



Total Quadran

74 rue Lieutenant de Montcabrier

Technoparc de Mazeran – CS 10034

34536 Béziers Cedex - France

Parc éolien de Moulin Tizon à Montreuil-des-Landes (35)

SUIVI ENVIRONNEMENTAL

Suivi de la mortalité

<p>Réf. Dossier : 2020-000110</p> <p>Dossier suivi par : Frédéric EBNER</p> <p>f.ebner@dervenn.com</p>	<p>Rédacteur : Frédéric EBNER, Arnaud LE HOUEDEC</p> <p>Relecteur : Vincent GUILLEMOT</p> <p>Date : 18/06/2021</p> <p>Version : 2.1</p>
---	---

DERVENN GENIE ÉCOLOGIQUE

- 9 rue de la Motte d'Ille, 35830 BETTON
- 02 99 55 55 05
- contact@dervenn.com

SOMMAIRE

Liste des Figures	4
Liste des Tableaux	5
1 Cadre général et présentation de la mission	6
1.1 Localisation et présentation du parc éolien.....	6
1.2 Cadre réglementaire	7
2 Méthodologie.....	8
2.1 Suivi de l'évolution des végétations.....	8
2.2 Suivi direct de la mortalité	8
2.2.1 <i>Généralités.....</i>	8
2.2.2 <i>Méthode de prospection.....</i>	8
2.2.3 <i>Fréquence de prospection.....</i>	11
2.2.4 <i>Facteurs de correction</i>	11
2.2.5 <i>Biais / Limites de l'étude</i>	14
2.3 Dates et natures des prospections de terrain.....	14
2.4 Équipe projet.....	14
3 Résultats et analyse des impacts.....	15
3.1 Suivi de l'évolution des végétations.....	15
3.1.1 <i>Analyse des surfaces relevées</i>	15
3.2 Suivi direct de la mortalité	17
3.2.1 <i>Facteurs de correction</i>	17
3.2.2 <i>Résultats bruts</i>	20
3.2.3 <i>Correction et extrapolation des résultats bruts</i>	21
3.3 Impacts et proposition de mesures complémentaires de réduction des impacts	24
3.3.1 <i>Bilan des impacts du parc éolien de Moulin Tizon sur l'avifaune et les chiroptères.....</i>	24
Annexe 1. Bibliographie	25

Annexe 2. Protocole national de suivi environnemental des parcs éoliens terrestres – Révision de mars 2018 27

Liste des Figures

Figure 1 : Localisation du parc éolien (6 éoliennes) de Montreuil des Landes (35)	6
Figure 2 : Vue sur l'éolienne E6 depuis la plateforme de l'éolienne E5 (© Dervenn, 2020).....	7
Figure 3 : Zone de prospection pour le suivi mortalité.....	10
Figure 4 : Cadavres de poussins et souris utilisés pour le calcul du taux de persistance.....	12
Figure 5 : Leurres utilisés en substitution de matériel vivant pour le test d'efficacité de recherche	12
Figure 6 : Cartographie des végétations dans un rayon de 100 m autour des éoliennes	16

Liste des Tableaux

Tableau 1.	Caractéristiques techniques d'une éolienne	7
Tableau 2.	Dates, conditions météorologiques et natures des prospections.....	14
Tableau 3.	Noms et domaines d'intervention des membres de l'équipe projet	14
Tableau 4.	Synthèse des surfaces prospectées par passage du suivi mortalité	17
Tableau 5.	Durée de disparition des cadavres sous les éoliennes	18
Tableau 6.	Calcul du coefficient de prédation	19
Tableau 7.	Efficacité de recherche des opérateurs.....	19
Tableau 8.	Calcul du coefficient d'efficacité de recherche	19
Tableau 9.	Efficacité de recherche extrapolée sur la période suivie.....	20
Tableau 10.	Définitions des paramètres des formules d'estimation de la mortalité	21
Tableau 11.	Valeurs des paramètres utilisés dans les formules d'estimation de la mortalité	22
Tableau 12.	Estimation de la mortalité des chiroptères.....	23
Tableau 13.	Estimation de la mortalité des oiseaux	23

1 Cadre général et présentation de la mission

1.1 Localisation et présentation du parc éolien

Localisation	Montreuil des Landes (35210)
Mise en service	Juillet 2016
Caractéristiques	<ul style="list-style-type: none">• 6 éoliennes Gamesa G97/2000 (voir Tableau 1)• Puissance totale du parc 12 000 kW
Contexte	Le parc est implanté dans un parcellaire agricole principalement composé de cultures et prairies. On note la présence d'un boisement au Nord-ouest du parc éolien ainsi que la présence d'un réseau bocager relativement bien conservé par endroit.

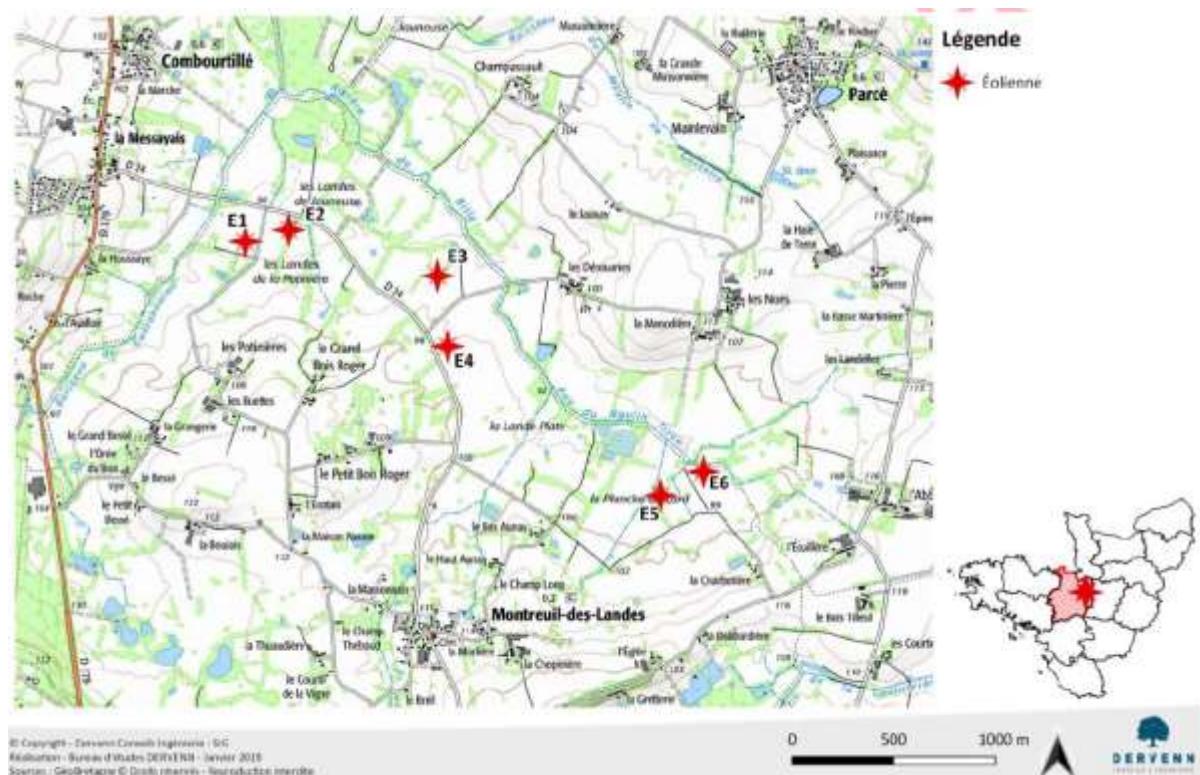


Figure 1 : Localisation du parc éolien (6 éoliennes) de Montreuil des Landes (35)

Tableau 1. Caractéristiques techniques d'une éolienne

Gamesa G97/2000	
Puissance (kW)	2000 kW
Diamètre (m)	97
Hauteur de nacelle (m)	90
Hauteur en bout de pale (m)	140 m

1.2 Cadre réglementaire

Les suivis proposés interviennent dans le cadre de la mise en œuvre du suivi environnemental prévu par l'article 12 de l'arrêté du 26 août 2011 modifié relatif aux installations de production d'électricité utilisant l'énergie mécanique du vent au sein d'une installation à autorisation au titre de la rubrique 2980 de la législation des installations classées pour la protection de l'environnement :

« 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. »

Le présent rapport détaille les méthodologies mises en œuvre ainsi que les résultats obtenus lors des suivis des végétations, de la mortalité (chiroptères/oiseaux) et du suivi d'activité en altitude (chiroptères).

Cette troisième campagne de suivi post implantation du parc éolien de Moulin Tizon a été réalisée en 2020 selon la version révisée 2018 du protocole national (voir Annexe 3), version en vigueur au lancement des premiers suivis.



Figure 2 : Vue sur l'éolienne E6 depuis la plateforme de l'éolienne E5 (© Dervenn, 2020)

2 Méthodologie

2.1 Suivi de l'évolution des végétations

L'ensemble de la zone d'étude – rayon de 100 m autour des éoliennes – a été parcouru à pied par le botaniste. Les végétations au travers des groupements floristiques qui les composent ont été relevées selon les nomenclatures CORINE Biotopes, EUNIS et Natura 2000 (le cas échéant). Une attention particulière a été portée aux espèces à statuts (liste rouge départementale et régionale, protections...), qui le cas échéant ont été dénombrées et localisées à l'aide d'un GPS.

La cartographie des végétations et de la flore d'intérêt a été réalisée sur la base des observations de terrain réalisées en période printanière.

L'analyse de l'évolution de la végétation aux abords du parc éolien s'est appuyée sur une comparaison entre les données de l'étude d'impacts et une photo aérienne récente.

2.2 Suivi direct de la mortalité

2.2.1 Généralités

Le suivi de mortalité permet de vérifier que les populations d'oiseaux et de chauves-souris présentes au niveau du parc éolien ne sont pas affectées de manière significative par le fonctionnement des aérogénérateurs. L'objectif est de s'assurer que l'estimation effectuée dans l'étude d'impact du projet en termes de risques de mortalité n'est pas dépassée dans la réalité.

La découverte d'un cadavre d'oiseau ou de chiroptère doit faire l'objet d'une fiche détaillée permettant la saisie standardisée de l'espèce et des conditions de mortalité constatée, et d'une procédure définie par le Ministère en charge des installations classées pour la protection de l'environnement.

2.2.2 Méthode de prospection

La zone de prospection (rayon de 50 m autour du pied de l'éolienne – voir **Erreur ! Source du renvoi introuvable.**) a été parcourue à pied le long de transects. Chaque transect, espacés d'environ 5 mètres, a permis à l'observateur de rechercher la présence de cadavre sur une largeur de 2,5 mètres de part et d'autre de sa ligne de déplacement. Les 6 éoliennes du parc ont été suivies conformément au protocole.

☞ La surface théorique de prospection était ainsi de 7,85 hectares.

Généralement, les oiseaux de grandes tailles sont retrouvés à une plus grande distance que les chiroptères ou petits passereaux, cela est probablement lié au fait que les plus grands individus

subissent majoritairement des collisions alors que les plus petits sont principalement victimes du phénomène de barotraumatisme. Une étude s'appuyant sur un modèle balistique montre également que la distance potentielle de projection est corrélée avec le poids des cadavres (Hull & Muir, 2010) ; plus les individus sont grands et lourds plus ils peuvent être projetés loin des éoliennes.

Pour chaque cadavre trouvé, l'espèce, la position GPS, le jour estimé de la mort ainsi que diverses informations relatives à l'état du cadavre (dégradation, fracture, origine supposée de la mort...) ont été relevés. Les conditions météo ont également été notées.

La surface réellement prospectée est complexe à évaluer car elle peut évoluer en fonction de l'évolution du couvert végétal. Lorsque l'ensemble de la surface n'était pas prospectable (buissons denses, cultures, etc.), l'observateur notait la surface prospectée afin d'appliquer ensuite un facteur de correction (voir 2.2.4.1). Les relevés ont été réalisés préférentiellement le matin.

D'après une étude de Marx (2017) basé sur des suivis environnementaux menés sur 91 parcs, la moitié des cadavres d'oiseaux a été retrouvée à une distance comprise entre 15 et 35 mètres du mât de l'éolienne alors que la moitié des cadavres de chiroptères était plutôt retrouvée à une distance comprise entre 6 et 22 mètres du mât.



Figure 3 : Zone de prospection pour le suivi mortalité

2.2.3 Fréquence de prospection

Conformément au nouveau protocole national, 21 passages hebdomadaires ont été réalisés. Les suivis ont eu lieu du 30/05/2020 au 16/10/2020.

2.2.4 Facteurs de correction

2.2.4.1 Coefficient de correction surfacique

Le coefficient de correction surfacique tient compte du fait que la totalité d'un parc ne peut pas forcément être prospectée (accès impossible du fait de la nature ou du développement de la végétation au sol, autorisation refusée par les propriétaires des parcelles, zones de cultures...). Il tient donc compte de la surface réellement prospectée.

N.B. : Dans le cas où la végétation était plus haute que 50 cm, les zones n'ont pas été prospectées. Le coefficient surfacique tient compte de ce postulat.

2.2.4.2 Test de persistance des cadavres

Afin de mesurer l'impact des animaux nécrophages autour des éoliennes, des cadavres de souris domestiques et de poussins (voir **Erreur ! Source du renvoi introuvable.**) ont été placés aléatoirement dans le but de représenter des cadavres de chiroptères et d'oiseaux ayant été tués par les éoliennes. Chaque cadavre a été localisé afin de vérifier sa durée de persistance. Des visites le lendemain à J+1 puis à J+3, J+5, J+7 et J+14 ont permis d'estimer cette durée de persistance. Les contrôle prédatation à J+7 et J+14 ont été mutualisés avec les suivis de mortalité.

- ➲ Etant donnée la période relativement longue du suivi, 2 phases de tests ont été réalisées.

Cette variable peut également permettre d'ajuster la fréquence des visites sous les éoliennes. Selon les contextes, les années et les espèces, le taux de prédatation peut être très variable. Sur le parc du Rochereau, Williamson (2011) obtient un taux de prédatation variant de 0 à 95 % pour une semaine sur 3 années consécutives. Lekuona (2001) rapporte un fort et rapide taux de prédatation de 62 % des carcasses en 24 heures et de 75 % en 48 heures durant son étude au sein de 6 parcs en Espagne.

N.B. : Dans la mesure du possible les cadavres de couleur claire étaient frottés dans la terre afin de diminuer leur visibilité et ne pas biaiser les résultats.



Figure 4 : Cadavres de poussins et souris utilisés pour le calcul du taux de persistance

2.2.4.3 Test d'efficacité de recherche

Cette étape préliminaire est réalisée à l'aide de substituts. Dans le cadre de ce suivi, 15 fausses souris (voir **Erreur ! Source du renvoi introuvable.**) de couleurs différentes ont été utilisées comme moyens de substitution à de vrais cadavres (matériel vivant) et ont été placées aléatoirement par un premier opérateur. Un second opérateur (celui testé) effectue par la suite son parcours de recherche le long des transects de la zone d'étude afin de détecter le maximum de substituts possible.

Le nombre de substituts découverts par rapport au nombre de substituts déposés constitue le taux d'efficacité de recherche. Ce coefficient varie en fonction du couvert végétal. Il est donc spécifique à ce dernier et à la période de l'année.

- ➲ 2 opérateurs ont été testés ; Etant donnée la période relativement longue du suivi 2 phases de tests ont été réalisé pour chacun des opérateurs.



Figure 5 : Leurres utilisés en substitution de matériel vivant pour le test d'efficacité de recherche

2.2.4.4 Extrapolation des données brutes

Dans le cas des suivis directs de mortalité uniquement, une estimation standardisée de mortalité par an et par éolienne peut être donnée. Il est également très fréquent de voir les données de mortalité rapportées à une puissance totale du parc, avec des taux de mortalité ou taux de collision en nombre d'individus/MW. Les méthodes d'extrapolation de la mortalité des espèces à utiliser sont les suivantes (voir Annexe 2) :

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

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

2.2.5 Biais / Limites de l'étude

Les surfaces prospectées varient selon la densité et la nature du couvert végétal. L'efficacité de recherche varie au cours du temps (amélioration supposée de l'observateur dans le temps) et du couvert végétal ; tout comme le taux de prédation peut varier selon les périodes de l'année. Enfin les relevés ont été réalisés sur 21 semaines (1 passage/semaine) ; 2 passages hebdomadaires auraient permis de diminuer le biais lié à la prédation.

2.3 Dates et natures des prospections de terrain

Tableau 2. Dates, conditions météorologiques et natures des prospections

Date	Météorologie	Nature des prospections
Mortalité		
14/06/2020	/	Réalisation des tests (Efficacité de recherche + persistance des cadavres)
05/08/2020		
30/07/2019	/	
30/05/2019 au 16/10/2019	Voir annexes	Recherche de cadavres dans un rayon de 50 m autour du mât de l'éolienne

2.4 Équipe projet

Les membres de Dervenn ayant pris part à cette étude, ainsi que leurs domaines d'expertise, sont présentés dans le tableau suivant.

Tableau 3. Noms et domaines d'intervention des membres de l'équipe projet

Domaine d'intervention	Nom
Chef de projet	Frédéric EBNER
Suivis mortalité (chiroptères)	Macha BARDIN, Arnaud LE HOUEDEC
Contrôleur qualité	Vincent GUILLEMOT

3 Résultats et analyse des impacts

3.1 Suivi de l'évolution des végétations

3.1.1 Analyse des surfaces relevées

Le tableau ci-dessous présente les surfaces d'habitats relevés au cours de la campagne de suivi réalisée en 2020.

Intitulé d'habitat	Code Corine	Surface totale (ha)	% de la surface totale
Prairies mésohygrophiles	37.2	5,97	31,76
Ripisylves	44.9	0,25	1,33
Prairies temporaires	82.1	0,72	3,83
Cultures	83.1	9,47	50,37
Haies arborées	84.1	0,38	2,02
Haies arbustives	84.1	0,41	2,18
Plateforme et voiries	/	1,60	8,51
TOTAL		18,80	100

Les espaces proches des plateformes sont majoritairement des milieux de cultures monospécifiques, localement bordés de haies de hauts-jets ou arbustives. Un ensemble d'espaces prairiaux se retrouve aussi aux abords des éoliennes 1, 5 et 6. Ces dernières, du fait de la présence du Ruisseau du Moulin Tizon, présentent des caractéristiques de végétations humides, avec la présence d'espèces types comme le Jonc diffus, la Cardamine des prés ou encore les Renoncules rampante ou âcre. C'est dans ce secteur qu'ont été relevés les linéaires de ripisylve de bord de cours d'eau.

- Aucune évolution significative des végétations n'a été observée depuis les campagnes de suivi 2018 et de 2019

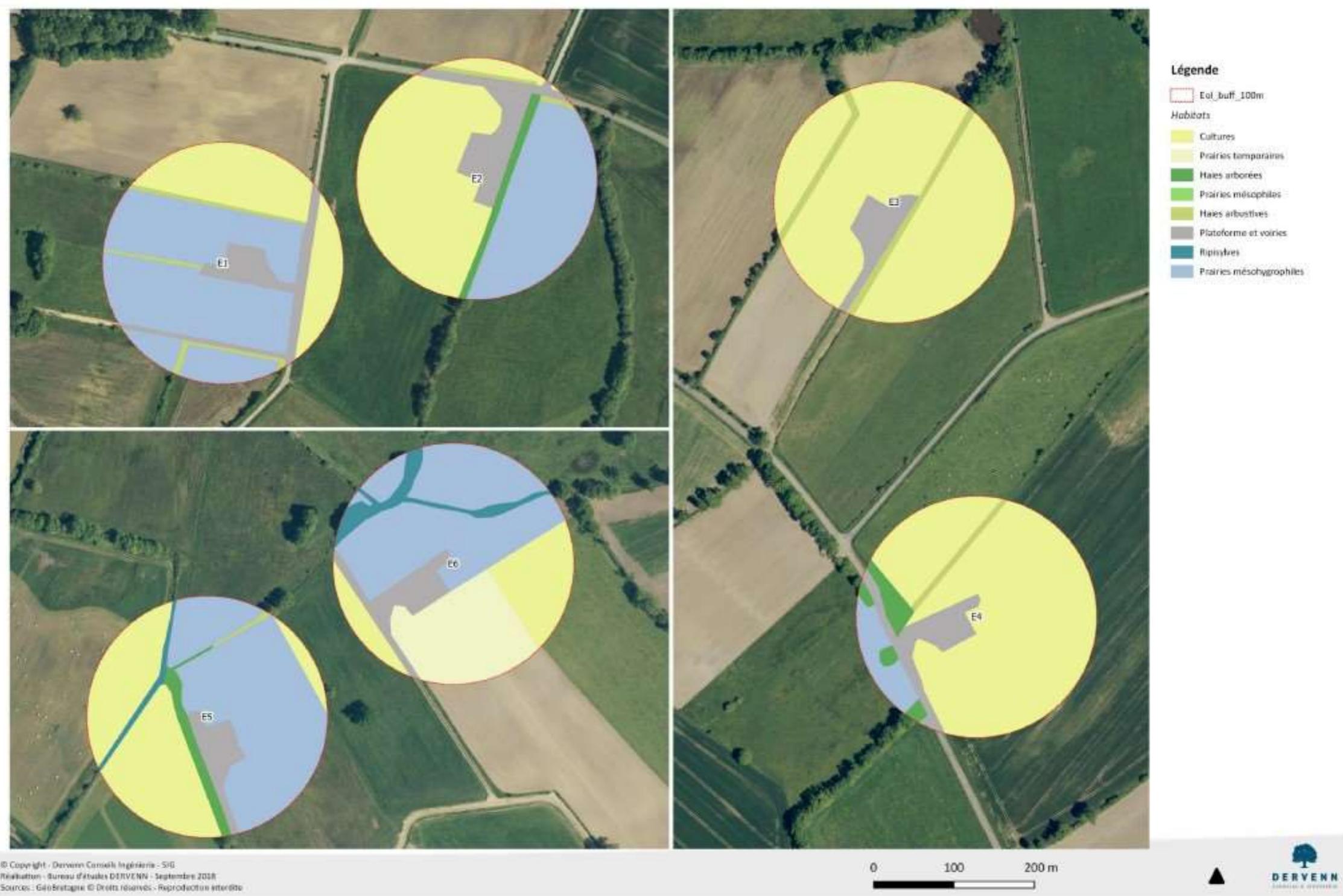


Figure 6 : Cartographie des végétations dans un rayon de 100 m autour des éoliennes

3.2 Suivi direct de la mortalité

3.2.1 Facteurs de correction

3.2.1.1 Coefficient de correction surfacique

La zone d'étude pour le suivi mortalité s'étend sur un rayon de 50 m autour de l'éolienne soit une surface théorique prospectable de 0,79 ha par éolienne et 4,74 hectares pour l'ensemble des éoliennes suivies soit 6 éoliennes. L'ensemble de la surface n'a pas pu être prospecté à chaque passage (présence de cultures, haies, labours récents, bovins...). Le coefficient de correction surfacique correspond à la surface moyenne réellement prospectée lors des 21 passages. Au regard des surfaces prospectées (voir Tableau 4) :

➡ Le coefficient moyen de correction surfacique est de 0,481

Tableau 4. Synthèse des surfaces prospectées par passage du suivi mortalité

Passage	Surface réellement prospectée (ha)	% de surface prospectée	Passage	Surface réellement prospectée (ha)	% de surface prospectée
P1	3,55	48,84	P13	3,59	51,35
P2	3,79	51,21	P14	3,59	51,35
P3	3,79	51,21	P15	3,59	52,14
P4	3,87	48,84	P16	3,71	50,3
P5	3,91	47,53	P17	4,15	54,64
P6	3,32	43,58	P18	3,28	42,66
P7	2,96	41,74	P19	3,28	42,66
P8	3,44	48,72	P20	3,28	42,66
P9	3,44	46,87	P21	3,28	42,66
P10	3,44	48,72			
P11	3,59	51,35			
P12	3,59	51,35			
% moyen de surface prospectée sur les 21 passages			48,1 %		

3.2.1.2 Test de persistance des cadavres

Étant donné la longueur du suivi (21 semaines) 2 phases de tests ont été réalisées. Lors de chaque phases un total de 12 cadavres a été disposé sous 3 éoliennes soit 24 cadavres pour l'ensemble du suivi. Les cadavres (souris et poussins) ont été disposés le 14/06/20 pour la première phase et le 05/08/20 pour la seconde. Le postulat est fait que les cadavres n'ayant pas été retrouvés ont été consommés ou déplacés. Sur les 24 cadavres déposés tous ont été consommés (ou déplacés) dans les 7 jours suivants le pose (voir Tableau 5).

N.B. : Le calcul du « tm » correspond à la durée moyenne de persistance d'un cadavre (en jours). Le postulat est fait qu'un cadavre n'ayant pas disparu au bout de 15 jours sa durée de persistance sera alors de 15 jours. $tm = \frac{\text{(somme des durées de persistances)}}{50}$

Tableau 5. Durée de disparition des cadavres sous les éoliennes

	Éolienne	E2	E5	E6	Durée moyenne de persistance d'un cadavre (en jours) = tm
Phase 1	Pose 14/06/20	4	4	4	3,58
	Contrôle J+1 15/06/20	4	4	4	
	Contrôle J+3 17/06/20	2	2	3	
	Contrôle J+5 19/06/20	1	0	1	
	Contrôle J+7 17/06/20	0	0	0	
Phase 2	Éolienne	E1	E3	E4	Durée moyenne de persistance d'un cadavre (en jours) = tm
	Pose 05/08/20	4	4	4	4,17
	Contrôle J+1 06/08/20	4	4	4	
	Contrôle J+3 08/08/20	3	2	1	
	Contrôle J+5 10/08/20	2	1	1	
	Contrôle J+7 12/08/20	0	0	0	

Tableau 6. Calcul du coefficient de prédation

Passage	Durée moyenne de persistance d'un cadavre (en jours) = tm	Passage	Durée moyenne de persistance d'un cadavre (en jours) = tm
P1	3,58	P13	4,17
P2	3,58	P14	4,17
P3	3,58	P15	4,17
P4	3,58	P16	4,17
P5	3,58	P17	4,17
P6	3,58	P18	4,17
P7	3,58	P19	4,17
P8	3,58	P20	4,17
P9	3,58	P21	4,17
P10	3,58		
P11	4,17		
P12	4,17		
Durée moyenne de persistance d'un cadavre pour les 21 passages (en jours) = tm		3,89 jours	

➡ Le coefficient moyen de persistance est de 3,89 jours

3.2.1.3 Test d'efficacité de recherche

Étant donné la longueur du suivi (21 semaines) 2 phases de tests ont été réalisées les 15/06 et 05/08. Les 2 opérateurs du suivi mortalité ont été testés avant le début des suivis.

Tableau 7. Efficacité de recherche des opérateurs

Opérateur	Phase	Nb de substituts retrouvés	% d'efficacité de recherche	
Macha BARDIN	1	12/15	80,0	83,3
	2	13/15	86,7	
Arnaud LE HOUEDEC	1	14/15	93,3	90,0
	2	13/15	86,7	

Tableau 8. Calcul du coefficient d'efficacité de recherche

Tableau 9. Efficacité de recherche extrapolée sur la période suivie

Passage	Opérateur	% d'efficacité de recherche	Passage	Opérateur	% d'efficacité de recherche
P1	MB	80,0	P13	MB	86,7
P2	MB	80,0	P14	MB	86,7
P3	MB	80,0	P15	MB	86,7
P4	MB	80,0	P16	AH	86,7
P5	MB	80,0	P17	MB	83,3
P6	MB	80,0	P18	AH	86,7
P7	MB	80,0	P19	MB	83,3
P8	MB	80,0	P20	AH	86,7
P9	MB	80,0	P21	AH	86,7
P10	MB	80,0			
P11	MB	86,7			
P12	MB	86,7			
% d'efficacité de recherche moyen sur les 21 passages			83,2		

➡ L'efficacité de recherche moyenne est de 83,2 %.

3.2.2 Résultats bruts

Lors des 21 passages s'étalant du 30/05/2020 au 16/10/2019, aucun cadavre de chiroptères et aucun cadavre d'oiseau n'a été retrouvés sous l'ensemble des 6 éoliennes.

➡ Aucun cas de mortalité n'a été constaté sous les 6 éoliennes durant la période

3.2.3 Correction et extrapolation des résultats bruts

3.2.3.1 Formules utilisées

Aucun cadavre n'ayant été trouvé, l'extrapolation conclut à une mortalité nulle. Nous rappelons ici toutefois la méthode de calcul pour l'estimation de la mortalité.

Tableau 10. Définitions des paramètres des formules d'estimation de la mortalité

Paramètre	Formule	Définition
N_a		nombre total d'individus trouvés morts
N_b		nombre d'individus tués par autre chose que les éoliennes
d	$d = d_t / d_p$	taux de découverte, variable en fonction du couvert végétal
d_t		Nombre de leurres trouvés
d_p		Nombre de leurres placés
I		La durée de l'intervalle (entre 2 visites), équivalent à la fréquence de passage (en jours)
tm		Durée moyenne de persistance d'un cadavre (en jours)
a	$a = a_r / a_t$	coefficient de correction surfacique
a_r		Surface réellement couverte (en m ²)
a_t	$a_t = N_e * \pi r^2$	Surface théorique (en m ²)
N_e		Nombre d'éolienne
r		Rayon de recherche (en m)
\hat{e}	$\hat{e} = \text{Min}(I : \hat{I}) / I$	coefficient correcteur de l'intervalle
\hat{I}	$\hat{I} = -\log(0,01) \times tm$	Intervalle effectif

Nous choisissons d'utiliser les 2 formules suivantes :

- Erickson (2000)

Cette équation adaptée de la formule de Winkelmann permet de faire le calcul même lorsque le taux de prédation est très élevé (donc le taux de persistance nul, c'est-à-dire si tous les cadavres disparaissent entre 2 visites). Pour cela, deux paramètres sont ajoutés, I (fréquence de passage ou durée de l'intervalle entre 2 visites) et tm (durée moyenne de persistance en jours).

$$N \text{ estimé} = (N_a - N_b) * I / (tm * d)$$

- Jones (2009) & Huso (2010)

Ces 2 méthodes sont très similaires et reposent sur plusieurs hypothèses : le taux de mortalité est constant sur l'intervalle, la durée de persistance suit une variable exponentielle négative et la probabilité de disparition moyenne sur l'intervalle correspond à la probabilité de disparition d'un cadavre tombé à la moitié de l'intervalle. La notion d'« intervalle effectif » est aussi ajoutée.

$$N \text{ estimé} = (N_a - N_b) / (a * d * \hat{e} * P)$$

La principale différence entre ces deux formules provient du calcul de tm (coefficient de persistance des cadavres) :

$$\text{Pour Jones (2009)} : P = e - 0,5 * \frac{I}{tm}$$

$$\text{Pour Huso (2010)} : p = tm * \frac{1-e^{-\frac{I}{tm}}}{I}$$

3.2.3.2 Estimation de la mortalité pour les chiroptères et les oiseaux

3.2.3.2.1 Rappels des coefficients correcteurs et calculs des paramètres

- Coefficient de correction surfacique : $a = 0,481$
- Durée moyenne de persistance d'un cadavre (en jours) : $tm = 3,89$
- Taux de découverte (ou efficacité du chercheur) : $d = 0,832$

Tableau 11. Valeurs des paramètres utilisés dans les formules d'estimation de la mortalité

Paramètres	Valeurs
d	0,832
I	7
tm	3,89
a	0,481
Nes	6
Net	6
r	50
ê	1
î	7,78
P(Jones)	0,383
p (Huso)	0,464

3.4.3.2 Estimation de la mortalité pour les chiroptères

Les différentes formules estiment la mortalité pour l'ensemble des éoliennes suivies sur la période de suivi. Pour établir des synthèses :

- on divise ces résultats par 6 ► on aura une estimation de la mortalité par éolienne pour la période suivie ;
- on divise par 161 (nombre de jours de suivi) et on multiplie par 245 (période d'activité moyenne des chiroptères : mi-mars à mi-novembre) ► on aura une estimation de la mortalité par éolienne et par an ;
- on multiplie par 6 ► on aura une estimation de la mortalité pour le parc entier et par an (pour la période d'activité moyenne des chiroptères) ;
- on divise par la puissance totale du parc et on aura une estimation de la mortalité par MW et par an (pour la période d'activité moyenne des chiroptères).

Tableau 12. Estimation de la mortalité des chiroptères

Estimation de la mortalité des chiroptères - Base Année 2020			
	Huso (2010)	Jones (2009)	Erikson (2000)
Mortalité estimée pour l'ensemble des éoliennes suivies du parc (6 éoliennes) sur la période suivie	NA	NA	NA
Mortalité estimée pour une éolienne sur la période suivie	NA	NA	NA
Mortalité estimée pour une éolienne sur une année (8 mois)	NA	NA	NA
Mortalité estimée par MW sur une année (8 mois)	NA	NA	NA

NA : calculs non significatifs pour une mortalité constatée nulle

3.4.3.2 Estimation de la mortalité des oiseaux

Les différentes formules estiment la mortalité pour l'ensemble des éoliennes sur la période de suivi.
Pour établir des synthèses :

- on divise ces résultats par 6 ► on aura une estimation de la mortalité par éolienne pour la période suivie ;
- on divise par 161 (nombre de jours de suivi) et on multiplie par 364 (pour la période d'activité des oiseaux, soit toute l'année) ► on aura une estimation de la mortalité par éolienne et par an ;
- on multiplie par 6 ► on aura une estimation de la mortalité pour le parc entier et par an ;
- on divise par la puissance totale du parc et on aura une estimation de la mortalité par MW et par an.

Tableau 13. Estimation de la mortalité des oiseaux

Estimation de la mortalité des chiroptères - Base Année 2020			
	Huso (2010)	Jones (2009)	Erikson (2000)
Mortalité estimée pour l'ensemble des éoliennes suivies du parc (6 éoliennes) sur la période suivie	NA	NA	NA
Mortalité estimée pour une éolienne sur la période suivie	NA	NA	NA
Mortalité estimée pour une éolienne sur une année (8 mois)	NA	NA	NA
Mortalité estimée par MW sur une année (8 mois)	NA	NA	NA

NA : calcul non significatif pour une mortalité constatée nulle

3.3 Impacts et proposition de mesures complémentaires de réduction des impacts

3.3.1 Bilan des impacts du parc éolien de Moulin Tizon sur l'avifaune et les chiroptères

- ➡ Aucune mortalité n'a été constatée en 2020. Rappelons qu'en 2019, 14 animaux (1 oiseau et 13 chiroptères) avaient été découverts morts sous ce même parc éolien.

La réduction d'impact lié à la mise en œuvre de l'arrêt programmé des machines (bridage) semble être tout à fait efficace. La mortalité est non significative et il n'y aura pas de reconduction de suivi en 2021.

Annexe 1. Bibliographie

- Barataud M.** 2015. Écologie acoustique des chiroptères d'Europe, identification des espèces, étude de leurs habitats et comportement de chasse. Biotope, Mèze ; Muséum national d'Histoire naturelle, Paris (collection Inventaires et Biodiversité), 344 p.
- Blondel J., Ferry C., Frochot B.** 1970. Méthode des Indices Ponctuels d'Abondance (IPA) ou des relevés d'avifaune par stations d'écoute. *Alauda*, **38**, 55-70.
- Drewitt, A.L. & Langston, R.H.** 2006. Assessing the impacts of wind farms on birds. *Ibis*, **148**(s1), 29-42.
- Dürr, T.** 2017. Fledermausverluste an Windenergieanlagen / bat fatalities at windturbines in Europe. Datenaus der zentralen Fundkartei der Staatlichen Vogelschutzwarte im Landesamt für Umwelt Brandenburg. Stand: 05. Dezember 2017.
- Erickson, W.P., Johnson, G D. & Young Jr, D.P.** 2005. A summary and comparison of bird mortality from anthropogenic causes with an emphasis on collisions. *USDA Forest Service General Technical Report PSW-GTR-191*, 1029-1042.
- 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.
- Hötker, H., Thomsen, K.M. & Jeromin, 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-Institutum NABU, Bergenhusen, Allemagne. 65 p.
- Hull, C.L. & Muir, S.** 2010. Search areas for monitoring bird and bat carcasses at wind farms using a Monte-Carlo model. *Australasian Journal of Environmental Management*, **17**:2, 77-87.
- Lekuona, J.M.** 2001. Usos de los espacios por la avifauna y control de la mortalidad de aves en los parques eólicos de Navarra. Gobierno de Navarra, Pamplona. 155 p.
- 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. Ligue pour la Protection des Oiseaux, 92 p.
- Rydell, J., Engström, H., Hedenström, A., Larsen, J.K., Pettersson, J. & Green, M.** 2012. The effect of wind power on birds and bats – A synthesis. VINDVAL, *Report 6511*. 152 p.
- Thelander, C.G., Smallwood, K.S. & Rugge, L.** 2003. Bird Risk Behaviors and Fatalities at the Altamont Pass Wind Resource Area, Period of Performance: March 1998–December 2000. National Renewable Energy Laboratory. 91 p.
- Williamson, T.** 2011. Évaluation de l'impact du parc éolien du Rochereau (Vienne) sur l'avifaune de plaine - Comparaison entre l'état initial et les trois premières années de fonctionnement des éoliennes, Rapport final 2007-2010. LPO Vienne, SERGIES. 136 p.

Winkelman, J.E. 1992. [The impact of the Sep wind park near Oosterbierum (Fr.), the Netherlands, on birds, 1: collision victims]. RIN-rapport 92/2. DLO-Instituut voor Bos-en Natuuronderzoek, Arnhem, The Netherlands *in***Langston, R.H. & Pullan, J.D.** 2003. Windfarms and Birds : An analysis of the effects of windfarms on birds, and guidance on environmental assessment criteria and site selection issues. Convention on the conservation of european wildlife and natural habitats. Report written by BirdLife International on behalf of the Bern Convention. RSPB / BirdLife in the UK. T-PVS/Inf (2003) 12. 58 p.

Annexe 2. Protocole national de suivi environnemental des parcs éoliens terrestres – Révision de mars 2018
