAVARDAN	9,6 km
ZNIEFF II	530009828	FORET D'ARAIZE ET ETANG DE SAINT MORAND	8,5 km

Les caractéristiques principales ainsi que les informations de distance relatives de chaque ZNIEFF sont synthétisées dans le Tableau 3. **Erreur ! Source du renvoi introuvable.**

Tableau 3 : Description des ZNIEFF dans l'AAE

Type	Identifiant	NOM	Habitats déterminants	Espèces déterminantes	Description	Distance au site
ZNIEFF I	520006619	ETANGS DE LA BLISIÈRE ET DU HAUT-BREIL ET LEURS ABORDS	41.5 - Chênaies acidiphiles, 31.1 - Landes humides, 22.3 - Communautés amphibiens, 22.1 - Eaux douces, 22.4 - Végétations aquatiques	2 espèces d'odonates, 8 espèces d'oiseaux, 14 espèces de phanérogames, 2 espèces de reptiles	Ensemble formé de deux principaux étangs (la Blisière et le Haut Breil) avec ceintures de végétations périphériques (grèves à littorales, roselières, cariçaias, zones tourbeuses, landes, etc.) et d'une zone forestière attenante. Intérêt floristique : Ces deux étangs abritent une flore particulièrement intéressante, dont plusieurs espèces végétales rares, certaines protégées sur le plan régional ou national. Belles étendues de chênaies-hêtraies aux abords des étangs abritant une flore originale. Intérêt avifaunistique : L'étang de la Blisière est principalement utilisé comme site d'accueil pour l'avifaune hivernante de la région en relation avec les autres étangs du secteur (étang de Tressé, du Fourneau, etc.)	6.5 km
ZNIEFF I	520006623	ETANG DE LA COURBETIERE	53.2 - Communautés à grandes Laïches, 37.2 - Prairies humides eutrophes, 44.9 - Bois marécageux d'Aulne, de Saule et de Myrte des marais, 22.1 Eaux douces, 31.1 - Landes humides, E3.S12 - Prairies acidoclines à Molinie bleue, 37.312 - Prairies à Molinie acidiphiles, 6410 - Prairies à Molinie sur sols calcaires, tourbeux ou argilolimoneux (<i>Molinia caerulea</i>)	1 espèce d'amphibiens, 1 espèce d'odonates, 15 espèces d'oiseaux, 6 espèces de phanérogames, 2 autres espèces	Étang en voie d'atterrissement bordé de zones marécageuses (cariçaias, saulaies, roselières), de prairies et de landes humides. Intérêt floristique : Intéressantes végétations de prairies et de landes humides abritant une flore rare, dont plusieurs espèces végétales protégées sur le plan régional. Intérêt avifaunistique : cet étang accueille une avifaune nicheuse intéressante. Il joue d'autre part un rôle complémentaire en relation avec les autres étangs de la région pour l'accueil de l'avifaune aquatique migratrice et hivernante. Intérêt entomologique : présence d'un lépidoptère peu commun dans la région des Pays de la Loire.	5.1 km
ZNIEFF I	520013087	ETANG DE DEIL	22.4 - Végétations aquatiques, 22.1 - Eaux douces, 53.2 - Communautés à grandes Laïches, 37 - Prairies humides et mégaphorbiaies	3 espèces d'odonates, 7 espèces d'oiseaux, 1 espèce de phanérogames	Étang à riches végétations aquatiques, bordé de ceintures marécageuses. Intérêt avifaunistique : Cet étang bénéficiant d'une grande tranquillité abrite une avifaune nicheuse intéressante. Il joue d'autre part un rôle non négligeable comme site d'accueil pour l'avifaune aquatique migratrice et hivernante en relation avec les différents étangs de la région de Châteaubriant. Intérêt floristique : Végétations aquatiques et des ceintures périphériques diversifiées. Intérêt entomologique : Intéressante diversité d'odonates dont certaines espèces peu communes ou rares dans notre région.	3 km
ZNIEFF I	520014645	ETANG DU FOURNEAU	22.4 - Végétations aquatiques, 44.9 - Bois marécageux d'Aulne, de Saule et de Myrte des marais, 44.3 - Forêt de Frênes et d'Aulnes des fleuves médio-européens, 37.1 - Communautés à Reine des prés et communautés associées, 22.1 - Eaux douces	3 espèces d'odonates, 5 espèces d'oiseaux, 1 espèce d'orthoptères, 3 espèces de phanérogames	L'un des plus beaux étangs du département de par sa diversité de milieux et sa richesse biologique. Intérêt botanique essentiellement lié au développement d'une ceinture d'hélophytes et d'une saulaie-aulnaie en queue d'étang. Nidification d'espèces peu communes au niveau départemental, ainsi que d'une colonie d'Ardéidés dans les bois proches. Hivernage régulier d'anatidés, en nombre parfois important. Fonctionne en relation avec les autres étangs du Pouancéen.	9.8 km

Type	Identifiant	NOM	Habitats déterminants	Espèces déterminantes	Description	Distance au site
ZNIEFF I	520016272	COURS DE LA BRUTZ ET ABORDS	24.1 - Lits des rivières	4 espèces de phanérogames, 3 espèces de poissons	Le cours de la Brutz avec des faciès d'eaux courantes sablo-graveleux abrite une ichthyofaune d'intérêt patrimonial pour le département dont certaines espèces, rares ou peu courantes pour le département, sont caractéristiques de ce type de cours d'eau et indicatrices d'une eau de bonne qualité et d'un milieu aquatique de qualité en bon équilibre.	6.7 km
ZNIEFF I	520120001	ETANG DE BEAUCHENE ET SES ABORDS	22.1 - Eaux douces 22.4 - Végétations aquatiques 53.2 - Communauté à grandes Laïches 44.3 - Forêt de Frênes et d'Aulnes des fleuves médio-européens 44.9 - Bois marécageux d'Aulne, de Saule et de Myrte des marais	3 espèces de phanérogames	Petit étang avec végétations aquatiques, bordé de cariçaiées et de boisements humides et marécageux abritant une espèce végétale peu commune en Pays de la Loire et diverses autres plantes intéressantes.	9.9 km
ZNIEFF I	530009829	FORET D'ARAIZE	41.5 - Chênaies acidiphiles	3 espèces d'oiseaux 1 espèce de phanérogame	Ce massif forestier est localisé au sud du département. Il a été fortement reboisé en résineux, réduisant ainsi sa diversité floristique. L'intérêt floristique est marqué par la présence de <i>Convallaria majalis</i> , espèce inscrite sur la liste des espèces végétales menacées dans le massif armoricain et de <i>Pulmonaria longifolia</i> , espèce végétale protégée au niveau régional. On souligne la reproduction de <i>Dendrocopos medius</i> , <i>Luscinia megarhynchos</i> et la reproduction possible de <i>Dryocopus martius</i> . L'exploitation forestière actuelle entraîne un appauvrissement de la diversité floristique (plantation de résineux).	8.5 km
ZNIEFF I	530009830	ETANG DE SAINT MORAND	22 - Eaux douces stagnantes 22.31 - Communautés amphibiennes pérennes septentrionales 37.312 - Prairies à Molinie acidiphiles 22.313 - Gazon des bordures d'étangs acides en eaux peu profondes	1 espèce d'orthoptère 5 espèces de phanérogames 1 espèce de ptéridophyte	L'étang de Saint Morand forme la source d'un ruisseau affluent de la rivière le Semnon. Il est situé en bordure nord de la forêt d'Araize. Les berges en pente douce présentent des communautés amphibiennes diversifiées, gazon à Littorelle, communautés à <i>Baldelia ranunculoides</i> et <i>Hydrocotyle vulgaris</i> , des tapis à <i>Hypericum elodes</i> . La flore présente une grande diversité et de nombreuses espèces patrimoniales. On peut notamment citer <i>Pilularia globulifera</i> , espèce protégée à l'échelon national, <i>Hottonia palustris</i> , <i>Elatine hexandra</i> , espèces inscrites sur la liste rouge des espèces végétales menacées dans le massif armoricain. On observe <i>Stethophyma grossum</i> , espèce déterminante en Bretagne, dont les populations sont en régression en Europe. L'état de conservation est bon	9.4 km
ZNIEFF II	520006618	FORET DE JUIGNE, ETANGS ET BOIS ATTENANTS	22.3 - Communautés amphibiennes, 41.5 - Chênaies acidiphiles, 31.1 - Landes humides, 22.4 - Végétations aquatiques, 22.1 - Eaux douces, 43.5 - Chênaies acidiphiles mixtes, 31 - Landes et fruticées, 53.2 - Communautés à grandes Laïches, 41.5 - Chênaies acidiphiles, 22 - Eaux douces stagnantes, 22.4 - Végétations aquatiques, 22.32 - Gazon amphibiennes annuels	1 espèce d'amphibien, 1 espèce de coléoptères, 1 espèce de mammifères, 3 espèces d'odonates, 11 espèces d'oiseaux, 17 espèces de phanérogames,	Ensemble constitué d'une forêt mixte de feuillus et de conifères exploitée en taillis sous futaie, avec divers types de landes et plusieurs étangs de superficie variable. Intérêt floristique : Forêt peu exploitée présentant une intéressante diversité de végétations. Belles futaies accompagnées d'une riche flore en sous-bois. Intéressantes ceintures de végétations en périphérie des étangs, avec en particulier des zones tourbeuses abritant une flore rare, avec plusieurs espèces végétales protégées sur le plan régional ou national (cf. : zones de type I). Intérêt mycologique : Cette forêt abrite un certain nombre d'espèces de champignons rares et menacées. Intérêt avifaunistique : Avifaune nicheuse intéressante avec entre autres certaines espèces d'oiseaux rares et localisées dans notre région (pics, rapaces, etc.). Intérêt mammalogique : Belle population d'ongulés (sanglier, chevreuil).	3.6 km

Type	Identifiant	NOM	Habitats déterminants	Espèces déterminantes	Description	Distance au site
			septentrionaux, 22.31 - Communautés amphibiens pérennes septentrionales,	3 espèces de reptiles	Intérêt batrachologique : Zone très importante pour la reproduction d'un amphibien désormais rarissime en Loire-Atlantique, la Grenouille rousse (<i>Rana temporaria</i>).	
ZNIEFF II	520006541	FORET PAVEE ET ETANG NEUF	43.5 - Chênaies acidiphiles mixtes, 31.1 - Landes humides, 41.2 - Chênaies-charmaies, 22.1 - Eaux douces, 41.5 - Chênaies acidiphiles, 31.2 - Landes sèches, 53.1 - Roselières, 53.2 - Communautés à grandes Laïches, 22.4 - Végétations aquatiques	3 espèces d'amphibiens, 1 espèce de lépidoptères, 1 espèce d'odonates 3 espèces de phanérogames	Ensemble constitué d'une forêt principalement peuplée de futaies de feuillus (chênaies) avec quelques zones de landes et un petit étang bordé de ceintures d'hélophytes et de boisements hygrophile. Intérêt floristique : belles futaies avec riches végétations en sous-bois. Intéressants groupements végétaux au niveau des landes sèches et humides, ainsi qu'en pourtour de l'étang avec en particulier, la présence de deux espèces végétales rares dont une protégée en Pays de la Loire. Intérêt ornithologique : L'étang Neuf accueille en période de reproduction une avifaune nicheuse intéressante. La queue de l'étang abrite en particulier une petite héronnière récemment installée. Il joue par ailleurs un rôle complémentaire avec les autres étangs du secteur comme site d'accueil de l'avifaune hivernante, Intérêt batrachologique : Présence de plusieurs espèces rares (tritons) et bonne diversité, notamment dans deux mares abreuvoir aux abords de l'étang neuf à l'Est du D178.	5.3 km
ZNIEFF II	520016102	VALLEE DE LA CHERE A SAINT AUBIN DES CHATEAUX	24.4 - Végétation immergée des rivières 37.7 - Lisières humides à grandes herbes 24.1 - Lits des rivières 41 - Forêts caducifoliées 37.1 - Communautés à Reine des prés et communautés associées	1 espèce d'odonate 1 espèce de phanérogame 2 espèces de poissons	Vallée encaissée d'une petite rivière bordée de ripisylve et de pentes boisées. Intérêt entomologique : Ce site abrite une intéressante diversité d'odonates et de lépidoptères rhopalocères, avec entre autres, certaines espèces de libellules et d'agrions et de papillons diurnes rares ou peu communes dans notre région. Intérêt floristique : Intéressante végétations de sous bois, avec diverses espèces végétales peu communes.	8.3 km
ZNIEFF II	520120009	FORET DE JAVARDAN	22.3 - Communautés amphibiens 22.1 - Eaux douces 31.1 - Landes humides 31.B - Fourrés 41.5 - Chênaies acidiphiles	1 espèce d'amphibien 1 espèce de mammifère 2 espèces d'oiseaux 6 espèces de phanérogames 1 espèce de ptéridophyte	Forêt principalement constituée de peuplements de feuillus avec quelques espaces de landes résiduelles aujourd'hui en partie enrésinées. Intérêt floristique : Présence d'une espèce végétale rare et protégée au niveau d'un petit étang forestier. Intéressante végétation de landes. Intérêt avifaunistique : Présence d'oiseaux nicheurs peu communs inféodés aux milieux forestiers. Intérêt batrachologique : présence et reproduction du Triton marbré (<i>Triturus marmoratus</i>), à proximité de la carrière ouest. Intérêt mammalogique : présence désormais régulière de la Loutre.	9.6 km
ZNIEFF II	530009828	FORET D'ARAIZE ET ETANG DE SAINT MORAND	22.1 - Eaux douces 41.5 - Chênaies acidiphiles	3 espèces d'oiseaux 1 espèce d'orthoptère 7 espèces de phanérogames 1 espèce de ptéridophyte	La ZNIEFF regroupe la forêt d'Araize et l'étang de Saint Morand. Ce massif forestier est localisé au sud du département. Il a été fortement reboisé en résineux, réduisant la diversité floristique. L'intérêt floristique est marqué par la présence de <i>Convallaria majalis</i> , espèce inscrite sur la liste des espèces végétales menacées dans le massif armoricain et de <i>Pulmonaria longifolia</i> , espèce végétale protégée au niveau régional. On observe la reproduction de <i>Dendrocopos medius</i> , <i>Luscinia megarhynchos</i> et la reproduction possible de <i>Dryocopus martius</i> . L'exploitation forestière actuelle entraîne un appauvrissement de la diversité floristique (plantation de résineux).	8.5 km

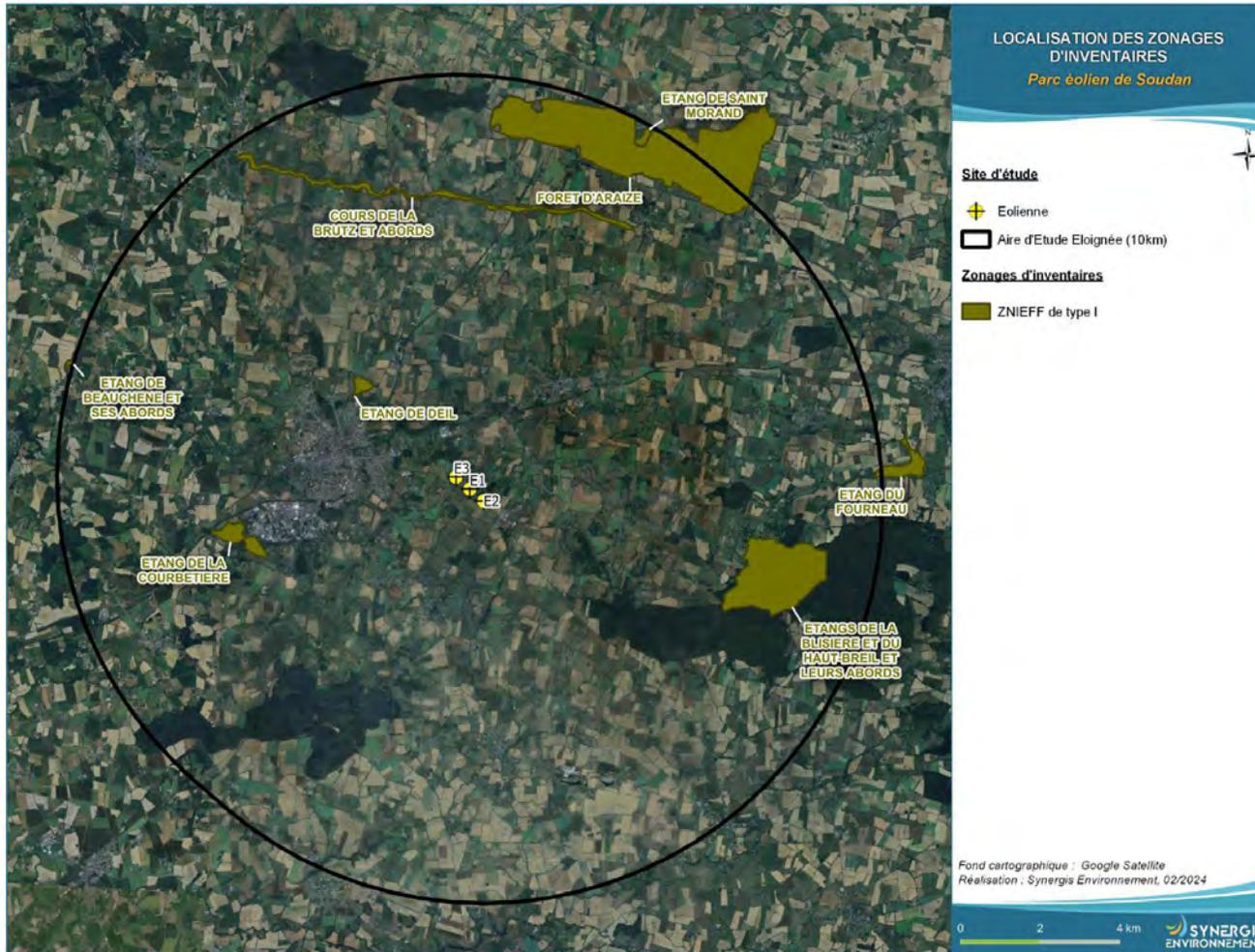


Figure 3 : Zonages écologiques ZNIEFF de type I

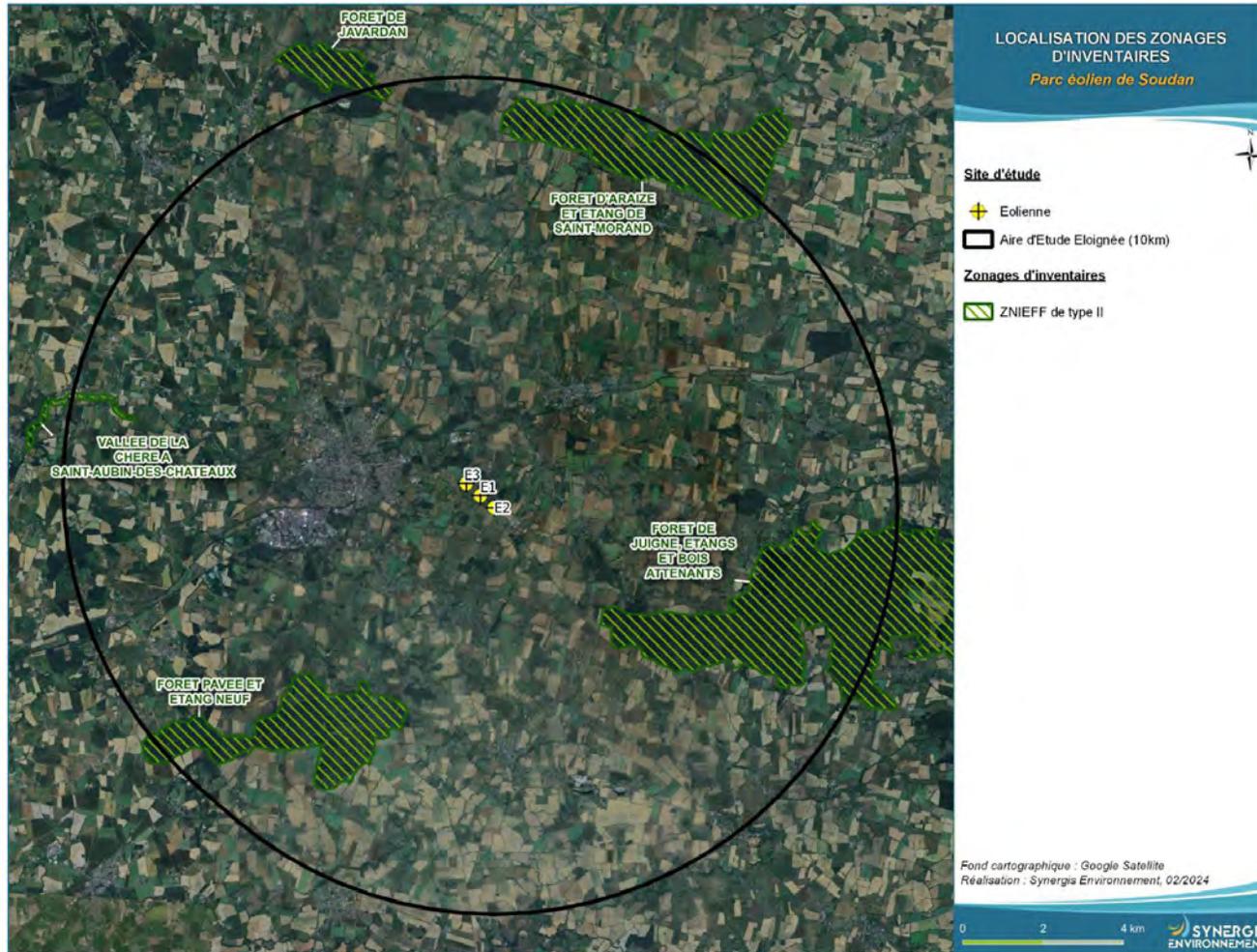


Figure 4 : Zonages écologiques ZNIEFF de type II

III.2. Les autres zonages de protection et de gestion (dans l'AEE)

III.2.1. Les réserves de biosphères

Les réserves de biosphère sont des zones d'écosystèmes terrestres ou côtiers où l'on privilégie les solutions permettant de concilier la conservation de la biodiversité et son utilisation durable.

Les réserves de biosphère sont organisées en trois zones interdépendantes :

- L'aire centrale ;
- La zone intermédiaire ou zone tampon ;
- La zone de transition ou aire de coopération.

Seule l'aire centrale nécessite une protection juridique et peut donc correspondre à une aire protégée déjà existante, par exemple une réserve naturelle ou un parc national. Sur le terrain, ce système de zonage est appliqué de multiples façons, afin de prendre en compte les spécificités géographiques, le cadre socio-culturel, les mesures de protection juridique disponibles ainsi que les contraintes locales.

Aucune réserve de biosphère n'est recensée dans un rayon de 10 km autour du parc éolien.

III.2.2. Les Arrêtés de Protection de Biotope (APB)

L'objectif des arrêtés préfectoraux de protection de biotope est la préservation des habitats naturels nécessaires à la survie des espèces végétales et animales menacées. Cet arrêté est pris par le Préfet au niveau départemental et fixe les mesures qui doivent permettre la conservation des biotopes.

C'est un outil de protection réglementaire de niveau départemental, dont la mise en œuvre est relativement souple. Il fait partie des espaces protégés relevant prioritairement de la Stratégie de Création d'Aires Protégées mise en place actuellement, et se classe en catégorie IV de l'UICN en tant qu'aire de gestion. En effet, la plupart des arrêtés de protection de biotope font l'objet d'un suivi soit directement à travers un comité placé sous l'autorité du préfet, soit indirectement dans le cadre de dispositifs tels que Natura 2000 et par appropriation par les acteurs locaux.

Aucun APPB n'est recensé dans un rayon de 10 km autour du parc éolien.

III.2.3. Les réserves naturelles

L'objectif d'une réserve naturelle est de protéger les milieux naturels exceptionnels, rares et/ou menacés en France. Les réserves naturelles peuvent être instaurées par l'État ou les régions. Toute action susceptible de nuire au développement de la flore ou de la faune, ou entraînant la dégradation des milieux naturels, est interdite ou réglementée.

Aucune réserve naturelle régionale ou nationale n'est répertoriée dans un rayon de 10 km autour du parc éolien.

III.2.4. Les réserves de chasse

Les réserves de chasse et de faune sauvage (arrêté départemental) et les réserves nationales de chasse et de faune sauvage (arrêté ministériel) ont pour but de préserver la quiétude et les habitats du gibier et de la faune sauvage en général. Certaines activités peuvent y être réglementées ou interdites (articles R.222-82 à R.222-92 du Code Rural – Livre II).

Aucune réserve de chasse nationale n'est recensée dans un rayon de 10 km autour du parc éolien.

III.2.5. Les parcs nationaux (PNN) et les parcs naturels régionaux (PNR)

Deux types de parcs naturels existent en France, les parcs naturels régionaux (PNR) et les parcs nationaux (PNN).

Ces deux types de parcs ont des réglementations et des finalités différentes. En effet, institués par la loi du 22 juillet 1960, les sept parcs nationaux ont pour but de protéger des milieux naturels de grande qualité. Leurs zones cœur constituant des « sanctuaires ».

Le PNR a, quant à lui, pour objectif de permettre un développement durable dans des zones au patrimoine naturel et culturel riche, mais fragile.

Aucun parc national ou naturel régional n'est répertorié dans un rayon de 10 km autour du parc éolien.

III.2.6. Les Espaces Naturels Sensibles (ENS)

Les articles L 142-1 et suivants du Code de l'Urbanisme donnent la possibilité au département d'élaborer et de mettre en œuvre une politique de protection, de gestion et d'ouverture au public des espaces naturels sensibles dans l'optique de « préserver la qualité des sites, des paysages, des milieux naturels [...] et d'assurer la sauvegarde des habitats naturels ». Cette politique d'acquisition et de gestion de ces espaces est financée grâce à une taxe spéciale (TDENS) et peut faire l'objet d'instauration de zones de préemption.

Aucun ENS n'est répertorié dans un rayon de 10 km autour du parc éolien.

III.2.7. Les réserves biologiques

Les réserves biologiques sont des outils de protection pour un milieu particulier : les forêts. Le classement en réserve biologique se fait donc à l'initiative de l'Office National des Forêts et est validé par arrêté interministériel. Il en existe deux types :

- Les réserves biologiques intégrales : exclusion de toute exploitation forestière ;
- Les réserves biologiques dirigées : soumise à une gestion dirigée pour la conservation du milieu et de sa richesse faunistique.

Aucune réserve biologique n'est recensée dans un rayon de 10 km autour du parc éolien.

III.2.8. Les sites acquis par le Conservatoire d'Espaces Naturels

Les Conservatoires d'Espaces Naturels (CEN) contribuent à la gestion, la protection et la valorisation du patrimoine naturel, notamment par la maîtrise foncière. Ainsi, on dénombre en 2019 plus de 3 249 sites ce qui recouvrent 160 689 ha du territoire français. Ces sites sont acquis ou font l'objet de baux emphytéotiques, ce qui permet au CEN d'en avoir la gestion à long terme.

De plus, 35% de ces sites bénéficient aussi d'un statut de protection comme : ENS, APPB ou réserves naturelles.

Aucun site acquis par le CEN n'est recensé dans un rayon de 10 km autour du parc éolien.

III.2.9. Les mesures compensatoires environnementales

Toutes les mesures compensatoires environnementales prescrites dans un acte administratif (prévu par l'article L. 163-5 du code de l'environnement) et géolocalisables sont disponibles. Il est important de prendre en compte leur présence et l'objectif de ces différentes zones. L'aménagement d'un projet n'est pas possible sur les zones compensatoires environnementales.

Trois zones de mesures compensatoires environnementales sont recensées dans un rayon de 10 km autour du parc éolien.

Tableau 4 : Mesures compensatoires environnementales présentes dans l'AEE

Nom du projet	Identifiant de la mesure	Type de la mesure	Date de la décision	Distance aux éoliennes
Les Coteaux de la Borderie	13499	C1 - Création / Renaturation de milieu	26/11/2017	3,6km
	13500	C3 - Evolution des pratiques de gestion		3,5km
Aménagement du parc d'activités du bignon (tranche 4)	16095	C2 - Restauration / Réhabilitation	05/02/2015	2,3km

III.3. Continuités écologiques

La définition donnée par l'Institut de Recherche pour le Développement des équilibres biologiques est la suivante : « La notion d'équilibres biologiques signifie que toute espèce animale ou végétale, du fait même qu'elle naît, se nourrit, se développe et se multiplie, limite dans un milieu donné les populations d'une ou plusieurs autres espèces.

Cette limitation naturelle (...) dépend directement ou indirectement des facteurs physiques et chimiques du milieu, comme la température, les pluies d'une région, le degré hygrométrique de l'air, la salinité d'une eau, la composition ou l'acidité d'un sol ; elle dépend aussi de facteurs biologiques, comme la concurrence entre des espèces différentes, pour la même nourriture, la même place, le même abri. Elle dépend enfin des ennemis naturels de chaque espèce, que ce soient des parasites, des prédateurs ou des organismes pathogènes déclenchant des maladies. »

Il s'agit donc en résumé du fonctionnement « naturel » d'un écosystème, dont les différents composants interagissent entre eux pour tendre vers l'équilibre.

Or, de manière générale, l'influence de l'homme sur cet écosystème peut déstabiliser cet équilibre : urbanisation des milieux naturels, intensification de l'agriculture au détriment de la conservation des habitats naturels (haies, bosquets, prairies permanentes...) et des espèces (utilisation abusive de produits phytosanitaires...), introduction d'espèces invasives, fragmentation du milieu rendant difficiles les déplacements d'individus... Les équilibres biologiques sont donc parfois devenus à ce jour très fragiles.

Sur le secteur d'étude, ces équilibres sont principalement « portés » par les espaces naturels réservés restants : prairies permanentes, boisements naturels, zones humides...

Les continuités écologiques, qui participent aux équilibres biologiques d'un territoire, sont quant à elles définies à l'article L.371-1 du Code de l'Environnement de la manière suivante :

Composante verte :

- 1° Tout ou partie des espaces protégés au titre du présent livre et du titre Ier du livre IV* ainsi que les espaces naturels importants pour la préservation de la biodiversité ;
- 2° Les corridors écologiques constitués des espaces naturels ou semi-naturels ainsi que des formations végétales linéaires ou ponctuelles, permettant de relier les espaces mentionnés au 1° ;
- 3° Les surfaces mentionnées au I de l'article L. 211-14**.

* Les livres III et IV du code de l'environnement recouvrent notamment les parcs nationaux, les réserves naturelles, les parcs naturels régionaux, les sites Natura 2000, les sites inscrits et classés, les espaces couverts par un arrêté préfectoral de conservation d'un biotope...

** Il s'agit des secteurs le long de certains cours d'eau, sections de cours d'eau et plans d'eau de plus de dix hectares, l'exploitant ou, à défaut, l'occupant ou le propriétaire de la parcelle riveraine est tenu de mettre en place et de maintenir une couverture végétale permanente (appelées communément « Bandes enherbées »)

Composante bleue :

- 1° Les cours d'eau, parties de cours d'eau ou canaux figurant sur les listes établies en application de l'article L. 214-17* ;
- 2° Tout ou partie des zones humides dont la préservation ou la remise en bon état contribue à la réalisation des objectifs visés au IV de l'article L.212-1**, et notamment les zones humides mentionnées à l'article L. 211-3 *** ;
- 3° Les cours d'eau, parties de cours d'eau, canaux et zones humides importantes pour la préservation de la biodiversité et non visées aux 1° ou 2° du présent III.

* Cela concerne les cours d'eau, parties de cours d'eau ou canaux ayant de fortes fonctionnalités écologiques et désignées par le préfet de bassin sur deux listes : ceux qui sont en très bon état écologique ou identifiés par les SDAGE comme réservoirs biologiques ou d'intérêt pour le maintien, l'atteinte du bon état écologique/la migration des poissons-amphihalins (liste 1), et de ceux dans lesquels il est nécessaire d'assurer le transport suffisant des sédiments et la circulation des poissons (liste 2).

** Objectifs de préservation ou de remise en bon état écologique/chimique et de bonne gestion quantitative des eaux de surfaces et souterraines

***Zones dites « zones humides d'intérêt environnemental particulier » dont le maintien ou la restauration présente un intérêt pour la gestion intégrée du bassin versant, ou une valeur touristique, écologique, paysagère ou cynégétique particulière et qui sont définies par les SDAGE ou SAGE.

iii.3.1.1. La Trame Verte et Bleue

D'une manière générale, elles sont regroupées sous la notion de Trame Verte et Bleue (TVB) qui peut se définir comme une infrastructure naturelle, maillage d'espaces et milieux naturels, permettant le maintien d'une continuité écologique sur le territoire et ainsi le déplacement des individus. Ce réseau s'articule souvent autour de deux éléments majeurs (COMOP TVB) :

- Réservoirs de biodiversité : « espaces dans lesquels la biodiversité, rare ou commune, menacée ou non menacée, est la plus riche ou la mieux représentée, où les espèces peuvent effectuer tout ou partie de leur cycle de vie (alimentation, reproduction, repos) et où les habitats naturels peuvent assurer leur fonctionnement, en ayant notamment une taille suffisante. Ce sont des espaces pouvant abriter des noyaux de populations d'espèces à partir desquels les individus se dispersent, ou susceptibles de permettre l'accueil de nouvelles populations. »
- Corridors écologiques : « voie de déplacement empruntée par la faune et la flore, qui relie les réservoirs de biodiversité. Cette liaison fonctionnelle entre écosystèmes ou habitats d'une espèce permet sa dispersion et sa migration. On les classe généralement en trois types principaux : structures linéaires (soit des haies, chemins et bords de chemins, ripisylves...); structures en "pas japonais" (soit une ponctuation d'espaces relais ou d'îlots refuges, mares, bosquets...); matrices paysagères (soit un type de milieu paysager, artificialisé, agricole,...) »

La prise en compte de ces différentes composantes permet d'évaluer les réseaux fonctionnels à l'échelle d'un territoire, qui assurent les transferts d'énergies/matières entre les éléments de l'écosystème et contribuent ainsi au maintien de son équilibre biologique.

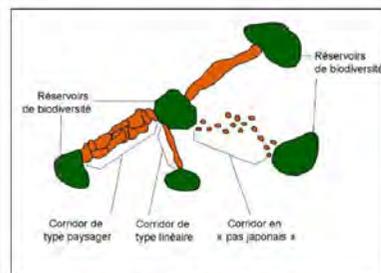


Figure 5 : Éléments de la Trame Verte et Bleue
(Source : CEMAGREF, d'après Bennett 1991)

iii.3.1.2. Schéma régional d'aménagement, de développement durable et d'égalité du territoire (SRADET)

En décembre 2021, le « Schéma régional d'aménagement, de développement durable et d'égalité du territoire » (SRADET) des Pays de la Loire est adopté par le Conseil régional. Celui-ci intègre entièrement le « Schéma Régional de Cohérence Ecologique » (SRCE) des Pays de la Loire utilisé jusqu'à présent.

Le SRCE, et donc par extension le SRADET, reprend les notions énoncées précédemment qui doivent être déclinées dans les documents d'urbanisme : Schéma de Cohérence Territoriale (SCoT), Plan Local d'Urbanisme (PLU).

L'État et la région des Pays de la Loire avaient engagé l'élaboration du Schéma Régional de Cohérence Écologique (SRCE), qui avait été adopté le 30 octobre 2015. Les enjeux sont synthétisés sur des cartographies, l'une à l'échelle de la région (Figure 6), l'autre à une échelle plus fine selon un découpage régulier (Figure 7).

Les informations disponibles actuellement permettent d'avoir d'ores et déjà des éléments concernant les continuités écologiques au niveau du projet. Cet ensemble de perméabilité présente un niveau peu élevé de connexion des milieux naturels. L'occupation du sol autour des éoliennes est un paysage se situant à proximité de deux réservoirs : une sous-trame boisée et une sous-trame bocagère, reliées par des corridors écologiques essentiellement de la sous-trame aquatique.

iii.3.1.3. Continuités écologiques autour du parc éolien de Soudan

L'aire d'étude éloignée tracée autour du parc de Soudan englobe des zones de sous-trame bocagère et boisées. La sous-trame bocagère est tout particulièrement présente autour du parc éolien. On note aussi à proximité immédiate du parc des composantes de la sous-trame aquatiques ainsi que des corridors écologiques notamment vallées qui peuvent être utilisées par l'avifaune. À une échelle plus locale, la présence de cultures en importante densité entrecoupée de nombreuses haies peut entraîner un attrait de l'avifaune et des chiroptères élevés.

Aucun corridor écologique principal défini dans le SRCE ne semble traverser le parc éolien de Soudan.

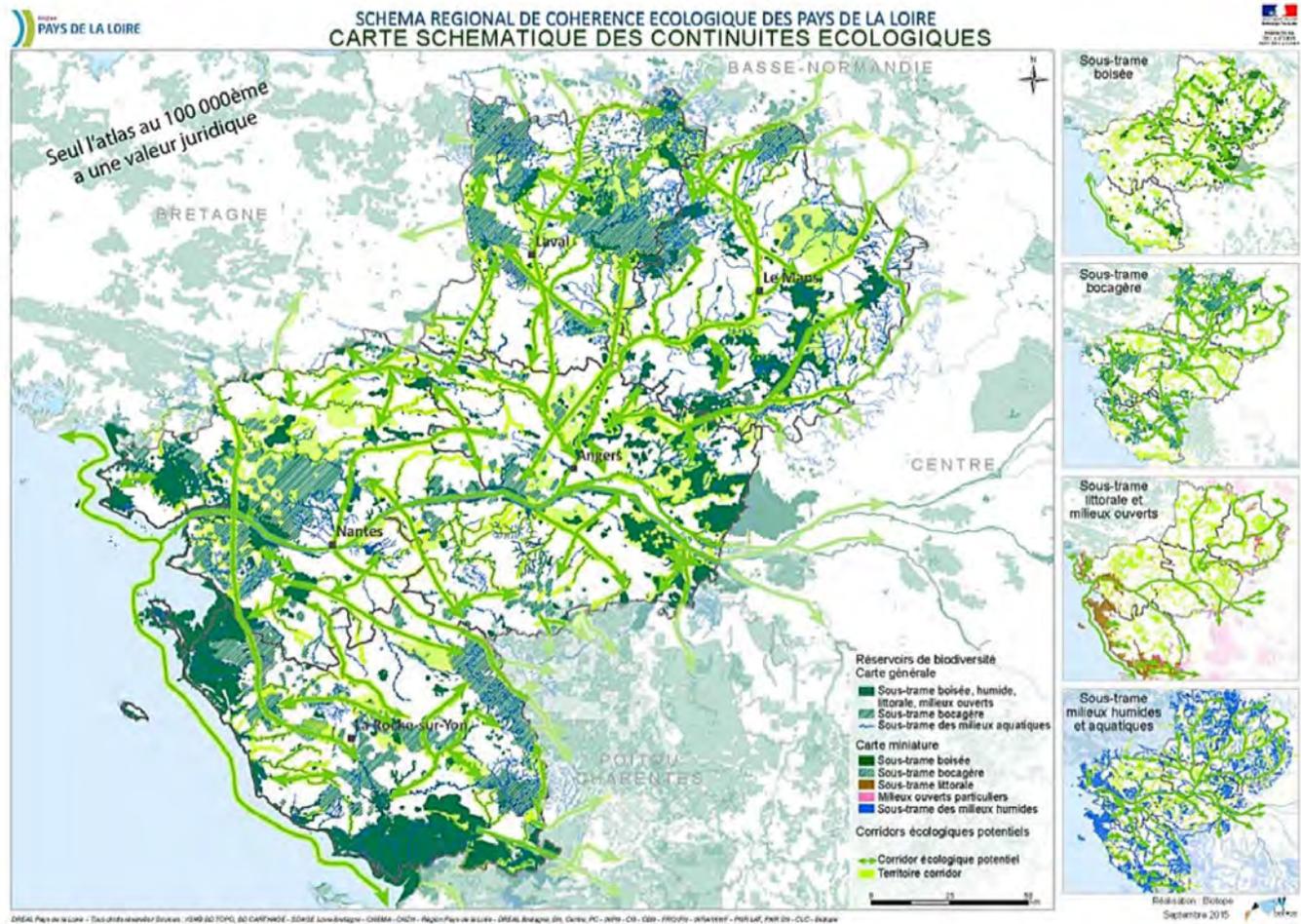


Figure 6 : Synthèse régionale schématique des continuités régionales terrestres et aquatiques en Pays de la Loire

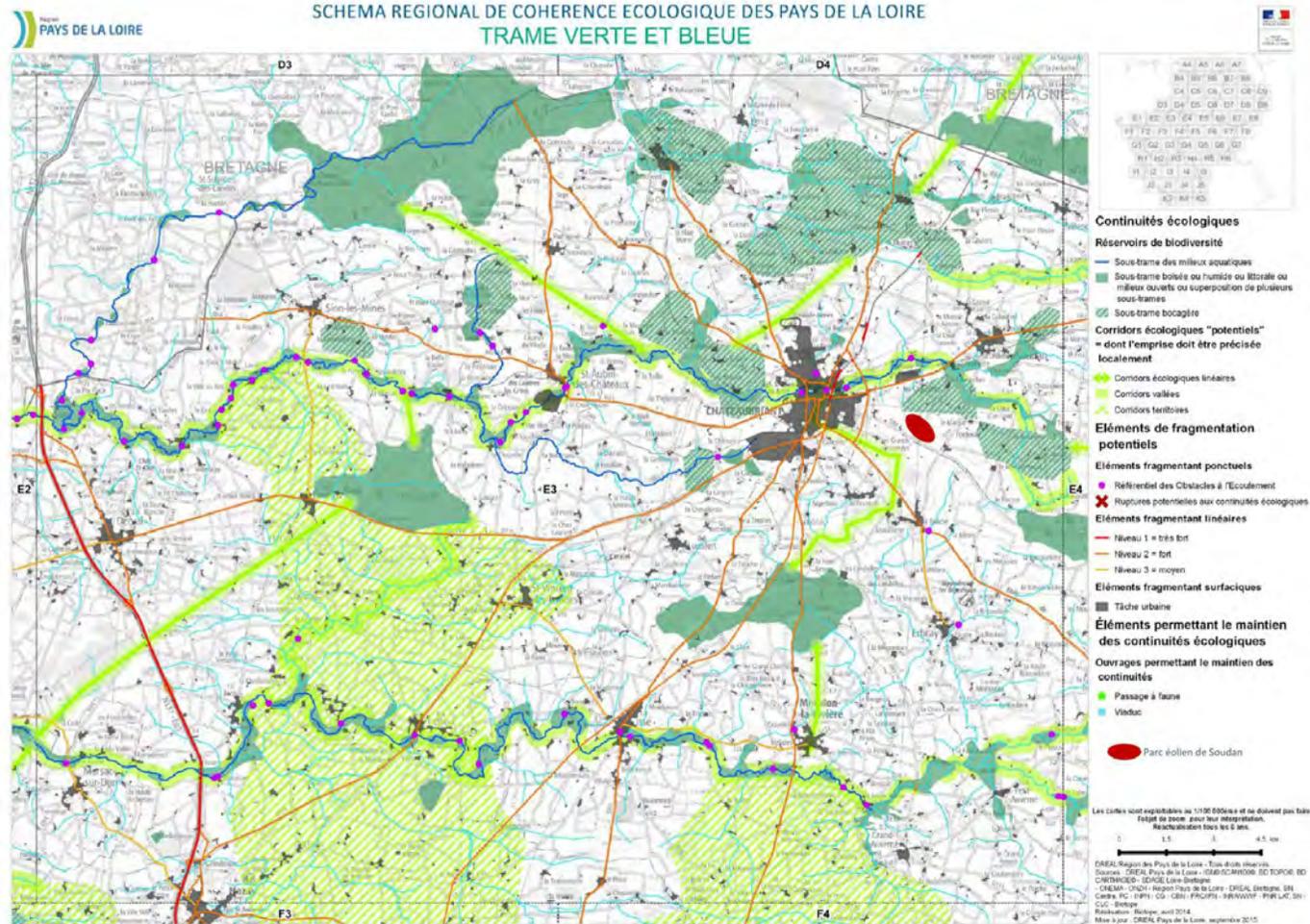


Figure 7 : Carte de la Trame Verte et Bleue de la maille E3 de du SRCE des Pays de la Loire

MÉTHODOLOGIE

Ce chapitre vise à présenter les différentes méthodologies mises en place dans le cadre du présent suivi d'exploitation. La méthode appliquée est notamment décrite, ainsi que les périodes d'inventaires. Cette partie expose ainsi les éléments qui s'avéreront nécessaires par la suite pour juger de la robustesse des résultats exposés.

Les méthodologies d'inventaire mises en place dans le cadre de ce projet ont été proposées par SYNERGIS ENVIRONNEMENT dans un cadre concerté et validé *in fine* par le maître d'ouvrage, et en se basant sur le protocole national de suivi d'exploitations des parcs éoliens terrestres. Elles sont définies en accord avec les recommandations des guides et doctrines en vigueur et proportionnées aux enjeux potentiels du site.

IV. Méthodologie et cadrage du protocole

IV.1. Méthodologie des enjeux

IV.1.1. Espèce d'intérêt patrimonial

Il convient d'abord d'expliciter la notion de « protégé ». En France, une grande partie de la faune sauvage vertebrée est protégée, sauf les espèces chassables ou celles qui, temporairement, tombent sous le coup d'un Arrêté Préfectoral permettant leur destruction. En conséquence la quasi-totalité des espèces mérite le qualificatif de « protégée ».

Pour les espèces présentant un intérêt particulier, on parlera plutôt d'espèces « remarquables » ou « patrimoniales », dont certaines sont « réglementées », terme employé par le site de l'INPN (dépendant du Museum d'Histoire Naturelle), qui constitue la référence dans ce domaine.

L'intérêt patrimonial est une définition qui doit être partagée par tous, mais dont l'application est subjective, car elle doit faire la part des choses du point de vue réglementaire (listes qui font l'objet d'une directive européenne ou d'un décret national) et écologique (listes rouges qui sont des outils, mais n'ont pas de portée réglementaire). Les outils permettant de définir les niveaux de patrimonialité des espèces (listes rouges, notamment) ne sont pas les mêmes pour chaque taxon. En effet, certains taxons ne font pas encore l'objet de listes rouges, qu'elles soient, régionales, nationales ou européennes. Par conséquent, les dires d'experts entrent également en compte dans l'évaluation des enjeux patrimoniaux.

L'intérêt patrimonial doit parfois être relativisé au regard de la situation régionale et locale. C'est l'objet de la définition des enjeux patrimoniaux, qui s'appliquent aux habitats et aux espèces.

IV.1.2. Évaluation des enjeux écologiques liés aux espèces

Pour les espèces, l'enjeu local de conservation est apprécié sur la base de critères réglementaires et scientifiques tels que :

- Les paramètres d'aire de répartition, d'affinité de la répartition, et de distribution ;
- La vulnérabilité biologique ;
- La biologie de l'espèce (migration / nidification pour les oiseaux, migration / hibernation / reproduction pour les chiroptères) ;
- Le statut de patrimonialité (textes réglementaires, listes rouges, espèces déterminantes de ZNIEFF, etc.) ;
- Les menaces ;
- Les dires d'experts ;
- L'état de conservation actuel et prévisible de la population locale.

Pour les espèces présentant des enjeux importants, les différentes observations de terrain sont prises en compte. Ces dernières permettent de mieux appréhender l'enjeu écologique de chaque espèce.

Dans le rapport, les espèces inventoriées sont présentées avec leur enjeu de conservation local et leur enjeu écologique sur site, ce dernier étant décrit à partir des enjeux de conservation et réévalué par rapport au comportement et à l'abondance de l'espèce.

De fait, cette analyse conduit à mettre en évidence des espèces qui ne sont pas réglementées. À l'inverse, des espèces réglementées mais présentant un faible enjeu local de conservation peuvent ne pas être mises en avant.

Le niveau de protection peut être considéré de façons différentes selon les groupes taxonomiques. La majorité des espèces françaises d'oiseaux, par exemple, sont protégées à l'échelle nationale alors que le nombre d'espèces floristiques protégées est beaucoup plus rare. Il est également important de recouper les informations concernant la réglementation française et européenne ainsi que les statuts de patrimonialité (Listes rouges, espèces déterminantes de ZNIEFF, etc.) afin d'évaluer au mieux les enjeux écologiques.

À noter que l'enjeu local de conservation d'une espèce ne doit pas être confondu avec la sensibilité de cette espèce au regard de l'aménagement prévu. Ainsi, une espèce à fort enjeu local de conservation peut ne présenter qu'une faible sensibilité au regard du projet d'aménagement si de nombreux habitats favorables se trouvent à proximité. Autre exemple : certaines espèces d'oiseaux sont sensibles à la présence d'êtres humains qui se promèneraient à proximité de leurs zones de repos, de nourrissage et de reproduction. L'incidence sera alors forte sur une espèce dont l'enjeu local de conservation est fort. En revanche, l'incidence sur une espèce d'enjeu modéré, faible ou très faible sera moins importante.

L'intérêt patrimonial doit donc parfois être relativisé au regard de la situation régionale et locale, puisqu'une espèce très rare au niveau mondial peut être très fréquemment rencontrée dans certaines régions. C'est l'objet de la définition des enjeux locaux de conservation pour les habitats et les espèces. Pour autant, l'analyse des incidences devra tenir compte des espèces citées dans les listes si elles sont rencontrées.

IV.1.3. Échelle d'enjeu

Dans la présentation des résultats, les enjeux sont évalués sur une échelle unique, qui va de « Nul » à « Exceptionnel », avec un code de couleurs associé.

Tableau 5 : Échelle des enjeux patrimoniaux

Introduite	Nul	Très faible	Faible	Modéré	Fort	Très fort	Exceptionnel
------------	-----	-------------	--------	--------	------	-----------	--------------

Ces enjeux reprennent principalement les enjeux définis par la Doctrine des Pays de la Loire et concernent spécifiquement l'éolien.

À partir de cet enjeu patrimonial, un enjeu sur le site et/ou à proximité est évalué en prenant en compte également les observations réalisées au niveau de la zone étudiée. Par exemple, une espèce locale d'enjeu fort qui a été observée en transit une seule fois sur le site et qui ne se reproduit pas sur ce dernier pourra se voir attribuer un enjeu modéré voire faible.

Cependant, dans certains cas, l'enjeu pourra être monté d'un ou plusieurs niveaux si cela se justifie.

IV.2. Suivi de mortalité

Les cadres méthodologiques du suivi de mortalité des chiroptères et de l'avifaune mis en place par Synergis Environnement sont présentés et replacés dans le cadre réglementaire s'appuyant sur le document-cadre dernièrement validé par le ministère de la transition écologique et solidaire (2018) et le cahier des clauses techniques particulières fourni par la CNR.

IV.2.1. Fréquence de suivi

Le suivi de la mortalité de l'avifaune et des chiroptères est mené sur les 3 éoliennes du parc éolien de Soudan. Il a débuté le 20 mars 2023 et s'étend jusqu'au 26 octobre 2023, à raison d'un passage par semaine sur la période comprise entre les semaines 10 et 43. Au total 32 sorties ont été effectuées. Les dates d'interventions sont rappelées ci-dessous.

Tableau 6 : Dates des passages du suivi de mortalité

Date	Observateur
2023-03-20	Bourdrez Thomas
2023-03-27	Bourdrez Thomas
2023-04-05	Bourdrez Thomas
2023-04-13	Bourdrez Thomas
2023-04-20	Carreau Alexis
2023-04-27	Carreau Alexis
2023-05-04	Carreau Alexis
2023-05-11	Carreau Alexis
2023-05-17	Carreau Alexis
2023-05-25	Guyon-Leroy Lucie
2023-06-01	Carreau Alexis
2023-06-08	Carreau Alexis
2023-06-15	Carreau Alexis
2023-06-22	Carreau Alexis
2023-06-29	Carreau Alexis
2023-07-06	Carreau Alexis
2023-07-12	Carreau Alexis
2023-07-19	Carreau Alexis
2023-07-27	Guyon-Leroy Lucie
2023-08-03	Carreau Alexis
2023-08-10	Carreau Alexis
2023-08-17	Carreau Alexis
2023-08-24	Carreau Alexis
2023-08-31	Carreau Alexis
2023-09-07	Guyon-Leroy Lucie
2023-09-14	Bourdrez Thomas
2023-09-21	Bonhomme Martin
2023-09-28	Carreau Alexis
2023-10-05	Guyon-Leroy Lucie
2023-10-12	Guyon-Leroy Lucie
2023-10-19	Guyon-Leroy Lucie
2023-10-26	Guyon-Leroy Lucie

IV.2.2. Protocoles mis en œuvre

IV.2.2.1. Protocole de terrain

Conformément au protocole de suivi environnemental des parcs éoliens terrestres dans sa révision de 2018 (MTES, 2018), le suivi des 3 aérogénérateurs s'effectue sur un carré de 100 m de côté centré sur chaque éolienne (soit une surface de 1 ha, jugée suffisante pour obtenir une estimation précise de la mortalité induite par les éoliennes).

Chaque surface-échantillon est parcourue à pied en suivant des transects (lignes de prospection) espacés de 5 à 10 m, de manière à couvrir la totalité de celle-ci. Le temps de prospection attendu se situe entre 30 et 45 minutes, selon la hauteur de la végétation. Les probabilités de détection diminuant drastiquement lorsque le couvert végétal est trop important, seules les parcelles dont la végétation est inférieure à 30 cm de haut sont prospectées.

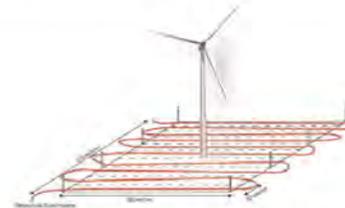


Figure 8 : Schéma de principe des recherches de terrain (Source : LPO, 2004)

Pour chaque journée de suivi et pour chaque aérogénérateur, une base de données est remplie, y compris en l'absence de cadavre. Elle contient, entre autres : la date, le nom du chargé d'étude et, le cas échéant, le nom de l'espèce localisée, son statut de conservation, les coordonnées du cadavre, une estimation de son âge et de son état, ainsi que des photos *in situ*.

IV.2.2.2. Prise en compte des biais

Cependant, trois facteurs sont susceptibles de mener à une sous-estimation de la mortalité (DULAC, 2008) :

- La disparition des cadavres entre le moment où l'oiseau est percuté et celui où il est découvert : prédation par des charognards, dégradation par des insectes nécrophages ou par de fortes pluies, enfouissement des cadavres au moment des labours.
- La difficulté à repérer les oiseaux, en particulier lorsque ceux-ci sont de petite taille et/ou que la végétation est particulièrement haute.
- La réduction ponctuelle de la surface prospectée en fonction de la hauteur de la végétation.

On peut aussi évoquer la mortalité différée (animal blessé se déplaçant largement hors de l'aire de recherche avant de décéder), qui n'est pas considérée dans le présent rapport.

La prise en compte de ces 3 facteurs implique différentes adaptations sur le terrain.

Dans la mesure où la prédation se produit essentiellement au cours du jour (en début et fin de journée pour les prédateurs nocturnes ou crépusculaires ; de l'aurore à la tombée de la nuit pour les prédateurs diurnes), la prospection doit se faire le plus tôt possible. Néanmoins, la détectabilité diminue lorsque la luminosité est faible, il n'est pas possible de prospecter aux aurores. Dès lors, la prospection doit commencer, au plus tôt, à partir du lever du soleil.

De plus, en cas de travaux agricoles sur une partie de la surface, de présence de biocides ou d'évolution défavorable du couvert végétal, la surface prospectée sera réduite provisoirement. Un état des lieux de l'occupation des sols au pied des éoliennes doit être conduit en conséquence.

Enfin, plusieurs coefficients correcteurs sont appliqués aux résultats obtenus sur le terrain, de manière à compléter la prise en compte des facteurs précédemment cités et limiter les biais potentiels.

IV.2.2.2.1. Mortalité détectée et attribuable à l'éolienne

Afin d'estimer la mortalité imputable au fonctionnement du parc éolien uniquement, les éventuels cadavres liés à d'autres causes (Nb) ne sont pas pris en compte.

N_a : Nombre de cadavres découverts

N_b : Nombre de cadavres découverts dont la mort n'est pas liée aux éoliennes

C : Nombre de cadavres comptabilisés = $N_a - N_b$

IV.2.2.2.2. Coefficient de détectabilité (d)

Un coefficient de détectabilité compris entre 0 (aucun cadavre détecté) et 1 (100% des cadavres détectés) est calculé pour chaque observateur et pour chaque type de surface. Il correspond à l'efficacité de l'observateur pour retrouver des cadavres sur une surface donnée.

Chaque intervenant du suivi de mortalité participe à des tests de détection, un par saison afin d'intégrer la variation des couverts végétaux. Ces derniers permettent de définir le coefficient de détectabilité.

Pour cette étude, les intervenants se sont fait tester en dehors des parcs éoliens, sur des sites ayant été choisis pour leur similarité de couvert végétal et leur proximité à l'agence en charge du suivi.

Les leurres choisis ont représenté au mieux la diversité des cadavres que l'on peut retrouver au pied des éoliennes :

- Des chauves-souris, ayant une taille similaire aux espèces européennes,
- Des petits oiseaux de diverses couleurs, semblables à des passériformes
- Des oiseaux d'effarouchement, proches visuellement des rapaces.



Figure 9 : Leurres utilisés pour les tests de détection

Chaque intervenant a été testé sur les couverts végétaux « végétation basse » et « végétation moyenne », le taux de détection pour les « surfaces planes » étant considéré comme excellent (0,95) et celui des « végétations hautes » étant considéré comme nul (0) par défaut.

Le dépôt des leurres a été fait par un chargé d'études ne prenant pas part aux suivis de mortalité, et les intervenants testés ont prospecté les sites ex-situ selon des transects identiques à ceux parcourant le pied des éoliennes.

Ce coefficient est déterminé à partir de tests menés en parallèle du suivi de mortalité et réalisés pour chaque intervenant dans des conditions réelles (i.e. naïves). Pour chaque test, des leurres de tailles et de formes variées sont disposés par un préparateur selon une disposition aléatoire. L'intervenant suit ensuite le parcours selon les modalités habituelles, avec un contrôle strict du timing, de manière à limiter l'intensification de la recherche au-delà de la pratique normale. Différents coefficients de détectabilité lui sont alors attribués par type de surface.

Tableau 7 : Exemple de coefficients de détectabilité

Intervenant	Surface plane	Végétation basse	Végétation haute
Intervenant 1	0,85	0,4	0,2
Intervenant 2	0,84	0,28	0,14

Dans les faits, deux aspects sont susceptibles d'en limiter la portée :

- L'aspect inattendu du test est rapidement dissipé : dès que l'intervenant trouve un leurre, il comprend qu'un test est en cours. Seule la recherche jusqu'à la découverte du premier leurre n'est pas biaisée. Le biais n'est ainsi que partiellement compensé. Seule l'utilisation de véritables cadavres permettrait de leurrer l'intervenant, à condition d'utiliser de faibles quantités de leurres.
- Le développement de la végétation au fil des semaines est particulièrement rapide au début de la saison de suivi. Le contexte local qui sert de référence pour le suivi n'est donc pas nécessairement pertinent au-delà d'une courte période (2 ou 3 semaines maximum en début de saison).

IV.2.2.3.3. Coefficient de persistance (\bar{t})

Le coefficient de persistance correspond à la durée moyenne de persistance d'un cadavre, autrement dit, au temps qui s'écoule avant que ce dernier ne disparaisse du fait des prédateurs, des précipitations ou des labours. Il permet d'estimer le nombre d'oiseaux dont le cadavre disparaît avant d'être détecté par l'observateur.

Pour déterminer ce coefficient, une trentaine de cadavres de poussins et de souris sont disséminés et répartis au pied des éoliennes du site. Les cadavres sont dénombrés le lendemain et lors d'une série de contrôles, courant jusqu'à disparition des cadavres ou à concurrence de 14 jours si nécessaires. Deux tests sont menés sur la période de suivi, de manière à tenir compte de l'évolution du couvert végétal. Si un cadavre d'oiseau ou de chauve-souris est découvert le jour de la pose des cadavres et qu'il est déterminé comme mort dans la journée, il est alors ajouté au test de persistance.

La durée moyenne de persistance des cadavres est calculée ainsi : $\bar{t} = \frac{\sum \text{Persistance par cadavre}}{\text{Nbre cadavres}}$

IV.2.2.3.4. Coefficient et pondération de surface

La détectabilité variant considérablement d'un type de surface à l'autre, cinq types de surface sont définis puis traités de façon différenciée dans les processus de suivi, de test et d'analyse :

- Surfaces planes (voiries, plateformes, champs labourés/nivelés) ;
- Végétation basse (inférieure à 15 cm, sol nu très irrégulier) ;
- Végétation moyenne (comprise entre 15 et 30 cm de haut) ;
- Végétation haute (plus de 30 cm, mais pouvant être parcourue) ;
- Inaccessible (fourré dense, zone clôturée, etc.).

Seuls les trois premiers types de surface sont prospectés et pris en compte dans le suivi, le quatrième pouvant seulement révéler des espèces de grande taille. La hauteur du couvert végétal variant au cours de l'année, chaque quadrat prospecté est divisé en plusieurs polygones correspondants à différents types de surface.

En théorie la surface prospectée est de 1 ha (100m*100m) pour un carré et de 0,78 ha pour un cercle. Dans la pratique, des éléments comme une végétation trop haute, un traitement par biocide, ou autre, peuvent empêcher l'observateur d'accéder à certaines parcelles. La réduction provisoire de la surface prospectée qui en résulte doit nécessairement être prise en compte.

Afin d'intégrer les surfaces non-prospectées dans les analyses statistiques, un coefficient A est calculé en divisant la surface réellement prospectée (S_p) par la surface théorique de prospection (S_{ap}). A cet effet, un état des lieux de l'occupation du sol au pied des éoliennes doit être effectué à chaque prospection et la pondération actualisée pour chaque éolienne.

Tableau 8 : Exemple de notation des types de couverts par éolienne

Eolienne A	Surface plane	Végétation basse	Végétation moyenne	Non prospectable
Semaine 1	0,6 ha	0,4 ha	0 ha	0 ha
Semaine 2	0,5 ha	0,3 ha	0,2 ha	0 ha
Semaine 3	0,5 ha	0,2 ha	0,1 ha	0,2 ha

IV.2.2.3. Formules d'ajustement

Les estimations de mortalité sont réalisées à l'aide de trois formules recommandées par le ministère de l'Enseignement supérieur, de la recherche et de l'innovation : les formules d'Erickson, de Jones et de Huso. Leur utilisation conjointe permet de quantifier l'incertitude impliquée par les processus d'échantillonnage utilisés et de limiter au mieux les éventuels biais.

IV.2.2.3.1. Formule de Winkelmann

C'est Winkelmann (1992) qui, le premier, a mis au point une formule permettant d'intégrer les coefficients correcteurs de détectabilité, de persistance et, dans un second temps, de surface. Bien qu'elle ne soit plus utilisée, cette formule a constitué une base de travail solide pour Erickson, Jones et Huso.

$$N = \left(\frac{C}{p \times d} \right) \times A$$

N = Nombre estimé d'oiseaux ou chauves-souris tués par les éoliennes

C = Nombre de cadavres comptabilisés (dont la mort est liée aux éoliennes)

d = Taux de détection (efficacité de l'observateur)

p = Taux de persistance (disparition des cadavres) durant l'intervalle de suivi

A = Coefficient correcteur de surface (Surface prospectée / Surface de prospection théorique)

IV.2.2.3.2. Formule d'Erickson

La formule d'Erickson (2004) reprend celle de Winkelmann en remplaçant le taux de persistance des cadavres par la durée moyenne de persistance. Cette méthode d'ajustement présente comme avantage de pouvoir réaliser des estimations de mortalité même quand le taux de persistance à la fin de l'intervalle de suivi est nul (par exemple sur un intervalle de suivi particulièrement long).

$$N = \left(\frac{l \times C}{t \times d} \right) \times A$$

l = Nombre de jours entre chaque passage

t = Durée moyenne de persistance des cadavres

IV.2.2.3.3. Formule de Jones

La formule de Jones (2009) constitue une alternative à la formule d'Erickson, dont elle précise encore certains paramètres comme la persistance des cadavres. En outre, elle suppose que le taux de mortalité est constant sur l'intervalle de suivi, que la durée de persistance d'un cadavre suit une loi exponentielle négative et que la probabilité de disparition moyenne d'un cadavre est égale à la probabilité de disparition d'un cadavre tombé à la moitié de l'intervalle.

Jones et al. intègrent la notion d'intervalle effectif : ils considèrent que plus l'intervalle est long, plus la persistance des cadavres tend à s'approcher de 0. Ainsi, un cadavre retrouvé à la fin d'un intervalle de suivi long n'est probablement pas mort au début de l'intervalle, mais plus vraisemblablement dans un intervalle effectif \bar{l} qui correspond à la période pendant laquelle le taux de persistance est supérieur à 1%. La valeur de cet intervalle vaut donc : $-\log(0,01) \times t$

Dans les calculs, \bar{l} prend la valeur minimale entre l et \bar{l} , sans que soient donnés davantage de détails dans la version 2009 de la formule.

Jones et al. intègrent également la notion de coefficient correcteur de l'intervalle, soit $\hat{e} = \frac{\text{Min}(l, \bar{l})}{l}$

$$N = \frac{C}{d \times \exp^{-0.5 \times d / \tau} \times \hat{e}} \times A \text{ avec } p = \exp^{-\frac{2.5 \times \hat{e}}{l}}$$

IV.2.2.3.4. Formule de Huso

La formule de Huso (2010) reprend la formule de Jones (mortalité constante au cours du temps) mais 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. De fait, elle propose un coefficient plus élevé :

$$N = C / (d \times \frac{t \times (1 - \exp^{-\frac{t}{l}})}{l} \times \hat{e}) \times A \text{ avec } p = t \times (1 - \exp^{-\frac{t}{l}}) / l$$

IV.2.2.4. Calcul de la mortalité réelle

Afin d'estimer le plus précisément possible la mortalité induite par les éoliennes, les données recueillies lors du suivi de mortalité et les résultats obtenus à l'issue des tests de persistance et de détection sont renseignés dans l'application « EolApp », mise à disposition par le Centre d'Ecologie Fonctionnelle et Evolutive (CEFE) : <https://shiny.cefe.cnrs.fr/Eolapp/>

Le renseignement des variables par l'utilisateur peut se faire via un fichier de données brutes ou bien directement sur le site du CEFE. L'utilisateur indique le nombre de cas de mortalité par passage dans un premier fichier et la durée de persistance par carcasse (lors du test) dans un second fichier. Il renseigne également l'intervalle entre chaque passage, le nombre de leurres posés et le nombre de leurres retrouvés pour la détection, ainsi que le pourcentage de surface prospectée.

Les données de terrain sont ensuite utilisées par l'application pour calculer des probabilités et simuler des cas théoriques par tirage aléatoire. Ces simulations permettent aux estimateurs de prendre en compte la multiplicité et la variabilité potentielle des situations initiales. À titre d'illustration, dix cadavres retrouvés peuvent correspondre à dix cas effectifs de mortalité comme à cent.

Pour chaque formule d'ajustement (Erickson, Jones, Huso), l'application calcule la valeur médiane des simulations ainsi que les intervalles de confiance (IC) à 95 % (borné par IC 2,5 et IC 97,5) et à 80 % (borné par IC 10 et IC 90).

La médiane correspond au cas théorique le moins extrême (autant de cas avec une mortalité moindre que de cas avec une mortalité supérieure), tandis que l'intervalle de confiance à 95 % correspond aux cas les plus extrêmes (i.e. ayant une probabilité infime de correspondre à la situation réelle). Le plus souvent, la situation se trouve dans l'intervalle de confiance à 80 %.

De fait, pour établir l'intervalle du nombre réel de cadavres, l'application utilise l'indice de confiance à 10 % le plus bas et l'indice de confiance à 90 % le plus haut (plus cet intervalle est important, moins les résultats sont certains). Enfin, pour estimer la mortalité réelle par éolienne et à l'échelle du parc, l'application calcule la moyenne des médianes de chaque formule.

En outre, les estimateurs utilisant des séries aléatoires de mortalités théoriques, une estimation répétée pourra conduire à des résultats légèrement différents. Aussi, les estimateurs ne calquant pas les bornes inférieures des intervalles sur le nombre de cas réellement enregistrés, il est possible que le calcul indique une borne inférieure au nombre de cas. Quand il est fait état de l'intervalle, ce sont donc les limites calculées qui sont indiquées. En revanche, quand est évoqué le chiffre réel, la borne inférieure est ajustée au nombre de cas réellement enregistrés.

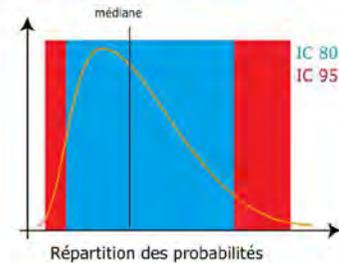


Figure 10 : Répartition des probabilités en fonction d'une valeur théorique de mortalité réelle

IV.3. Suivi nacelle des chiroptères

IV.3.1. Utilisation des données météorologiques

Le maximum d'activité des chauves-souris est variable selon certains paramètres météorologiques. Étant donné que le vent et les températures sont des éléments importants pour les chiroptères, une analyse de l'activité en fonction des données fournies par l'exploitant est réalisée.

Ainsi, les données disponibles issues de mesures (vitesse et orientation du vent, activité de l'éolienne, température de l'air) sont relevées par séquences de 10 minutes du 07/03/2023 au 30/11/2023 et croisées avec le nombre de contacts détectés par jours, semaine et mois.

IV.3.2. Matériel utilisé

Selon la révision 2018 du protocole de suivi environnemental des parcs éoliens terrestres (MEDDE, 2018), les dispositifs automatisés de suivi d'activité en nacelle doivent pouvoir enregistrer sur l'ensemble de la nuit, sur l'intégralité de la saison. Ils doivent également capter la totalité des signaux acoustiques des chauves-souris.

Le dispositif utilisé pour l'écoute prolongée des chauves-souris en nacelle est composé de :

- Un Batlogger WE-X1 ;
- Un microphone MC32W ;
- Une alimentation secteur fournie par l'éolienne.



Figure 8 : Batlogger WE X1 avec micro MC32W

Le module Batlogger WE X1 se place donc dans la nacelle de l'éolienne E3. Concernant le micro, celui-ci est placé sous la nacelle, à l'arrière de l'éolienne et orienté vers le bas, par l'intermédiaire d'un trou percé dans le sol de la nacelle. Dans notre cas, le module a enregistré l'activité des chiroptères du 07 mars 2023 au 20 novembre 2023.

Le boîtier enregistre de manière autonome sur une carte SD les séquences des chiroptères. Une carte SIM peut également être insérée dans le Batlogger pour permettre à celui-ci d'envoyer après chaque nuit un SMS de statut de l'appareil. En outre, il est possible de changer les paramètres du boîtier en cours de saison via l'envoi de SMS avec ce dernier.

Une fois l'enregistreur paramétré et installé dans la nacelle, celui-ci est autonome. En effet, en journée, le Batlogger est alimenté par la prise secteur et recharge en même temps la batterie sur laquelle il est également branché. Lorsqu'il est en « dormance », il est possible d'accéder aux données qu'il a enregistrées. Il se déclenche lui-même aux horaires programmés pour enregistrer. À ce moment-là, il se coupe de l'alimentation secteur pour basculer sur la batterie. Il n'est alors plus possible d'accéder aux données qu'il a acquises. Il rebascule sur l'alimentation secteur à sa mise en « dormance » et envoie un SMS à ce moment-là.

IV.3.3. Analyse des enregistrements

Les chauves-souris européennes utilisent le principe du sonar, appelé écholocalisation, pour se déplacer et pour chasser. Elles émettent ainsi des ultrasons qui leur permettent de se déplacer dans la nuit. En effet, les ultrasons (non audibles pour l'oreille humaine) rebondissent sur les obstacles ou les proies et leurs échos sont captés par les chauves-souris au niveau des oreilles. C'est cet écho qui va leur permettre d'évaluer la distance et la forme des objets détectés (BARATAUD, 2015). En plus de ces ultrasons, les chiroptères peuvent également émettre des « cris sociaux » qui sont des cris de communication et qui sont, eux, audibles par l'homme. Les ultrasons sont émis soit avec le nez dans le cas des rhinolophes, soit avec la bouche dans le cas des vespertillons.

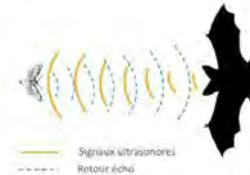


Figure 11 : Principe de l'écholocalisation des chiroptères

Chaque espèce possède des gammes de signaux qui lui sont propres. Il est alors possible d'identifier une espèce à partir de signaux ultrasonores enregistrés. Toutefois, en fonction du contexte, il peut exister des recouvrements (signaux ayant les mêmes caractéristiques), rendant l'identification plus délicate (BOONMAN *et al.*, 1995 ; SIEMERS & SCHNITZLER, 2000).

Le suivi des chiroptères par acoustique – à l'aide d'un détecteur à ultrasons – permet donc de déterminer les espèces présentes en altitude sur le parc.

L'ensemble des données des inventaires a été analysé de façon qualitative et quantitative selon la méthode d'écologie acoustique (BARATAUD, 2020). En divisant les fichiers par tranche de 5 secondes, cette méthode permet, grâce à l'analyse auditive, comportementale et informatique, de calculer le nombre de contacts émis par une espèce sur le parc.

Cette partie a été réalisée par notre sous-traitant Barbastella Consultant.

Après enregistrement des fichiers sons par l'appareil (Batlogger), un renommage « normé » de ces derniers a été réalisé à l'aide des logiciels Ant Renamer et Lupas Rename. Par la suite, les séquences ont été converties, expansées x10 et coupées en 5 secondes à l'aide du logiciel Kaléidoscope. Enfin, les séquences « normées » ont été triées et identifiées grâce au logiciel Analoow. Ce logiciel, à l'aide de ses outils, permet en effet de prévisualiser rapidement l'intégralité des séquences les unes après les autres et de leur attribuer une identification. Les séquences non identifiables avec une simple prévisualisation ont été analysées à l'aide des logiciels Batsound et

ChiroSurf. L'identification de ses séquences repose sur des mesures précises (fréquences initiales et terminales, fréquences du maximum d'énergie, intervalles entre les signaux etc.).

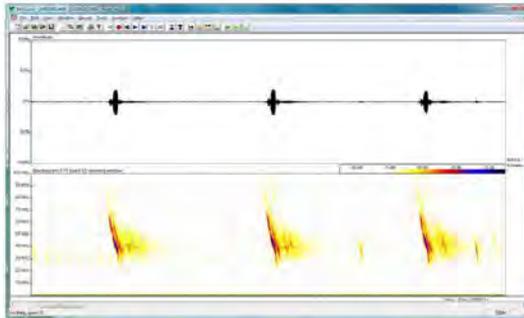


Figure 12 : Exemple d'un spectrogramme et d'un oscillogramme sous BatSound

Il est important de souligner que, bien que le matériel soit performant, il n'est pas toujours possible d'aboutir à une identification certaine sur des fichiers dégradés par l'enregistrement, de trop faible intensité ou sur lesquels aucun critère discriminant n'est présent. Dans ce cas, l'identification ne va pas plus loin que le genre et c'est le nom du groupe d'espèces qui est retenu. Les différents groupes d'espèces possibles sont présentés dans le tableau ci-dessous.

Tableau 9 : Regroupement d'espèces possibles

Groupe d'espèces	Espèces comprises	
P35	Pipistrelle de Kuhl Pipistrelle de Nathusius	<i>Pipistrellus kuhlii</i> <i>Pipistrellus nathusii</i>
P40	Pipistrelle de Nathusius Pipistrelle commune	<i>Pipistrellus nathusii</i> <i>Pipistrellus pipistrellus</i>
P50	Pipistrelle commune Pipistrelle pygmée Minioptère de Schreibers	<i>Pipistrellus pipistrellus</i> <i>Pipistrellus pygmaeus</i> <i>Miniopterus schreibersii</i>
F1esp (Oreillard sp)	Oreillard gris Oreillard roux Oreillard montagnard	<i>Plecotus austriacus</i> <i>Plecotus auritus</i> <i>Plecotus macrobullaris</i>
Myasp (Myotis sp)	Tous les Murins	
ENVsp (Sérotyles)	Sérotine commune Sérotine de Nilson Sérotine bicolore Noctule commune Noctule de Leisler	<i>Eptesicus serotinus</i> <i>Eptesicus nilsonii</i> <i>Vesperugo murinus</i> <i>Nyctalus noctula</i> <i>Nyctalus leisleri</i>

Lors de l'analyse des incidences mesurées, c'est l'espèce possédant l'enjeu sur site le plus important du groupe qui sera alors retenue.

IV.3.4. Évaluation de l'activité

Le nombre de contacts de chaque espèce est comparé au référentiel d'activité de Synergis Environnement produit sous le même principe que le référentiel Vigie-chiro du Muséum National d'Histoire Naturelle. Ce référentiel décline l'activité des chiroptères en France, basée sur la méthode d'Alexandre Haquart (2015).

L'activité acoustique des chiroptères ne suit pas une loi normale. Cela signifie que, pour chacune des nuits d'enregistrement, il est commun d'enregistrer peu de contacts, tandis que les nuits avec une forte activité sont rares. Partant de ce postulat, des nuits d'enregistrements disponibles ont été ordonnées dans la base de données (Vigie-chiro) puis des quantiles ont été calculés pour chaque espèce séparément. Ces quantiles 25 %, 75 % et 98 % aident à définir des niveaux d'activité (faible, modérée, forte et très forte).

Pour donner un exemple, si Q25 % = 3 contacts/nuit, cela veut dire que 25 % des nuits ont une valeur inférieure ou égale à 3 et que, si le nombre de contacts par nuit est compris en 0 et 3, l'activité sera faible.

Tableau 13 : Niveau d'activité en fonction des quantiles (Source : Vigie-Chiro)

Quantiles	Niveau d'activité
< Q25	Faible
Q25 – Q75	Modéré
Q75 – Q98	Fort
> Q98	Très fort

Les seuils définissant un niveau d'activité pour une espèce sont variables en fonction de son abondance. Ces seuils ont été définis par le référentiel Synergis Environnement à l'aide de nombreuses études. Ainsi, la Noctule de Leisler, qui est plus rare que la Pipistrelle commune, peut avoir un niveau d'activité « Très fort » pour une valeur inférieure à celle d'un niveau d'activité « Fort » de Pipistrelle commune.

Dans cette étude, un nombre de contacts par espèce et par nuit a été calculé puis comparé au référentiel d'activité.

Il est nécessaire de rappeler que, pour utiliser ce référentiel d'activité, le protocole d'enregistrement doit correspondre au protocole Vigie-chiro (enregistrement sur toute une nuit, un contact = 5 secondes). De plus, pour construire le référentiel, le nombre d'observations utilisées et les analyses réalisées par les logiciels sont des facteurs très importants de robustesse.

Un fort taux d'erreur dans l'identification des espèces par le logiciel induit, par conséquent, des erreurs dans les niveaux d'activité. Les espèces ou les habitats sous échantillonnés traduisent, quant à eux, des seuils d'activité non fiables. L'ensemble de ces paramètres a été pris en compte pour la rédaction des résultats et les conclusions énoncées.

Tableau 10 : Extrait de l'évaluation du seuil d'activité au sol pour chaque espèce de chauves-souris en altitude (Source : Vigie-chiro)

Espèces	Type référentiel	Niveau de confiance	Très faible (<)	Faible (<)	Moyen (Entre)	Fort (Entre)	Très fort (>)
Pipistrelle commune	National	Très bon	0,00	2,00	2,00	14,00	161,00
Pipistrelle de Kuhl	National	Très bon	0,00	2,00	2,00	19,00	224,00
Pipistrelle de Nathusius	National	Très bon	0,00	1,00	1,00	7,00	28,00

IV.3.5. Détermination du niveau d'enjeu

Toutes les chauves-souris sont protégées en France, mais les statuts de protection et de conservation varient en fonction des espèces.

L'enjeu local de conservation est apprécié sur la base de critères réglementaires et scientifiques tels que :

- Les paramètres d'aire de répartition, d'affinité de la répartition, et de distribution ;
- La vulnérabilité biologique ;
- La biologie de l'espèce ;
- Le statut de patrimonialité (textes réglementaires, listes rouges, espèces déterminantes de ZNIEFF...);
- Les menaces ;
- Les dires d'experts ;
- L'état de conservation actuel et prévisible de la population locale.

Quatre niveaux d'enjeu sont alors possibles :

Tableau 11 : Calcul du niveau d'enjeu patrimonial

Niveau d'enjeu patrimonial	Notation
Faible	0
Moyenne	0,5
Fort	1
Très fort	1,5 à 2,5

IV.3.6. Détermination du niveau de sensibilité et vulnérabilité

Les chauves-souris n'ont pas toutes la même sensibilité face à l'éolien. En l'occurrence, les espèces de haut vol sont davantage exposées aux collisions que les espèces de vol bas. Il en va de même pour les espèces se déplaçant sur de longues distances.

IV.3.6.1. Calcul du niveau de sensibilité

Le niveau de sensibilité pour chaque espèce est estimé à partir de l'état des connaissances actuelles et du travail mené par Eurobats (RODRIGUES *et al.*, 2014).

Tableau 12 : Niveau de risques de collision avec les éoliennes selon les espèces (Source : Eurobats, 2014)

Risque fort	Risque moyen	Risque faible	Inconnu
Nyctalus spp.	Eptesicus spp.	Myotis spp.**	Rousettus aegyptiacus
Pipistrellus spp.	Bardufella spp.	Plecotus spp.	Taphozous rudiventris
Vesperugo murinus	Myotis daubentonii*	Phyllostoma spp.	Otomysotis hammondi
Myotis spp.			Miniopterus pallidus
Myotis spp.			
Tadarida teniolis			

Trois niveaux ressortent pour les espèces présentes en France et une note est attribuée en fonction de ceux-ci.

Tableau 13 : Calcul du niveau de sensibilité

Sensibilité	Notation
Faible	0,5
Moyenne	1
Forte	2

IV.3.6.2. Calcul du niveau de vulnérabilité

Tout comme les oiseaux, les chauves-souris peuvent être impactées par l'éolien, mais ne présentent pas toutes la même vulnérabilité face à celui-ci. Ainsi, un niveau de vulnérabilité est calculé pour chaque espèce en fonction de son niveau d'enjeu et de sensibilité face aux éoliennes.



C'est donc l'addition des notes obtenues avec le niveau d'enjeu et le niveau de sensibilité qui permet de définir le niveau de vulnérabilité potentiel des espèces.

Tableau 14 : Calcul du niveau de vulnérabilité

Note enjeu + sensibilité	Niveau de vulnérabilité
Faible	0 et 0,5
Moyenne	1 et 1,5
Fort	2 et 2,5
Très fort	3 et +

RESULTATS

Ce chapitre vise à présenter les résultats des différents protocoles appliqués. Une synthèse de tous les résultats conclut ce volet.

V. Résultats

V.1. Suivi de mortalité

V.1.1. Occupation du sol au pied des éoliennes

Sur le site de Soudan, on trouve principalement trois types de couvert : des cultures, un boisement et une catégorie regroupant les voies d'accès et les plateformes des éoliennes.

Ces dernières (considérées comme des « surfaces planes ») constituent le type de couvert le plus prospecté. En effet, bien que leur surface ne représente que 0,4 ha (soit 13,3 % de la zone d'étude), elles sont prospectées tout au long de l'année puisqu'aucune végétation n'y pousse.

À l'inverse, les cultures constituent 1,62 ha (soit 54 % de la zone d'étude) mais ne sont prospectées que pendant une partie de l'année, lorsque la hauteur des cultures le permet. De fait, elles sont tantôt considérées comme « végétation basse et moyenne » (prospectable) ou « végétation haute » (non prospectable).

Il en va de même pour la catégorie prairies, qui regroupe toutes les zones enherbées, dont la végétation varie en fonction de la saison et de l'entretien qui en est fait. Ces surfaces représentent 0,33ha (11%) de la zone d'étude et sont tantôt considérées comme « végétation basse et moyenne » (prospectable) ou « végétation haute » (non prospectable).

Enfin, les parcelles « inaccessibles » constituent 0,65 ha, soit environ 21,7 % de la zone d'étude. Elles comprennent le boisement et le plan d'eau au pied de l'éolienne E1, ainsi que les haies, dont la hauteur (> 30 cm) ne permet pas une détection efficace des cadavres.

Tableau 15 : Types de couvert et surfaces associées

Type de couvert	Surface
Culture	1,62 ha
Boisement	0,45 ha
Plateforme et voirie	0,40 ha
Prairie	0,33 ha
Haie	0,15 ha
Plan d'eau	0,05 ha
Total	3

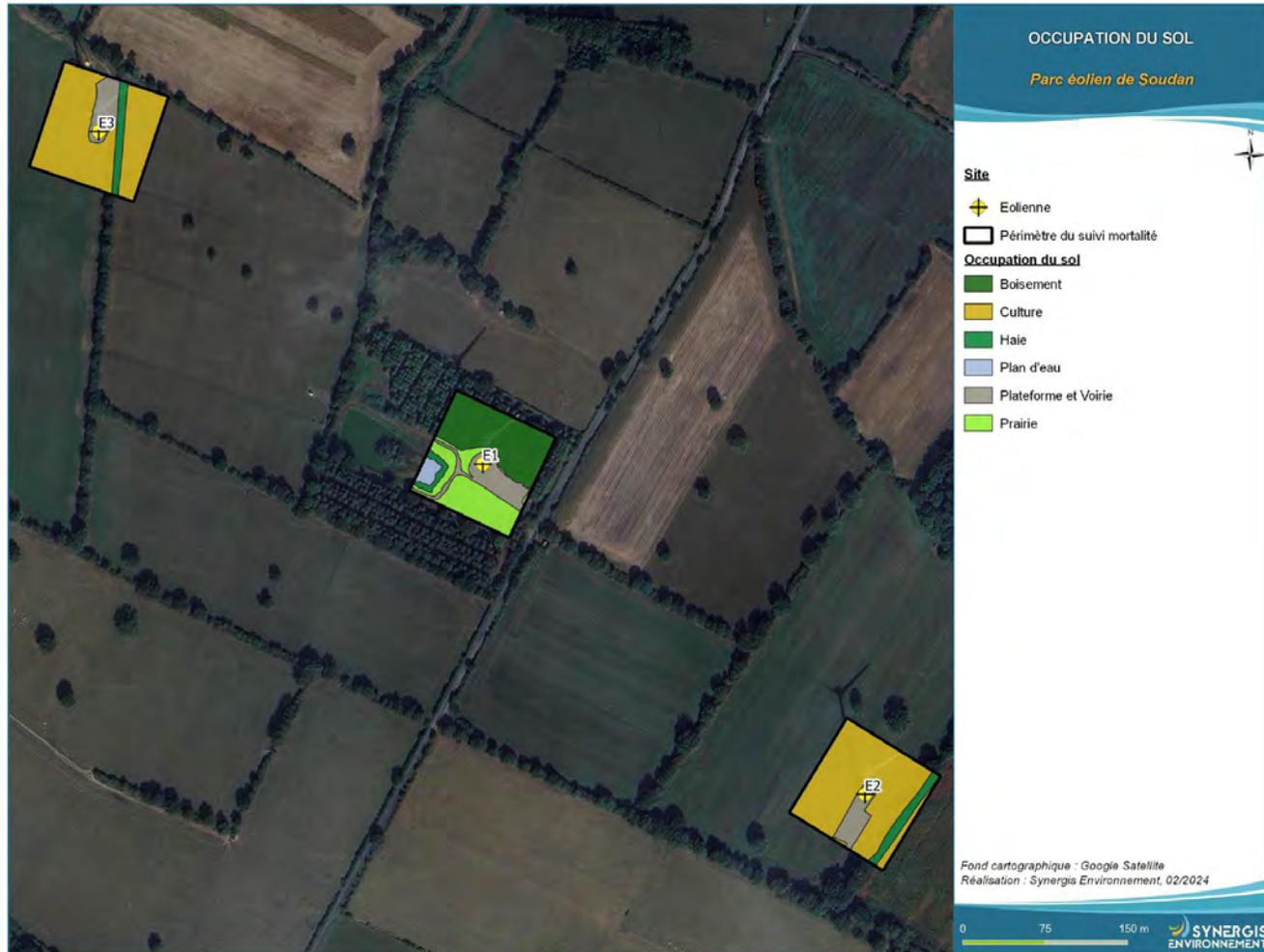


Figure 14 : Carte de l'occupation du sol au pied des éoliennes

V.1.2. Surfaces prospectées

La surface prospectée n'est pas constante au cours de l'année, la hauteur du couvert végétal variant d'une saison à l'autre. Pour rappel, seules les parcelles dont la végétation est inférieure à 30 cm de haut sont prospectées. De fait, les zones de cultures ou enherbées ne sont plus prospectées lorsque la végétation a trop poussé. À l'échelle du parc et sur toute la période du suivi, la surface prospectée moyenne correspond à 36 % de la zone de prospection théorique (environ 1,1ha sur 3ha au total).

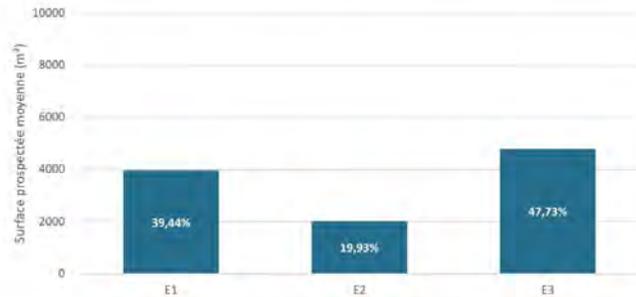


Figure 15 : Surface prospectée moyenne par éolienne

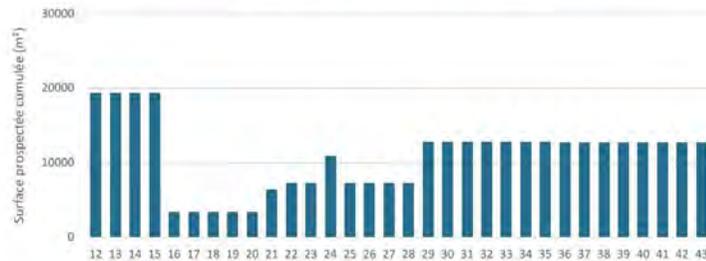


Figure 16 : Surface prospectée cumulée chaque semaine

La surface prospectée moyenne est la plus grande sur l'éolienne E3. En effet, cette éolienne est positionnée dans une grande culture qui a pu être prospectée pendant une grande partie du suivi. En revanche, la parcelle voisine une prairie de fauche, a présenté une hauteur de végétation haute durant toute la saison. A contrario, l'éolienne E2, elle aussi positionnée dans une grande parcelle de culture, est celle qui a pu être le moins prospectée. En effet, les plantations ont poussé très rapidement, ne permettant plus de prospection à partir de la semaine 16, la fauche n'a pas été faite suffisamment courte puis il n'y a pas eu de labour jusqu'à la fin du suivi. Enfin la grande proportion de boisement au pied de l'éolienne E1 n'a pas permis de prospecter une grande proportion de son quadrat.

V.1.3. Tests de persistance et de détectabilité

V.1.3.1. Test de persistance

Deux tests de persistance ont été réalisés, respectivement en date du 8 juin et du 29 septembre 2023. Pour chaque test, 15 poussins/souris ont été déposés au pied des éoliennes (5 poussins/souris par éolienne).

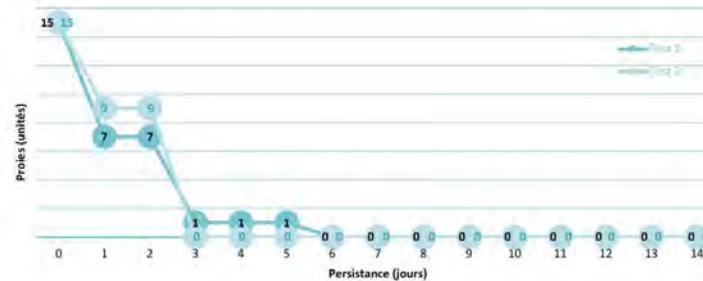


Figure 17 : Tests de persistance

À l'issue des deux tests, le taux de persistance à l'échelle du parc est de 1,7 J. En outre, 23,3 % des proies déposées par l'intervenant ont disparu dans les 24 premières heures, et 96,7% en 72h, ce qui laisse penser à une pression de prédation particulièrement forte.

V.1.3.2. Test de détection

Deux tests ont été réalisés pour l'intervenant principal, respectivement, en date du 16 juin et du 24 octobre 2023. Pour chaque test, 16 à 17 leurres ont été disposés sur les surfaces prospectables (i.e. les parcelles dont la végétation était inférieure à 30 cm de haut).

À l'échelle du parc et sur toute la période de suivi, le taux de détection moyen est de 0,285 (soit 28,5 %). Les résultats des tests sont présentés ci-dessous.

Tableau 16 : Tests de détection

Intervenants	Surface plane	Surface basse	Surface moyenne	Surface haute
BOURDREZ Thomas	0,95	0,88	0,88	0
CARREAU Alexis	0,95	0,76	0,70	0
GUYON-LEROY Lucie	0,95	0,76	0,67	0
BONHOMME Martin	0,95	0,58	0,32	0

V.1.4. Données de mortalité constatée

Sur la période de suivi allant du 21 mars au 26 octobre 2023 (soit 32 passages), **aucun cas de mortalité n'a été enregistré.**

V.1.4.1. Avifaune

Les cas de mortalité constatés sont généralement dus à une collision de l'oiseau avec une pale ou le mât d'une éolienne. La mauvaise détection des aérogénérateurs par les oiseaux peut être occasionnée par de mauvaises conditions climatiques (vents rabattants, nappe de brouillard, forte pluie, etc.) ou la proximité du parc éolien avec un couloir de migration, un site de reproduction, de nourrissage ou de repos. Le déplacement nocturne de nombreuses espèces, notamment lors des mouvements migratoires, représente également une cause de mortalité. Enfin, la taille de l'oiseau, sa manœuvrabilité et son comportement de vol sont autant de facteurs pouvant entraîner une collision mortelle (Drewitt & al., 2006 ; Madders & al., 2006).

Le suivi de mortalité 2023 n'a permis de contacter aucune espèce de l'avifaune à l'échelle du parc.

V.1.4.2. Chiroptères

Les cas de mortalité constatés sont généralement dus à un barotraumatisme ou à une collision directe des chiroptères avec les pales ou le mât de l'éolienne. L'attrait des chiroptères pour les éoliennes peut s'expliquer par plusieurs facteurs :

- Le balisage lumineux des éoliennes (CRYAN & BARCLAY, 2009) ;
- La présence d'insectes au niveau des éoliennes (RYDELL & al., 2010) ;
- La couleur du mat (LONG & al., 2011) ;
- La perception erronée des éoliennes.

Le suivi de mortalité 2023 n'a permis de contacter aucune espèce de chiroptère à l'échelle du parc.

V.1.5. Données de mortalité supposée

Dans le cas des oiseaux comme dans celui des chiroptères, la mortalité brute doit être pondérée par différents coefficients correcteurs, notamment la surface prospectée, le taux de détection et le taux de prédation.

Les estimations sont données pour chaque taxon et sont basées sur l'ensemble de la période suivie.

Aucun cas de mortalité n'ayant été reporté en 2023, pour les chiroptères comme pour l'avifaune, les estimations de mortalité supposées n'ont pas pu être calculées.

V.1.6. Analyse paysagère

Il est intéressant de regarder si l'environnement de chaque éolienne diffère et peut avoir un lien avec la mortalité supposée. En effet, l'étude du bureau d'étude Ouest Aménagement (Normand & Coislot, Ouest Am., 2020) a montré que la majorité des éoliennes étudiées (349 au total) sous lesquelles un cadavre était recensé, était située à moins de 100 mètres d'une lisière ; c'est-à-dire d'une haie ou d'un boisement, deux éléments de relief qui favorisent le transit de la faune volante. L'étude met en avant l'importance des 70 premiers mètres dans la découverte de cas de mortalité.

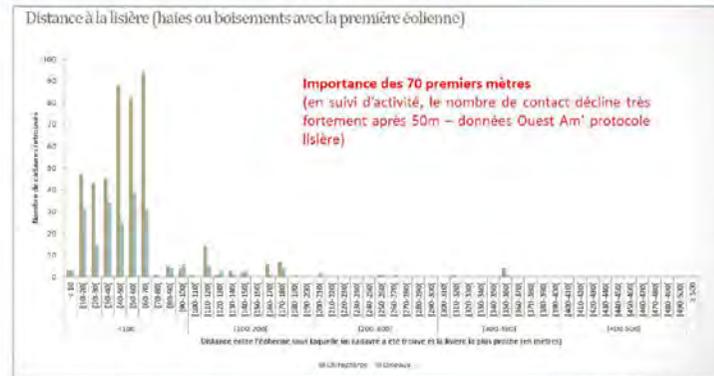


Figure 18 : Nombre de cadavres retrouvés en fonction de la distance éolienne-lisière

Le tableau ci-dessous présente la distance minimale entre chaque éolienne et l'élément de relief paysager le plus proche pouvant favoriser la présence d'oiseaux ou de chauve-souris.

Tableau 17 : Distances des éoliennes aux reliefs paysagers

Éolienne	Éléments de relief paysager le plus proche	Distance minimale
E1	Boisement	10 m
E2	Haie	35 m
E3	Haie	17 m

Sur le parc éolien de Soudan, toutes les éoliennes sont situées à moins de 70 mètres d'un boisement ou d'une haie. Bien qu'aucun cadavre n'ait été retrouvé durant le suivi 2023, il est possible de confronter les résultats de l'étude de Normand & Coislot avec les données de mortalité recueillies durant les précédents suivis. En effet, si l'on cumule les données de mortalités recueillies en 2018, 2019, 2020 et 2021 (les données de 2007 sont volontairement écartées, car l'on considère que les habitats auraient pu être dégradés durant les travaux d'implantation du parc éolien), on obtient les résultats suivants :

- E1 : 4 cadavres d'oiseaux et 1 cadavre de chiroptère ;
- E2 : 2 cadavres d'oiseaux et 5 cadavres de chiroptères ;
- E3 : 4 cadavres d'oiseaux et aucun de chiroptère.

Le nombre de cas de mortalité des 3 éoliennes du parc éolien de Soudan semblent être équivalents, ce qui reste cohérent avec la distance à l'élément du paysage le plus proche, qui est elle aussi semblable entre chaque éolienne (même ordre de grandeur).

V.1.7. Synthèse

SYNTHÈSE

Le suivi de mortalité réalisé sur les 3 éoliennes du parc éolien de Soudan entre les semaines 12 et 43 n'a permis la découverte d'aucun cadavre.

La mortalité supposée pour l'avifaune et pour les chiroptères n'a donc pas pu être estimées. En 2021, l'estimation pour l'avifaune avait été de 15 [2 ; 39] cadavres et pour les chiroptères de 23 [7 ; 44] cadavres.

Il faut toutefois tenir compte du fait que moins de 50% de la surface totale des quadrats a pu être prospectée durant toute la période de suivi (36%), et que la persistance des cadavres dans le milieu est très faible (1,7 jours). De plus, le taux de détection composite moyen a été de seulement 28,5%. Ainsi, l'absence de cadavre ne signifie pas nécessairement que les éoliennes du parc éolien de Soudan n'ont pas causé de mortalité, il sera donc nécessaire de se référer aux résultats des écoutes en nacelles afin d'établir les mesures adaptées aux chiroptères.

V.2. Suivi d'activité des chiroptères

V.2.1. Résultats des écoutes en nacelle

L'analyse des sons enregistrés permet de connaître l'activité des espèces en hauteur, de savoir si des espèces migratrices traversent la zone et d'identifier la présence ou l'absence d'un axe majeur de migration pour les chiroptères.

Les enregistrements ont eu lieu entre le 07/03/2023 et le 30/11/2023, sur une période de 9 mois.

Au cours des analyses, 5 espèces et 1 groupe d'espèces ont été identifiés.

Tableau 18 : Nombre de contacts par espèce et par mois des chauves-souris

Mois	Espèces					Groupes	Nombre de contacts bruts total
	Pp	Pk	Pn	Nn	NI	Sérotule	
Mars							
Avril	14	9	3	2			28,00
Début Mai	24						24,00
Fin Mai							
Juin							
Juillet	81					3	84,00
Début Août	57	1		15	35	1	109,00
Fin Août	237	42		12	15	31	337,00
Septembre	434	363		132	48	61	1034,00
Octobre	183	93	3		2	6	287,00
Novembre							
Total	1030	508	6	161	96	102	1903,00
% Contacts	54%	27%	0%	8%	5%	5%	

Légende : Pp : Pipistrelle commune ; Pk : Pipistrelle de Kuhl ; Pn : Pipistrelle de Nathusius ; Nn : Noctule commune ; NI : Noctule de Leisler ; Sérotule : noctules ou sérotines indéterminées

Au total, ce sont 1903 contacts qui ont été notés lors des 9 mois d'écoute en nacelle, pour une moyenne de 8,59 contacts par nuit. Le nombre de contacts enregistrés est le plus important à l'automne, avec 1665,27 contacts enregistrés entre le 16/08/2023 et le 31/10/2023. L'activité moyenne en altitude est donc considérée comme modérée.

NB : Il est surprenant de constater l'absence totale d'activité au début de la période estivale (deuxième quinzaine de mai), malgré une activité limitée observée au printemps. En règle générale, le printemps, en particulier le mois d'avril, est propice à l'activité des chiroptères, qui sortent d'hibernation et migrent vers leurs gîtes estivaux. Pendant cette période, les individus doivent reconstituer leurs réserves énergétiques perdues pendant l'hibernation, ce qui se traduit par une augmentation de l'effort de chasse et, par conséquent, des niveaux d'activité plus élevés.

Sur le site, aucune activité n'a été observée en mars probablement en raison de conditions météorologiques défavorables aux chiroptères, avec des températures très basses (inférieures à 12°C jusqu'au 08/03/2023) et des vitesses de vent élevées (en moyenne 8 m/s la nuit entre 18h00 et 04h00) lorsque les températures ont augmenté. En avril, bien que les températures semblent plus clémentes, l'activité observée reste faible.

Les mois de mai et juin marquent une transition entre la période printanière et estivale, correspondant également à l'installation des premières colonies pour la mise-bas et l'élevage des jeunes. Les chauves-souris commencent à se disperser près de leur gîte (la distance dépendante de l'espèce) pour effectuer des allers-retours vers la colonie afin de nourrir les jeunes pendant la nuit. Par ailleurs, plusieurs espèces de chauves-souris deviennent indépendantes des conditions de température à partir du mois de juin, ce qui suggère qu'il s'agit d'une période cruciale, notamment pour les pipistrelles et les noctules.

Sur le site, aucune activité n'a été enregistrée malgré des conditions météorologiques plutôt favorables en mai et juin. Toutefois, l'enregistreur en nacelle a continué de fonctionner sans interruption, suggérant que des événements extérieurs ont peut-être repoussé les chiroptères au moment de l'étude. Il est également possible que les gîtes de mise-bas soient très éloignés du parc, expliquant peut-être la reprise de l'activité sur le site en juillet, coïncidant avec l'envol des jeunes, et la faible activité enregistrée au printemps.

V.2.2. Abondance

Tableau 19 : Nombre de mois de présence

Nom vernaculaire	Nom scientifique	Nombre de mois de présence	Présence %
Pipistrelle commune	<i>Pipistrellus pipistrellus</i>	6	67%
Pipistrelle de Kuhl	<i>Pipistrellus kuhlii</i>	4	44%
Pipistrelle de Nathusius	<i>Pipistrellus nathusii</i>	2	22%
Noctule commune	<i>Nyctalus noctula</i>	3	33%
Noctule de Leisler	<i>Nyctalus leisleri</i>	3	33%
Sérotine commune / Noctule commune / Noctule de Leisler	<i>Eptesicus serotinus</i> / <i>Nyctalus noctula</i> / <i>Nyctalus leisleri</i>	4	44%

Au cours des 9 mois d'inventaire, une activité a été détectée pendant 6 mois. Parmi ces 6 mois, seule la Pipistrelle commune a été repérée à chaque fois. Elle est suivie par la Pipistrelle de Kuhl et le groupe des Sérotules, enregistrés pendant 4 mois. Ensuite, la Noctule commune et la Noctule de Leisler sont présentes sur 3 mois, tandis que la Pipistrelle de Nathusius n'a été détectée que pendant 2 mois.

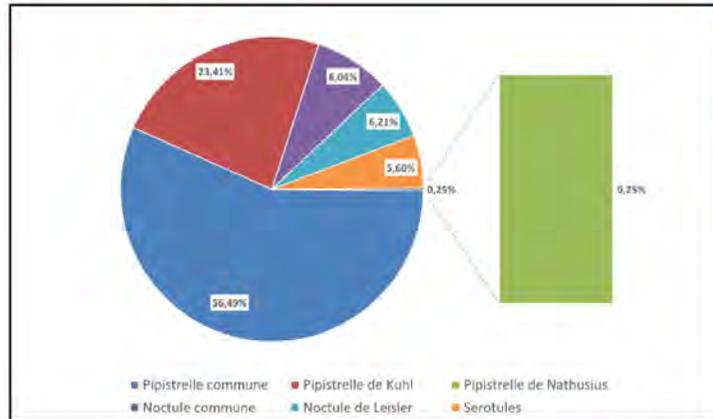


Figure 19 : Abondance (en %) des espèces contactées par l'enregistreur au niveau de l'éolienne

L'espèce la plus abondante est la Pipistrelle commune, avec une représentation de 56,49 % des contacts bruts enregistrés. Elle est suivie par la Pipistrelle de Kuhl, la Noctule commune, la Noctule de Leisler et le groupe des Sérotules avec, respectivement, 23,41 % ; 8,04 % ; 6,21 % et 5,60% des contacts enregistrés. Quant à la Pipistrelle de Nathusius, elle représente moins de 1 % des contacts bruts.

V.2.3. Activité

L'évaluation du niveau d'activité des espèces ayant été identifiées lors des inventaires en nacelle est issue des données du référentiel national de Synergis Environnement, construit sur des données en altitude. L'intégralité des contacts a été prise en compte lors de l'analyse. Pour des questions de robustesse du référentiel, les données sont référencées ici sous la forme de groupes d'espèces.

Tableau 20 : Évaluation du niveau d'activité moyen par groupe d'espèces

Abréviation	Nom vernaculaire	Nom scientifique	Activité (cts ajustés / nuit)	Niveau d'activité
Sérotules	Sérotine commune / Noctule commune / Noctule de Leisler	<i>Eptesicus serotinus</i> / <i>Nyctalus noctula</i> / <i>Nyctalus leisleri</i>	1,32	Moyen
Pip35	Pipistrelle de Kuhl / Pipistrelle de Nathusius / Vespère de Savi	<i>Pipistrellus kuhlii</i> / <i>Pipistrellus nathusii</i> / <i>Hypsugo savii</i>	1,89	Faible
Pip50	Pipistrelle commune / Pipistrelle pygmée / Minioptère de Schreibers	<i>Pipistrellus pipistrellus</i> / <i>Pipistrellus pygmaeus</i> / <i>Miniopterus schreibersii</i>	3,75	Moyen

Le groupe des Sérotules et celui des Pip50 possèdent un niveau d'activité caractérisé comme moyen sur l'ensemble de la période d'inventaire avec, respectivement, 1,32 et 3,75 contacts ajustés par nuit. Le groupe des Pip35 présente un niveau d'activité faible, avec 1,89 contact ajusté par nuit sur l'ensemble de la période.

Durant la période d'inventaire, aucun contact n'a été enregistré pour les groupes des espèces basse fréquence, des Murins et des Rhinophores/Barbastelles/Oreillard.

Tableau 21 : Niveau d'activité par groupe d'espèce observé en nacelle par mois (en contacts ajustés/nuit)

Nombre de nuits d'enregistrement	Mois	Groupes			Nombre de contacts ajustés/nuit	Niveau d'activité
		Sérotules	Pip35	Pip50		
25	Mars					Pas d'activité
30	Avril	0,07	0,40	0,47	0,93	Faible
31	Mai			0,77	0,77	Faible
30	Juin					Pas d'activité
31	Juillet	0,10		2,61	2,71	Moyen
31	Août	3,22	1,39	9,48	14,39	Moyen
30	Septembre	7,80	12,10	14,47	34,47	Fort
31	Octobre	0,26	3,03	5,90	9,26	Moyen
30	Novembre					Pas d'activité
269	Moyenne	1,32	1,89	3,75	6,95	Moyen

Le groupe d'espèces des Sérotules présente des niveaux d'activité faibles sur trois mois de présence et modéré sur deux mois à savoir août et septembre. Ce groupe d'espèces, ici largement dominé par la Noctule commune et la Noctule de Leisler, est composé d'espèces dites de « haut-vol » et souvent migratrices. Il n'est donc pas étonnant de retrouver ces espèces en altitude sur la période d'avril à octobre, qui couvre la quasi-totalité de l'activité des chiroptères. Le mois d'août correspond à la fin de l'élevage des individus juvéniles, qui sont alors volants et débutent leurs déplacements nocturnes de chasse et de transit. De manière générale, la fin du mois d'août et les mois suivants représentent une période d'activité assez intense pour les chiroptères, notamment de haut-vol, de par la migration de certaines populations et la recrudescence de l'activité de chasse ayant pour objectif d'accumuler les réserves nécessaires à l'hibernation à venir.

Pour le groupe des Pip35, il est observé un pic d'activité au mois de septembre. Il est intéressant de préciser que ce groupe est ici dominé par la Pipistrelle de Kuhl. Le niveau d'activité de ce mois est donc caractérisé comme modéré, avec 12,10 contacts ajustés par nuits. Pour ce groupe d'espèces, présent sur 4 mois, les mois d'avril et août présentent des niveaux d'activités faibles avec, respectivement, 0,40 et 1,39 contacts ajustés par nuit. Les autres mois (septembre et octobre) présentent des niveaux d'activité modéré. Comme évoqué, le pic principal d'activité est situé au mois de septembre et correspond, comme pour les Sérotules, à une période d'intensification de l'activité chiroptérologique. Ce niveau fort en altitude peut s'expliquer par la migration de certaines populations migratrices, par l'accroissement de la chasse en vue de l'hibernation, mais aussi par la présence de jeunes volants pouvant augmenter localement la densité de population.

Pour le groupe des Pip50, uniquement représenté par la Pipistrelle commune sur le site, est observé un niveau d'activité fort pour le mois de septembre avec 14,47 contacts ajustés par nuit. Tandis qu'une activité modérée est constatée pour les mois de juillet, août et octobre avec, respectivement, 2,61 ; 9,48 et 5,90 contacts ajustés par nuit. Les autres mois de présence (avril et mai) présentent des niveaux d'activité faibles pour ce groupe d'espèces. Les observations des deux pics d'activité rejoignent les observations précédemment évoquées pour le groupe des Pip35.

Concernant les niveaux d'activité généraux (i.e. tous groupes confondus), il est intéressant de noter que le niveau d'activité est fort durant un seul mois d'inventaires : en septembre. Ce mois correspondant à la période de fin d'élevage des individus juvéniles ainsi qu'au transit automnal des chiroptères. Il n'est donc pas étonnant d'enregistrer des niveaux d'activité forts durant cette période. En effet, celle-ci se caractérise par des déplacements conséquents de populations (adultes et jeunes volants), les chiroptères cherchant à rejoindre leurs gîtes hivernaux. De plus, il existe une intensification de la chasse durant la période automnale visant à préparer les réserves nécessaires au transit entre les différents gîtes et à l'hibernation.

Pour rappel, en 2021, l'activité était qualifiée de "très forte" au mois d'avril, "forte" en septembre, et "faible" pour les autres mois. Il est important de noter que la période d'inventaire couvrait les mois d'avril à octobre, excluant les mois de mars et de novembre. De plus, le niveau d'activité en avril était principalement influencé par la présence d'espèces forestières, qui n'évoluent généralement pas à de hautes altitudes, et, dont la rareté impacte significativement le niveau d'activité. En 2023, ces espèces n'ont pas été enregistrées. Bien que les résultats de 2023 diffèrent légèrement de ceux de 2021, ils confirment que l'activité en altitude est élevée à l'automne, en particulier au mois de septembre, sur le parc éolien de Soudan.

V.2.4. Répartition temporelle des contacts

Le graphique suivant représente l'activité (en contacts ajustés/nuit) et la diversité spécifique pour chaque mois.

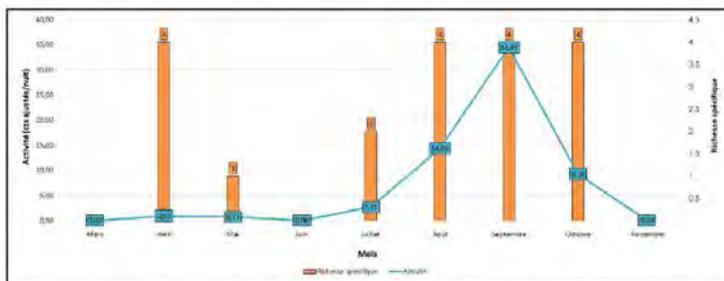


Figure 20 : Évolution de l'activité et de la diversité spécifique au cours de la saison

L'activité la plus intense est enregistrée en septembre avec 34,47 contacts par nuit, tandis que les mois de mars, juin et novembre présentent une absence d'activité, et le mois de mai affiche la plus faible activité avec 0,77 contact par nuit. La diversité spécifique atteint son maximum en avril, août, septembre et octobre, avec la présence de 4 espèces et groupes d'espèces.

Comme mentionné précédemment, il est observé que l'activité est plus prononcée pendant la période automnale, tout comme la diversité spécifique. Cette phase du cycle des chiroptères est une période de transition au cours de laquelle les chauves-souris se préparent en constituant leurs réserves alimentaires, effectuent des déplacements migratoires entre leurs gîtes estivaux et hivernaux, principalement en altitude pour des espèces telles que les noctules, et les regroupements de swarming se concentrent à ce moment.

Par conséquent, il est logique que l'activité et la diversité spécifique soient les plus élevées pendant ces deux périodes.

V.2.5. Impact de la température sur l'activité des chiroptères

La température est un facteur pouvant influencer l'activité des chiroptères. Les données recensées au niveau de la nacelle ont été mises en relation avec les températures enregistrées sur le site.

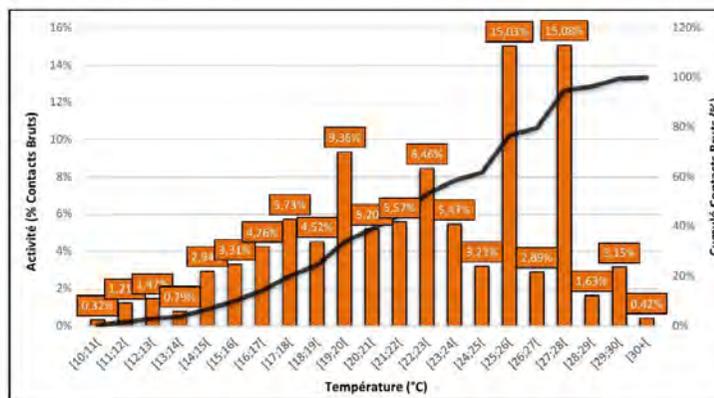


Figure 21 : Évolution de l'activité des chiroptères en fonction de la température (°C)

Pour le parc éolien de Soudan, il est observé que 90 % des contacts bruts de chiroptères ont été comptabilisés pour des classes de températures supérieures à 16°C. Plus précisément, 70 % de ces mêmes contacts ont été enregistrés pour des classes comprises entre 19 et 28°C.

Un optimum de température est observé pour l'activité des chiroptères entre 19 et 28°C. Ces résultats sont cohérents avec la biologie et les préférences écologiques des espèces. En effet, en dessous d'une certaine température, les insectes ne sont pas actifs ou ne se développent pas. La disponibilité en ressource alimentaire est donc réduite pour les chiroptères et ces derniers sont alors peu actifs ou léthargiques. Ce phénomène est également présent lorsque les températures sont trop élevées.

V.2.6. Impact de la vitesse du vent sur l'activité des chiroptères

De même que pour la température, la vitesse du vent influence l'activité des chiroptères.

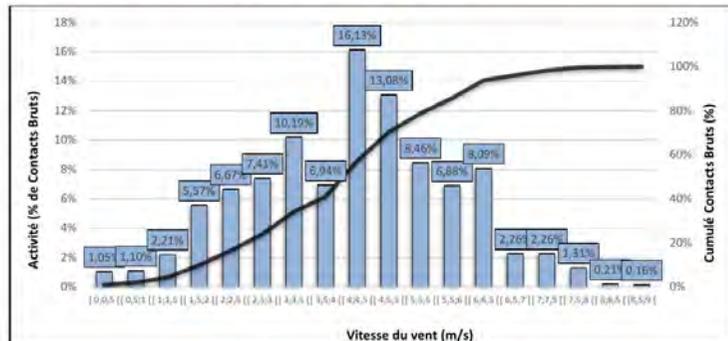


Figure 22 : Évolution de l'activité des chiroptères en fonction de la vitesse du vent (m/s)

L'essentiel de l'activité des chauves-souris à hauteur de pale est concentré lorsque la vitesse du vent est inférieure à 8 m/s (99,6 % de l'activité). En outre, un pic d'activité est observé (94 % des contacts) lorsque la vitesse du vent est inférieure à 6,5 m/s.

V.2.7. Évaluation du niveau d'enjeu

Au total, ce sont cinq espèces et un groupe d'espèces qui ont été inventoriés sur le parc éolien de Soudan.

Tableau 22 : Statuts et enjeux sur site pour chaque espèce

Nom commun	Nom scientifique	Statut national	Directive Habitat-Faune-Flore	Liste rouge UICN France	Liste rouge UICN Europe	Liste rouge UICN Monde	Enjeu patrimonial	Niveau d'activité général	Enjeu sur site
Pipistrelle commune	<i>Pipistrellus pipistrellus</i>	Article 2	Annexe 4	NT	-	LC	Modéré	Moyen	Modéré
Pipistrelle de Kuhl	<i>Pipistrellus kuhlii</i>	Article 2	Annexe 4	LC	LC	LC	Faible	Faible	Faible
Pipistrelle de Nathusius	<i>Pipistrellus nathusii</i>	Article 2	Annexe 4	NT	LC	LC	Fort	Faible	Faible
Noctule commune	<i>Nyctalus noctula</i>	Article 2	Annexe 4	VU	LC	LC	Très fort	Faible	Fort
Noctule de Leisler	<i>Nyctalus leisleri</i>	Article 2	Annexe 4	NT	LC	LC	Modéré	Faible	Modéré
Sérotine / Noctule indéterminée	<i>Eptesicus / Noctula sp.</i>	Article 2	Annexe 4	-	-	-	Faible à fort	Faible	Fort

Afin de définir un enjeu sur site, l'enjeu patrimonial et le niveau d'activité de chaque espèce ont été pris comme référence. En effet, le niveau d'activité est dépendant de la rareté des espèces. Ainsi pour un même nombre de contacts, une espèce présente en forte abondance n'aura pas le même niveau d'activité qu'une espèce rare. De fait, l'enjeu sur site traduit une moyenne du niveau d'activité et de l'enjeu patrimonial, le plus souvent arrondi au seuil supérieur.

L'enjeu sur site de la Pipistrelle commune et de la Pipistrelle de Kuhl est respectivement, modéré et faible, sur ce principe de moyenne du niveau d'activité et de l'enjeu patrimonial.

L'enjeu sur site est modéré pour la Noctule de Leisler, sur le même principe de croisement des niveaux d'activité et d'enjeu patrimonial arrondi au supérieur.

La Noctule commune, a un enjeu patrimonial très fort en Pays de la Loire, mais son activité sur le site a été évaluée comme faible, il semble toutefois pertinent de conclure à un enjeu sur site « fort » puisqu'un total de 132 contacts bruts a été recensé sur la période d'inventaire.

Malgré un enjeu patrimonial d'activité « Fort », la Pipistrelle de Nathusius présente un niveau d'activité faible avec 6 contacts bruts enregistrés durant toute la période d'inventaire. Son enjeu sur site a donc été abaissé à faible.

Concernant le groupe des Séroutines, c'est l'espèce possédant l'enjeu sur site le plus important du groupe qui est retenu.

V.2.8. Évaluation du niveau de vulnérabilité et de sensibilité

Le croisement des niveaux d'enjeu et de sensibilité permet d'obtenir le niveau de vulnérabilité de chaque espèce et, ainsi, de faire ressortir les espèces potentiellement impactées par le fonctionnement du parc éolien concerné.

Tableau 23 : Vulnérabilité des espèces de chauves-souris

Nom vernaculaire	Nom scientifique	Hauteur de vol (Eurobats, 2015)	Migration ou déplacements sur de longues distances	Attirée par la lumière	Mortalité avérée avec les éoliennes (Eurobats, 2016)	Risque de collision (Eurobats, 2014)	Note de sensibilité	Niveau de sensibilité face à l'éolien	Niveau d'enjeu sur site	Niveau de vulnérabilité sur site
Pipistrelle commune	<i>Pipistrellus pipistrellus</i>	Vol haut et bas	Non	Oui	Oui	Fort	2	Fort	Moderé	Assez fort
Pipistrelle de Kuhl	<i>Pipistrellus kuhlii</i>	Vol haut et bas	Non	Oui	Oui	Fort	2	Fort	Faible	Assez fort
Pipistrelle de Nathusius	<i>Pipistrellus nathusii</i>	Vol haut et bas	Oui	Oui	Oui	Fort	2	Fort	Faible	Assez fort
Noctule commune	<i>Nyctalus noctula</i>	Vol haut	Oui	Oui	Oui	Fort	2	Fort	Fort	Fort
Noctule de Leisler	<i>Nyctalus leisleri</i>	Vol haut	Oui	Oui	Oui	Fort	2	Fort	Moderé	Assez fort
Sérotine / Noctule indéterminée	<i>Eptesicus / Noctulo sp.</i>	Vol haut et bas	Incertain	Incertain	Oui	Fort	2	Fort	Fort	Fort

Toutes les espèces possédant un niveau de sensibilité « Fort » face à l'éolien se voient attribué un niveau de vulnérabilité sur site « Assez fort », quel que soit le niveau d'enjeu sur site, à l'exception de la Noctule commune et du groupe des Sérotines qui possèdent un niveau d'enjeu sur site « Fort » et donc un niveau de vulnérabilité sur site « Fort ».

V.2.9. Présentation des espèces classées vulnérables

Les espèces de chauves-souris présentant une vulnérabilité modérée à forte sont présentées dans ce paragraphe :

Noctule commune	<i>Nyctalus noctula</i>	Espèce de vulnérabilité forte
-----------------	-------------------------	-------------------------------

La Noctule commune est une espèce de taille moyenne typique des milieux forestiers aussi bien feuillus que résineux. La Noctule commune privilégie les gîtes arboricoles (loge de pic) mais peut également fréquenter les gîtes rupestres (fissures, infractuosités) ou encore anthropisés (joint de dilatation de ponts, immeubles, maisons).

Pour son activité de chasse, l'espèce recherche des milieux ouverts et riches en insectes où elle va chasser en altitude (10-50m).

Cette espèce migratrice peut entreprendre des déplacements de quelques centaines de kilomètres jusqu'à plus de 1 000 kms.

En France, l'espèce est irrégulièrement présente. On la retrouve majoritairement dans le centre-ouest et l'est.



Figure 23 : Noctule commune (Source : MNOLF)



Figure 24 : Carte de répartition de la Noctule commune (Source : INPN)

Pipistrelle commune	<i>Pipistrellus pipistrellus</i>	Espèce de vulnérabilité assez forte
---------------------	----------------------------------	-------------------------------------

La Pipistrelle commune est une espèce de petite taille qui fréquente tous les milieux. On peut ainsi la retrouver en pleine forêt comme en plein milieu des villes ou des zones cultivées. Concernant ses gîtes, on peut la retrouver dans les bâtiments, les greniers, les fissures de murs, les cavités arboricoles et de nombreux autres endroits.

En France, la Pipistrelle commune est très présente et est souvent l'espèce la plus contactée.



Figure 25 : Pipistrelle commune
(Source : Y. RONCHARD)

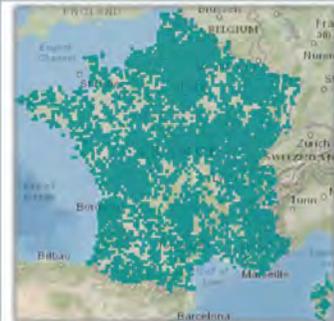


Figure 26 : Carte de répartition de la Pipistrelle commune
(Source : INPN)

Pipistrelle de Kuhl	<i>Pipistrellus kuhlii</i>	Espèce de vulnérabilité assez forte
---------------------	----------------------------	-------------------------------------

La Pipistrelle de Kuhl est une chauve-souris de petite taille anthropophile. On va ainsi la rencontrer fréquemment dans les villes. Elle fréquente également les milieux agricoles, forestiers et une grande diversité d'autres habitats. Elle gîte en période estivale dans les bâtiments et très rarement dans les cavités arboricoles.

En France, la Pipistrelle de Kuhl est bien présente à l'exception de certains départements au nord et au nord-est où sa présence reste anecdotique.



Figure 27 : Pipistrelle de Kuhl
(Source : Y. RONCHARD)

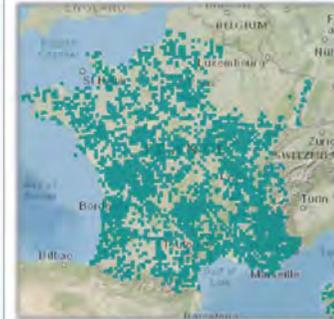
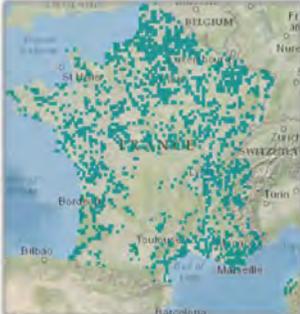
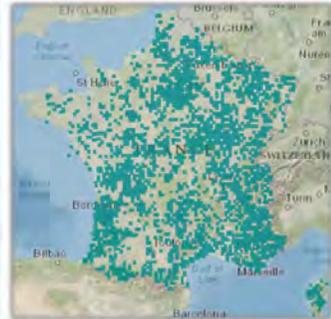


Figure 28 : Carte de répartition de la Pipistrelle de Kuhl
(Source : INPN)

Pipistrelle de Nathusius	<i>Pipistrellus nathusii</i>	Espèce de vulnérabilité assez forte
<p>La Pipistrelle de Nathusius est une espèce forestière qui fréquente préférentiellement les boisements où l'on retrouve de nombreux points d'eau. Il s'agit d'une espèce migratrice qui réalise de grandes migrations entre ses gîtes de mise bas et d'hibernation.</p> <p>En France, l'espèce est plus présente sur les zones littorales qu'au centre.</p>		
		
<p>Figure 29 : Pipistrelle de Nathusius (Source : J. WEDD)</p>	<p>Figure 30 : Carte de répartition de la Pipistrelle de Nathusius (Source : INPN)</p>	

Noctule de Leisler	<i>Nyctalus leisleri</i>	Espèce de vulnérabilité assez forte
<p>La Noctule de Leisler est une espèce de taille moyenne fréquentant les milieux forestiers et en priorité les forêts ouvertes de feuillus. Cette espèce migratrice peut entreprendre des déplacements de quelques centaines de kilomètres jusqu'à plus de 1500 kms. La Noctule de Leisler utilise des gîtes arboricoles, en priorité dans les boisements de feuillus.</p> <p>En France, l'espèce semble présente dans tous les départements avec des densités très variables.</p>		
		
<p>Figure 31 : Noctule de Leisler (Source : M. WERNER)</p>	<p>Figure 32 : Carte de répartition de la Noctule de Leisler (Source : INPN)</p>	

V.2.10. Synthèse

SYNTHÈSE

Le suivi en nacelle des chiroptères du parc éolien de Soudan a été réalisé entre le mois de mars et le mois de novembre 2023, soit l'ensemble de la période favorable à l'activité des chiroptères.

Au cours de cette étude, cinq espèces et un groupe d'espèces de chiroptères ont été recensés. Une espèce possède un niveau d'activité plus important : il s'agit de la Pipistrelle commune, dont le niveau d'activité est modéré sur la période d'inventaire.

Le niveau d'activité général est jugé « fort » durant le mois de septembre, « moyen » durant les mois d'août et d'octobre, « faible » aux mois d'avril et mai et « nul » sur le reste de la période de suivi. Le niveau d'activité moyen sur toute la période de suivi est jugé « moyen ».

En 2021, plus de 68% des contacts ont été enregistrés pour des classes de températures entre 20 et 26°C et 60% des contacts pour des vitesses de vent inférieures à 6 m/s.

En 2023, il est observé que 70 % des contacts bruts de chiroptères ont été comptabilisés pour des classes de température comprises entre 19 et 28°C, et, 86% des contacts pour des vitesses de vent inférieures à 6 m/s.

Le niveau de vulnérabilité sur site de la Noctule commune et du groupe des Sérotules est évalué à « Fort ». La Pipistrelle commune, la Pipistrelle de Kuhl, la Pipistrelle de Nathusius et la Noctule de Leisler possèdent un niveau de vulnérabilité sur site « Assez fort ».

Comme pour l'année 2021, le niveau d'activité des chiroptères sur le parc éolien de Soudan est important et en particulier au mois de septembre où l'activité enregistrée a à nouveau été forte, et composée d'espèces de haut-vol.

V.3. Paramètres de bridage

Pour réduire le risque de collision et de barotraumatisme, la solution la plus efficace est de supprimer le danger dans les conditions globalement favorables, c'est-à-dire de brider les éoliennes lorsque les conditions de température et de vent sont les plus propices au vol des chiroptères.

L'activité des chiroptères est la plus forte durant le mois de septembre (« fort »). Durant le reste de l'année, le niveau d'activité, toutes espèces confondues, est « modéré » en août et en octobre, « faible » en avril et en mai puis absente sur les autres mois inventoriés.

A l'occasion du suivi mortalité au sol, aucun cadavre n'a été retrouvé.

Aussi, le bridage actuellement en place semble être en adéquation avec les niveaux d'activité enregistrés en 2023. En effet, l'activité la plus intense enregistrée est englobée par le bridage, et les seuils de température et de vitesse de vent spécifiés dans le bridage correspondent aux seuils où des pics d'activité ont été observés.

Ainsi, il semblerait donc que les paramètres de bridage actuellement mis en place soient suffisants pour limiter le risque de collision des chiroptères. Il est donc recommandé de maintenir ce bridage pour les années suivantes.

Les caractéristiques de bridage à retenir sont alors les suivantes :

Tableau 24 : Mesures de bridage prescrites

Période	Avril à Juillet	Août à Septembre
Éolienne	Toutes	Toutes
Vent	Pas de bridage	< 6 m/s
Pluie	-	Pas de pluie
T°	-	> 20 C
Horaire de mise en application	-	0h30 avant coucher du soleil jusqu'au lever du soleil

CONCLUSION

VI. Conclusion

Le suivi de mortalité du parc de Soudan a été réalisé sur les 3 éoliennes du parc entre les semaines 12 et 43 à raison d'un passage par semaine. En parallèle de celui-ci, un suivi de l'activité des chiroptères du 07/03 au 30/11/2023 (sur l'éolienne E3).

Le suivi de mortalité 2023 n'a permis la découverte d'aucun cadavre sur toute la durée du suivi. La mortalité supposée pour le parc entier n'a donc pas pu être estimée.

Le suivi des chiroptères en nacelle 2023 a permis de caractériser un niveau d'activité « modéré » à « fort » des mois d'août à octobre, confortant les résultats du suivi 2021 à l'issue duquel une activité importante avait déjà été détectée sur la même période.

Au cours de l'année 2023, 5 espèces de chiroptères et 1 groupe d'espèces ont été recensés. Tous ont un niveau de sensibilité notable face à l'éolien. En outre, la Noctule commune et le groupe des Sérotules possèdent un niveau de vulnérabilité « fort », tandis que la Pipistrelle commune, la Pipistrelle de Kuhl, la Pipistrelle de Nathusius et la Noctule de Leisler présentent un niveau de vulnérabilité sur site « Assez fort ».

À la suite des différents cas de mortalités constatés en 2021 (3), un bridage avait été mis en place pour limiter les risques de collisions avec les chiroptères. Celui-ci était effectif sur la période d'août à septembre, pour des vitesses de vent inférieures à 5,5 m/s et des températures supérieures à 20°C.

Bien qu'aucun cas de mortalité n'ait été recensé lors du suivi 2023, le niveau d'activité des chiroptères reste important. De ce fait, il est recommandé de maintenir le bridage mis en place.

VII. Bibliographie

BARATAUD, M., 2015. *Acoustic ecology of European bats, Species Identification, Studies of Their Habitats and Foraging Behaviour*. Biotope, Méze ; Muséum national d'histoire naturelle, Paris (Inventaires et biodiversité Series), 352 p.

BOONMAN, A. M., LIMPENS H.J.G.A. & VERBOOM B., 1995. – The influence of landscape elements on the echolocation of the pond bat *Myotis dasycneme*. – *Rhinolophe* 11, 39-40.

CRYAN P. M. & BARCLAY R. 2009. Causes of bat fatalities at wind turbines: hypotheses and predictions. *Journal of Mammalogy*, Vol.90, n°6, p. : 1330–1340.

DULAC P., 2008. *Évaluation de l'impact du parc éolien de Bouin (Vendée) sur l'avifaune et les chauves-souris. Bilan de 5 années de suivi*. LPO délégation Vendée/ADEME Pays de la Loire/Conseil régional des Pays de la Loire, La Roche-sur-Yon. Nantes. 106p.

DÜRR T., 2022. *Fledermausverluste an Windenergieanlagen. Daten aus der zentralen Fundkartei der Staatlichen Vogelschutzwarte im Landesamt für Umwelt, Gesundheit und Verbraucherschutz Brandenburg. Juni 2022*

EUROBATS, 2014. – *Lignes directrices pour la prise en compte des chauves-souris dans les projets éoliens. Actualisation 2014*. – EUROBATS Publications Series N°6 (version française). UNEP/EUROBATS Secrétariat, Bonn, Allemagne, 133 p.

JOHNSON, G. D., PERLIK, M. K., ERICKSON, W. P., & STRICKLAND, M. D., 2004. Bat activity, composition, and collision mortality at a large wind plant in Minnesota. *Wildlife Society Bulletin*, 32(4), 1278–1288.

LONG C.V., FLINT J.A. & LEPPER P.A. 2011. Insect attraction to wind turbines: does colour play a role? *Eur. J. Wildl. Res.*, published online.

MARK G., 2017. *Le parc éolien français et ses impacts sur l'avifaune – Étude des suivis de mortalité réalisés en France de 1997 à 2015 – LPO France*.

MTES, 2018. – *Protocole de suivi environnemental des parcs éoliens terrestres*. 19 p.

LPO, 2004 (révision en août 2009). *Protocoles de suivis pour l'étude des impacts d'un parc éolien sur l'avifaune. Programme national Eolien et Biodiversité ADEME-MEEDDM-SER/FEE-LPO*

Quest Am', 2019. *Impacts des éoliennes sur les oiseaux et les chiroptères de l'ouest de la France : étude des suivis de mortalité de 2010 à 2019*. Quest Aménagement.

RODRIGUES, L., L. BACH, M.-J. DUBOURG-SAVAGE, B. KARAPANDZA, D. KOVAČ, T. KERVYN, J. DEKKER, A. KEPEL, P. BACH, J. COLLINS, C. HARBUSCH, K. PARK, B. MICEVSKI, J. MINDER-MANN, 2015. *Lignes directrices pour la prise en compte des chauves-souris dans les projets éoliens. Actualisation 2014*. EUROBATS Publication : série N° 6 (version française). UNEP/EUROBATS Secrétariat, Bonn, Allemagne, 133 p.

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

SIEMERS B.M. & SCHNITZLER H.-U., 2000. – *Natterer's bat (Myotis nattereri Kuhl, 1818) hawks for prey close to vegetation using echolocation signals of very broad bandwidth*. – *Behavioral Ecology and Sociobiology*, 47: 400–412.

STEEN, H., MYSTERUD, A., & AUSTRHEIM, G., 2005. Sheep grazing and rodent populations: evidence of negative interactions from a landscape scale experiment. *Oecologia*, 143(3), 357–364.

UICN France, MNHN, SFEPM & ONCFS, 2017. *La Liste rouge des espèces menacées en France – Chapitre Mammifères de France métropolitaine*. Paris, France.

WEICKERT CC, WHITTAKER JC, FELDHAMER GA, 2001. Effects of enclosed large ungulates on small mammals at land between the lakes, Kentucky. *Canadian Field Naturalist* :115:247–250

Annexe 4 : Convention – plantation d'une haie

**CONVENTION
PLANTATION D'UNE HAIE**

Monsieur GAUTIER Loïc

SOUDAN (44)



EXPOSE

Sous seing privé, il a été convenu la convention objet des présentes, mais préalablement il a été exposé ce qui suit :

La **Société** (ci-après identifiée, Art. 1.) va implanter des éoliennes sur la (les) commune (s).
L'implantation d'une haie est exigée par les autorités administratives.
La présente convention expose les conditions de cette implantation.

1. IDENTIFICATION DES PARTIES

M. GAUTIER Loïc Joël Francis

Né(e) le 04/10/1967, à CHATOU (78)

De nationalité française

Demeurant à Les Chaussées 44 110 SOUDAN

Dénommés dans le corps du présent acte « **Le Propriétaire** »,

Et

Raison sociale : energieTEAM

Type de groupement : Société par Actions Simplifiée (SAS)

Capital social : 1 000 000 €

Siège social : 1, rue des Energies Nouvelles, Parc Environnemental Bresle Maritime, 80460 OUST MAREST

Lieu d'immatriculation : RCS d'Amiens (Somme)

E-mail : valentin.basley@energieteam.fr

SIREN : 442 888 012

Représentée par : Monsieur BASLEY Valentin, né le 22/06/1997, à CHERBOURG-OCTEVILLE, ayant reçu tous pouvoirs à cet effet de M. Jérôme DOUAT, en sa qualité de Directeur Général de la SAS ci-dessus (**Annexe**).

Dénommée dans le corps du présent acte « **la Société** »,

2. DUREE

La présente convention est consentie et acceptée pour une période allant du jour de la signature à une durée de SOIXANTE ANS (60 ans).

3. CONVENTION

Dans le cadre du projet, il a été défini, en tant que mesure compensatoire, la création d'une haie.

La présente convention concerne la réalisation, le renforcement et l'entretien d'un boisement linéaire d'une longueur de **SIX CENT SOIXANTE DIX-SEPT (677) mètres linéaires (voir plan annexé)**.

Il est précisé que la plantation sera à la charge de la Société energieTeam et sera traité par un pépiniériste local.

Ladite convention porte sur l'implantation et le renforcement de haies tel qu'indiqué en vert dans le plan annexé à la convention.

Le Propriétaire donne son accord à **la Société** pour planter les haies.

Le Propriétaire s'interdit de modifier, abîmer ou détruire lesdites haies.

4. DONNEES TECHNIQUES

La haie plantée ne dépassera pas 1.80 mètres de hauteur afin de ne pas constituer un masque opaque coupant le paysage en deux. Pour cela elle devra être aussi discontinue et sera composée d'essences indigènes.

5. MODIFICATION DES PLANS

Les parties se réservent le droit de modifier le plan concerné par cette convention. Si tel était le cas, les parties donnent leur accord pour une telle modification sans modifier les termes de la présente convention. Un nouveau plan, signé par les parties, sera alors ajouté en annexe avec la mention « plan définitif ».

6. DEDOMMAGEMENT

Etant donné qu'au moment de la pose des haies, des dégâts pourraient être occasionnés aux plantations alentours, il est prévu un dédommagement pour **Le Propriétaire**. Le montant de ce dédommagement sera calculé selon les prescriptions de la Chambre d'Agriculture.

7. DOMICILE

Pour l'exécution des présentes et de leurs suites, les parties élisent domicile en leur domicile et demeure.

Fait à SOUDAN, le 20/06/2024

Le Propriétaire
M. GAUTIER Loïc

Pour la Société
M. BASLEY Valentin

Loïc GAUTIER

✓ Certified by  yosign

Valentin BASLEY

✓ Certified by  yosign

Plantation de Haies

Soudan (44)

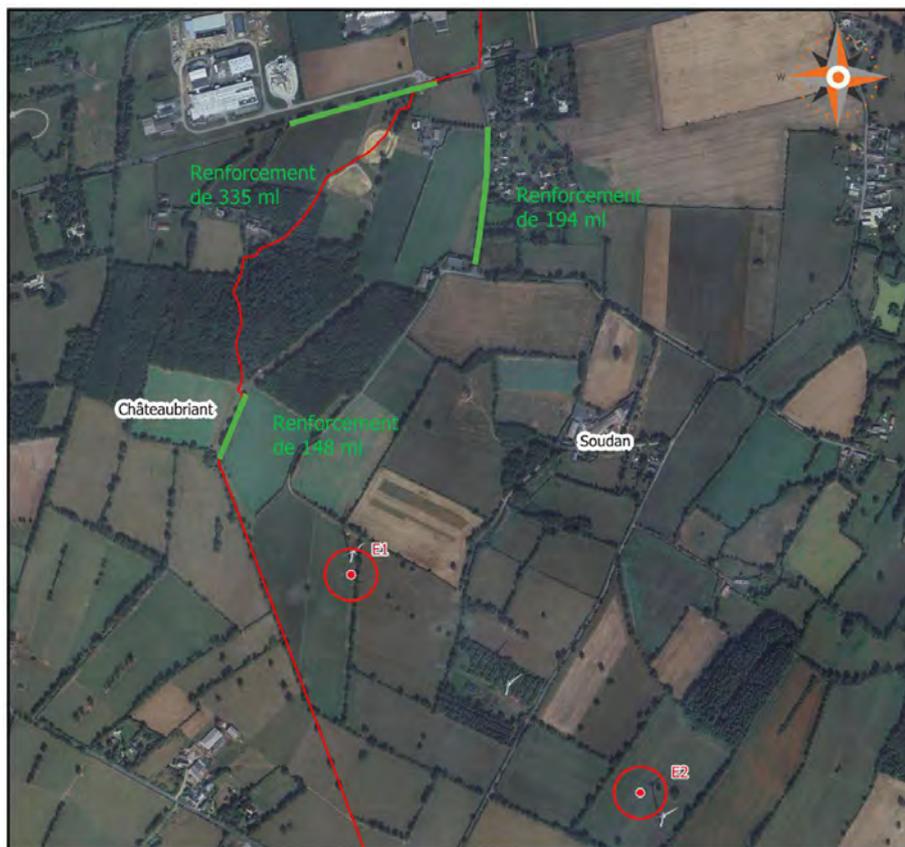
Juin 2024

Légende

Projet éolien

- Eolienne en projet
- Survol de l'éolienne en projet
- Plantations de haies
- Limite communale

0 150 300 m





MANDAT DE LA SOCIETE

Entre :

Monsieur Jérôme DOUAT, né le 19 juin 1965, à PARIS (75008) de nationalité Française, Directeur Général de la société ENERGIE TEAM SAS, société par actions simplifiée au capital de 1.000.000 €, dont le siège social est situé à OUST-MAREST (80460), 1 rue des Energies Nouvelles, Parc Environnemental Bresle Maritime, immatriculée au Registre du Commerce et des Sociétés d'AMIENS (Somme) sous le numéro 442 888 012, agissant aux présentes en qualité de Directeur Général de cette société doté des pouvoirs les plus larges.

Ci-après : le « **Mandant** »

D'une part,

Monsieur BASLEY Valentin
Né le 22 juin 1997
À CHERBOURG-OCTEVILLE
De nationalité française

Ci-après : le « **Mandataire** »

D'autre part,

Le **Mandant** donne pouvoir au **Mandataire** de signer la promesse, dont ce mandat constitue une annexe.

Commune(s) du projet : SOUDAN (44)

Pour le **Mandant** :

Lieu : Oust-Marest

Date : 27/06/2023

Signature (précédée de la mention manuscrite : « *bon pour pouvoir* »)

Bon pour pouvoir

Jérôme DOUAT

✓ Certified by  yosign

Pour le **Mandataire**

Lieu : SAINT-SEBASTIEN

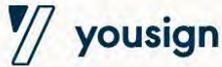
Date : 28/06/2023

Signature (précédée de la mention manuscrite : « *bon pour acceptation du pouvoir* ») :

Bon pour acceptation du pouvoir

Valentin BASLEY

✓ Certified by  yosign



Audit Trail

Version: 20

SOUDAN Convention haies M. GAUTIER

ID 3a009f59-397e-4c9c-899f-bd28384b649c

Sending date 2024-06-19 12:24:32 UTC | Expiration date 2024-12-19 22:59:59 UTC

Signed by
Loïc GAUTIER

✓ Certified by yousign



Sender

	Type	User
	ID	367c82fe-4363-4bb8-a28c-b7eb57d37c59
	First name	Magalie
	Last name	PAILLUSSON
	Email address	developpement.ouest@energieteam.fr
	Phone number	+33767613726
	Organization	energieTEAM
	IP address	37.61.242.101

Signer

Signer	
First name	Loïc
Last name	GAUTIER
ID	1e2c2360-3b00-427b-8640-5151f4128c7d
Email address	loic.gautier035@orange.fr
Phone number	+33680595467
IP address	92.184.96.65

Authentication

Authentication	
Mode	sms
OTP code	954997
Authentication validated at	2024-06-20 06:14:00 UTC

Signature

Signature	
Signature context	In-person signature
Consent given at	2024-06-20 06:14:06 UTC
Signature process completed at	2024-06-20 06:14:08 UTC

 Documents

Document #1

20240618_SOUDAN_Convention_haies_GAUTIER.pdf

20240618_SOUDAN_Convention_haies_GAUTIER.pdf

ID	Initial hash (sha256)	Initial mime type	Mime type
I55d8cba-d17c-4974-b816-5e9f768c0cfa	2a19798dae0aad23a2298b101efce47931f6b364cc9c522176c0f362b205b93	application/pdf	application/pdf

Signature #1 Signed by Loïc GAUTIER

Hash (sha256)

265d9c2f9e965496a719df38de900f6586e179ce1315ac56b97646dd9e3ab4c5

Certificate

DN

CN=YOUSIGN, C=FR, O=YOUSIGN, 2.5.4.97=NTRFR-794513986, OU=0002 794513986, serialNumber=2023-12-21 15:41:20:983

Generated at

2023-12-21 13:31:20 UTC

Hash (sha256)

0f0545705f6637c1491bdcf1255f2f0a44da00d9e1fe094319e232847c62e990

OID

1.2.250.1.302.1.13.1.0



Audit Trail

Version: 20

SOUDAN Convention haies M. GAUTIER

ID 3a009f59-397e-4c9c-899f-bd28384b649c

Sending date 2024-06-19 12:24:32 UTC | Expiration date 2024-12-19 22:59:59 UTC

Signed by

Valentin BASLEY

✓ Certified by yousign



Sender

	Type	User
	ID	367c82fe-4363-4bb8-a28c-b7eb57d37c59
	First name	Magalie
	Last name	PAILLUSSON
	Email address	developpement.ouest@energieteam.fr
	Phone number	+33767613726
	Organization	energieTEAM
	IP address	37.61.242.101

Signer

Signer	
First name	Valentin
Last name	BASLEY
ID	48f67ef8-de41-4b9f-8247-e93809624838
Email address	valentin.basley@energieteam.fr
Phone number	+33608138361
IP address	92.184.118.71

Authentication

Mode	sms
OTP code	392115
Authentication validated at	2024-06-20 09:19:53 UTC

Signature

Signature context	In-person signature
Consent given at	2024-06-20 09:19:57 UTC
Signature process completed at	2024-06-20 09:19:58 UTC

 Documents

Document #1
20240618_SOUDAN_Convention_haies_GAUTIER.pdf
20240618_SOUDAN_Convention_haies_GAUTIER.pdf

ID	Initial hash (sha256)	Initial mime type	Mime type
f55d8c8a-d17c-4974-b816-5e9f768c0cfa	2a19798dae0aad23a2298b101efce47931f6b364cc9c522176c0f362b205b93	application/pdf	application/pdf

Signature #1 Signed by Valentin BASLEY

Hash (sha256)
9215821a15a74201e2ce292ad6b125243d283a998552e0486cf8b9b1917a19f2

Certificate

DN CN=YOUSIGN, C=FR, O=YOUSIGN, 2.5.4.97=NTRFR-794513986, OU=0002 794513986, serialNumber=2023-12-21 15:41:20:983	Generated at 2023-12-21 13:31:20 UTC
Hash (sha256) 0f0545705f6637cf491bdcf1255f210a44da00d9e1fe094319e232847c62e990	OID 1.2.250.1.302.1.13.1.0