

Parc éolien de Ploudalmézeau (29)

REF Eolien



Suivi de mortalité

Décembre 2019



INTRODUCTION

Dans le cadre de l'exploitation du parc éolien de Ploudalmézeau, la société REF éolien a confié au cabinet d'études CALIDRIS la réalisation d'un suivi mortalité sur le parc éolien situé sur la commune de Ploudalmézeau (département du Finistère, région Bretagne).

Le présent document a pour objectif de présenter les résultats du suivi mortalité, réalisé durant le mois de mai à octobre 2019.

SOMMAIRE

Introduction	2
Contexte	4
Rappel des enjeux et des impacts de l'étude d'impact	5
LOCALISATION ET DESCRIPTION DU PARC EOLIEN	6
Matériel et méthodes	8
1. PROTOCOLE DÉTAILLÉ	8
1.1. <i>Date de suivi</i>	8
1.2. <i>Surface et méthodologie de prospection</i>	9
1.3. <i>Recueil des données</i>	10
1.4. <i>Test de persistance</i>	10
1.5. <i>Taux de détectabilité</i>	11
1.6. <i>Surface réellement prospectée</i>	11
1.7. <i>Taux de mortalité</i>	11
ANALYSE DES RESULTATS	12
1. RÉSULTATS	12
1.1. <i>Test de détection</i>	12
1.2. <i>Test de persistance</i>	12
1.3. <i>Correcteur surfacique</i>	13
1.4. <i>Mortalité brute</i>	17
1.5. <i>Estimation de la mortalité</i>	20
1.6. <i>Patrimonialité des espèces touchées</i>	21
2. DISCUSSION	22
Conclusion	27
ANNEXE 1 : FICHE DE SUIVI DE MORTALITÉ POUR L'AVIFAUNE (MTES, 2015)	30
ANNEXE 2 : FICHE DE SUIVI DE MORTALITÉ CHIROPTÈRES (MTES, 2015)	31
ANNEXE 3 : ENSEMBLE DES PHOTOGRAPHIES DES CADAVRES	32
PLUMÉE DE PINSON DES ARBRES (C1)	32
PLUMÉE DE PIGEON RAMIER (C2)	33
CADAVRE DE PIPISTRELLE COMMUNE (C3)	34
PLUMÉE DE PASSEREAU INDÉTERMINÉ (C4) (+ NOMBREUX AUTRES DUVETS DISSÉMINÉES AUTOUR DE L'ÉOLIENNE SUR LE SITE)	35
CADAVRE DE GOÉLAND HORS SITE (C5)	36
PLUMÉE DE GOÉLAND ARGENTÉ (C6)	37
PLUMÉE DE PIGEON RAMIER (C7)	38
CADAVRE CHAUVE-SOURIS INDÉTERMINÉE (C8)	39
CADAVRE DE MOUETTE RIEUSE (C9)	40
CADAVRE DE TRAQUET MOTTEUX (C10)	41



CONTEXTE

Comme le prévoit l'arrêté du 26 août 2011 (arrêté relatif aux installations de production d'électricité utilisant l'énergie mécanique du vent au sein d'une installation soumise à déclaration au titre de la rubrique 2980 de la législation des installations classées pour la protection de l'environnement), il convient de mettre en place un suivi de mortalité sur votre parc éolien. Il est dit dans l'article 12, que ce suivi interviendra : « *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 suivi mis en place est conforme au protocole reconnu par le ministre de la transition écologique et solidaire dans la décision du 8 avril 2018 : *le protocole de suivi environnemental des parcs éoliens révisé en 2018.* (MTES, 2018)

Ce suivi s'inscrit dans le cadre d'une prospection de contrôle, du parc éolien, qui doit avoir lieu tous les 10 ans.



RAPPEL DES ENJEUX ET DES IMPACTS DE L'ÉTUDE D'IMPACT

Lors de l'étude d'impact (Urbalis, 2003), il est écrit que « Compte-tenu de la particularité des éoliennes (hauteur du mât, rotation des pâles, ce sont essentiellement les oiseaux qui peuvent éventuellement représenter une contrainte vis-à-vis du projet. »

Aucune mention de la présence de chiroptères n'est faite dans ce document, ou de l'éventuel effet négatif des éoliennes sur ce groupe. Ainsi, aucune étude des chiroptères n'a été mise en place pour décrire le peuplement à proximité du parc de Ploudalmézeau lors de l'étude d'impact.

Vis-à-vis de l'avifaune, l'impact du parc éolien est jugé comme « **assez faible** ». Le risque de collision impliquerait l'avifaune locale (nicheurs, hivernants, migrants en stationnement) ou en passage migratoire.

La localisation du site, proche d'un nombre important de sites de rassemblement, de nidification ou de halte migratoire pour de nombreux oiseaux est évoquée. Les inventaires sur le site permettent de le décrire comme étant dominé par les passereaux dont l'Alouette des champs et l'Accenteur mouchet. Les rapaces (Buse variable) et les larinés (goélands et mouettes) sont présentés comme étant des espèces potentiellement plus sensibles à l'éolien. Au niveau des éoliennes E1 et E6, abritant des zones marécageuses, des bécassines, vanneaux, et pluviers ont été contactées en hiver. Enfin, un cortège d'espèces inféodées aux zones boisées ont également été recensées (Pigeon ramier, Merle noir, Rouge-gorge, Pinson des arbres, mésanges, Corneille noire, Corbeaux freux, fauvettes, Geai des chênes, Pie bavarde).

Afin d'évaluer le risque de collision sur le parc, REF éolien s'est engagé à réaliser un suivi de mortalité (avifaune et chiroptères) conformément à la réglementation et en respect du Protocole de suivi environnemental des parcs éoliens terrestres (2018).



LOCALISATION ET DESCRIPTION DU PARC ÉOLIEN

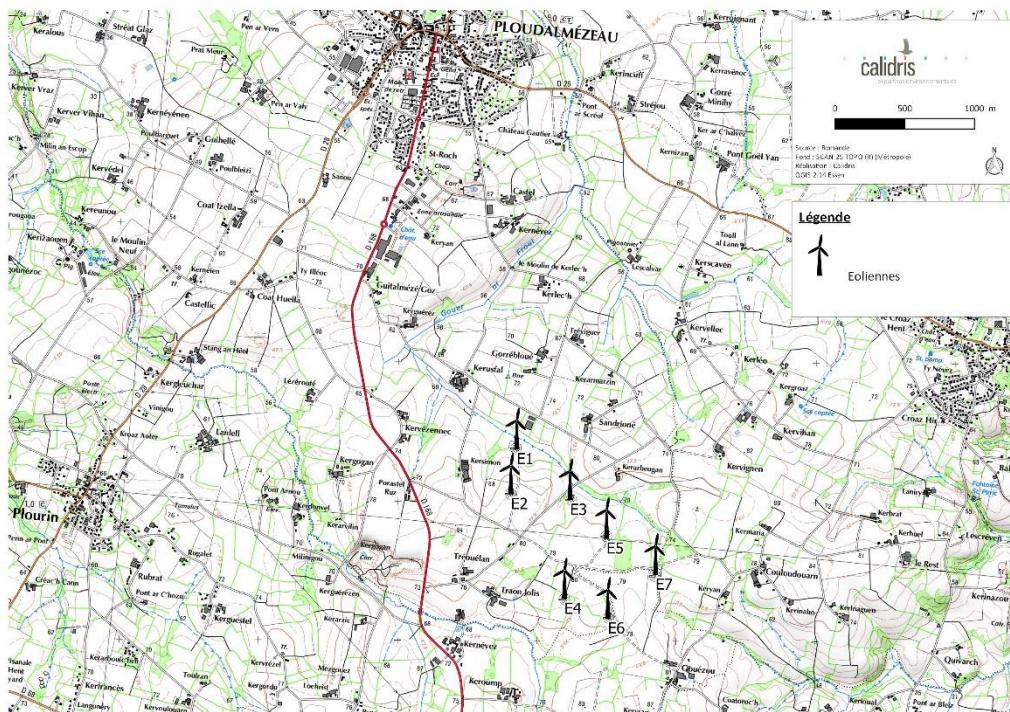
Le parc éolien de Ploudalmézeau se situe au Sud de la commune de Ploudalmézeau et à l'est de la commune de Plourin (Finistère), en région Bretagne. Il est composé de 7 éoliennes disposées en 2 lignes (carte 1) selon un axe nord-ouest/sud-est.

Il a été mis en service en octobre 2005. Les aérogénérateurs sont de type Bonus B62/1300 et développent chacun une puissance de 1300 kW. Par conséquent l'ensemble du parc développe une puissance de 9100 kW.

Tableau 1 : Caractéristiques des éoliennes Enercon E82 E2

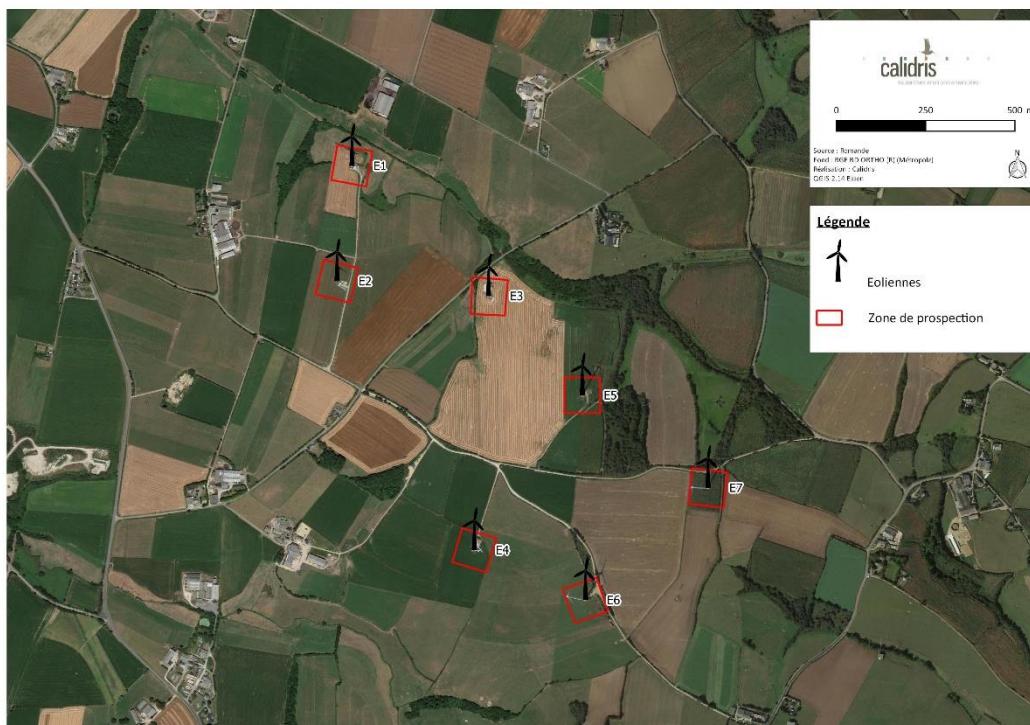
Modèle	Enercon E-82 E2
Hauteur de la nacelle	68 m
Diamètre du rotor	62 m
Hauteur en bout de pale	99 m
Garde au sol	37 m
Puissance nominale	1300 kW

La garde au sol étant supérieure à 30m, le type d'éolienne présent peut être considéré comme moins dangereuse que celles ayant une garde au sol inférieure à 30 mètres. En effet, seulement 35% des espèces de chiroptères présentes en France se trouvent de façon régulière à plus de 30 mètres, et 17% des espèces s'y trouvent régulièrement (Heitz & Jung, 2016).



Carte 1 : Localisation des éoliennes du parc éolien de Ploudalmézeau

Les 7 éoliennes sont implantées au sein d'un paysage agricole bocager. La surface à prospector autour des éoliennes est constituée de prairies et de cultures (maïs, céréales). Certaines prairies servent de pâtures, et d'autres sont des prairies de fauche. Des zones herbacées rases correspondent au chemin d'accès et à la plateforme de l'éolienne.



Carte 2 : Zone d'implantation des éoliennes et zones de prospection



MATÉRIEL ET MÉTHODES

1. Protocole détaillé

1.1. Date de suivi

Le suivi a été réalisé durant 22 semaines entre mai et octobre 2019 (semaines 20 à 42), période qui correspond à la fois à la période de nidification des oiseaux au printemps, ainsi qu'au transit automnal des chiroptères. Cette dernière période est également très favorable à la migration postnuptiale d'un important cortège d'oiseaux. Le tableau ci-dessous récapitule l'ensemble des passages effectués par l'observateur sur le parc éolien de Ploudalmézeau.

Tableau 2 : Date de passages sur le site

N°	Date	Fonction	N°	Date	Fonction
S20	16/05/2019	Suivi mortalité	S31	01/08/2019	Suivi mortalité
S22	30/05/2019	Suivi mortalité	S32	08/08/2019	Suivi mortalité
S23	05/06/2019	Test de persistance	S33	14/08/2019	Suivi mortalité
S23	06/06/2019	Test de persistance	S34	23/08/2019	Suivi mortalité
S23	07/06/2019	Suivi mortalité et test de persistance	S35	30/08/2019	Suivi mortalité
S24	11/06/2019	Suivi mortalité et test de persistance	S36	03/09/2019	Suivi mortalité
S24	12/06/2019	Test de persistance	S37	10/09/2019	Suivi mortalité
S25	17/06/2019	Suivi mortalité et test de persistance	S38	18/09/2019	Test de persistance
S26	26/06/2019	Suivi mortalité et test de persistance	S38	19/09/2019	Test de persistance
S27	04/07/2019	Test de persistance	S38	20/09/2019	Suivi mortalité et test de persistance
S27	05/07/2019	Suivi mortalité	S39	23/09/2019	Suivi mortalité et test de persistance
S28	12/07/2019	Suivi mortalité	S39	24/09/2019	Suivi mortalité et test de persistance
S29	19/07/2019	Suivi mortalité	S40	02/10/2019	Suivi mortalité et test de persistance
S30	25/07/2019	Suivi mortalité	S41	09/10/2019	Suivi mortalité et test de persistance
			S42	15/10/2019	Suivi mortalité

1.2. Surface et méthodologie de prospection

Le suivi de mortalité consiste à prospecter au sol les surfaces situées sous les aérogénérateurs en vue de la découverte et de l'identification d'éventuels cadavres.

Surface à prospector : Les pales de l'éolienne mesurant moins de 50 mètres, les prospections ont été réalisées selon un carré de 100 mètres de côté ayant pour centre l'éolienne considérée. La *surface théoriquement prospectable* mesurait donc 1 hectare pour chaque éolienne. L'orientation du carré et la direction des transects ont été choisies sur le terrain lors de la première visite, en fonction de la présence d'éléments repères dans le paysage, notamment la bordure des plateformes, chemins, sens des sillons etc.

Mode de recherche : Afin de faciliter les prospections, la zone à prospector et les axes de transects ont été matérialisés au sol par des piquets repères disposés de part et d'autre de chaque transect tous les 10 mètres sur une longueur de 100 m. Ce dispositif a ainsi permis à l'observateur de se déplacer de façon régulière sous les éoliennes. La prospection a été réalisée à vitesse constante de part et d'autre des lignes ainsi matérialisées. L'observateur a ainsi prospecté une zone s'étendant sur 5 m de part et d'autre de son parcours.

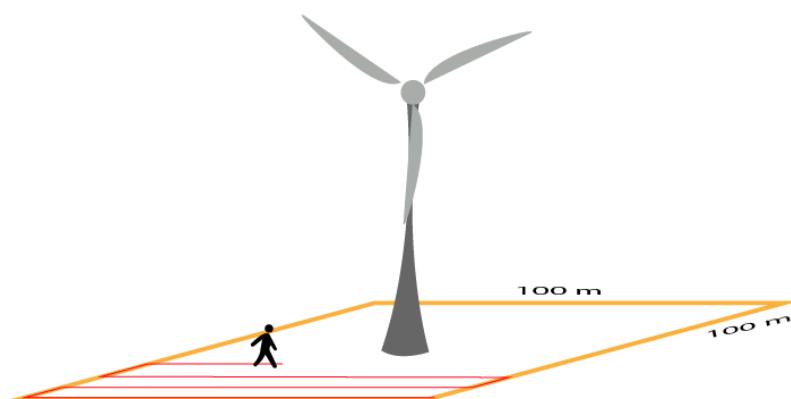


Illustration 1 : Visualisation des transects de recherche des cadavres

Zones non prospectées : A chaque visite, la surface de prospection a pu être réduite en fonction des contraintes liées au terrain telles que la présence de boisements, de cultures, de travaux agricoles en cours...

Fréquence et moment de recherche : Les prospections hebdomadaires ont débuté de préférence le matin, dans l'heure qui suit le lever du soleil.

Ordre de prospection des éoliennes : L'observateur s'est attaché à faire varier l'ordre de prospection des éoliennes afin de limiter l'erreur due à une éventuelle disparition des cadavres entre le lever du soleil et le moment de la prospection.

1.3. Recueil des données

Chaque journée de prospection, l'observateur a consigné son heure d'arrivée et de départ ainsi que les conditions météorologiques pouvant avoir un impact sur sa visibilité (température, intensité et direction du vent, nébulosité, pluie éventuelle). Le numéro des éoliennes ne fonctionnant pas au moment de la prospection, la surface prospectée par éolienne (% de la surface totale), et une description de l'habitat ont également été relevés.

Chaque cadavre a été photographié, associé à une date et une éolienne, sa localisation a été consignée sur une carte et le point GPS a été relevé. L'espèce, le sexe, l'âge ainsi que diverses informations relatives à l'état du cadavre ont également été identifiées si possible (voir annexe 1 et annexe 2)

1.4. Test de persistance

Les cadavres sont susceptibles de disparaître plus ou moins rapidement selon le site d'étude. En effet, d'un site à l'autre, les communautés de charognards présents varient, de même que leur abondance, leurs rythmes d'activité ou encore les ressources alimentaires alternatives. Par ailleurs, la détectabilité (cadavre frais ou plus ancien), et l'accessibilité des cadavres peut aussi influer sur la durée de persistance (Besnard & Bernard, 2017). Afin d'estimer le taux de persistance des cadavres sous les éoliennes, l'observateur a dispersé des cadavres de poussin de poule de couleur jaune sur la surface de prospection. Cette espèce a été privilégiée car les poussins ont une taille qui se rapproche de celle des chauves-souris, et des passereaux adultes. 3 poussins par éolienne ont été dispersés dans des habitats différents (dalle, végétation rase sur la plateforme, végétation plus élevée). Leur emplacement a été soigneusement relevé pour permettre le contrôle ultérieur. Tous les poussins ont été décongelés la veille de leur placement pour limiter l'avancée de leur décomposition avant le dépôt, et manipulés avec des gants afin de limiter de les imprégner d'une odeur humaine. L'observateur est ensuite repassé régulièrement au cours de la première semaine pour contrôler la persistance des cadavres, puis les semaines suivantes et jusqu'à la disparition totale des poussins. Au total 21 poussins ont été repartis sous les 7 éoliennes du parc de Ploudalmézeau. Un premier test a été réalisé en début d'été (7/06/19) et un second en automne (18/09/19).

1.5. Taux de détectabilité

L'observateur s'est étalonné afin d'établir son taux de détectabilité. Pour cela des leurres (poussins noircis au charbon) ont été dispersés par une personne différente de l'observateur sur une parcelle représentative de la diversité des habitats du parc éolien. Le nombre de poussins déposés n'était pas connu de l'observateur et il a recherché les poussins selon les mêmes conditions qu'un suivi de mortalité classique.

1.6. Surface réellement prospectée

La surface théorique prospectable dans les carrés de 100 m de côté autour des éoliennes est de 1 hectare. Cependant, dans le cas où la végétation est devenue trop touffue, ou en présence de jeunes vaches, il n'a pas toujours possible de prospecter l'intégralité de cette surface. A chaque visite, la surface prospectée a été quantifiée et relevée afin de déduire le taux de prospection pour l'ensemble du parc, à chaque visite.

1.7. Taux de mortalité

Afin d'estimer le taux de mortalité réel du parc nous avons effectué différents tests statistiques selon plusieurs méthodes retenues : Erickson, (2000), Jones (2009) et Huso (2010). Les calculs ont été réalisés en utilisant l'application eolapp : <https://shiny.cefe.cnrs.fr/eolapp/> (Besnard & Bernard, 2017). La période de prospection a été séparée en deux ensembles:

- S20 à S30, c'est-à-dire de mi-mai à fin juillet : une période de « printemps/été » correspondant à la période de nidification des oiseaux.
- S31 à S42, c'est-à-dire de début-août à mi-octobre : une période d'« automne » correspondant au transit automnal pour les chiroptères, au regroupement post-nuptial et à la migration pour les oiseaux.



1. Résultats

1.1. Test de détection

Dans le cas de l'observateur du parc de Ploudalmézeau, le test de détection a été réalisé sur une parcelle de prairie dont la taille de la végétation variait entre 5 et 50 cm. 13 poussins sur 18 ont été retrouvés, ce qui représente un taux de détection de 72%.

1.2. Test de persistance

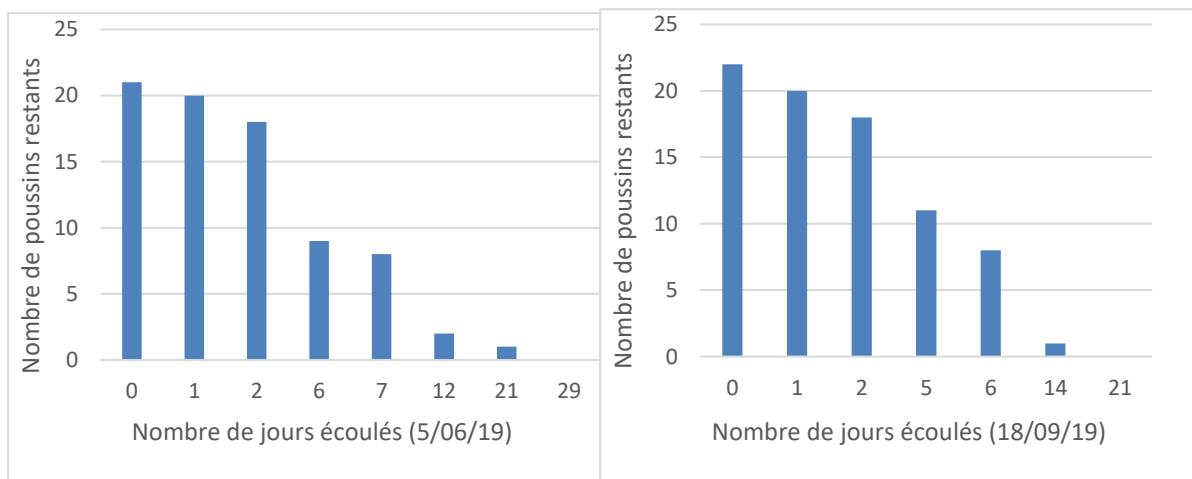


Illustration 2 : Evolution du nombre de poussins présents sur le site en fonction du temps à la fin du printemps (graphe de gauche) et à l'automne (graphe de droite)

Au bout d'environ une semaine, il restait un peu plus d'un tiers des poussins déposés, quelquesoit la saison (38% au printemps-été et 36% en automne). Les cadavres persistent en moyenne 4,8 jours dans le milieu au « printemps-été », contre 4 jours en « automne ».

Tableau 3 : Résultats du test de persistance

	E1		E2		E3		E4		E5		E6		E7		Moy.
Juin	2	7	2	NA	2	7	2	21	7	2	7	1	0	2	4,8
Sept.	2	2	1		6	6	6	5	0	2	6	2	5	0	4,0

1.3. Correcteur surfacique

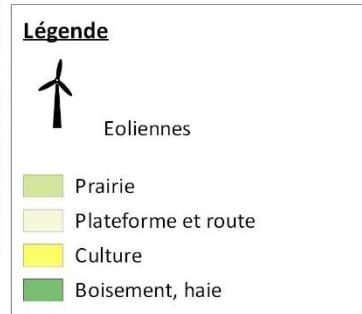
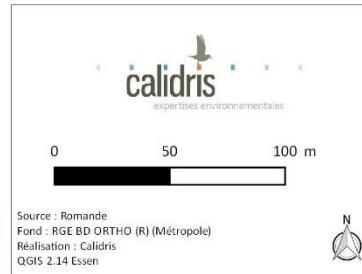
A chaque visite, le pourcentage de la surface prospectée a été relevée pour chaque éolienne. Ce pourcentage étant calculé par rapport à une surface standard de 1 ha. En fonction de la végétation, et d'autres paramètres, la surface a varié au cours de l'année. Ci-dessous, une description de l'évolution de l'occupation des sols au cours du suivi.

1.3.1. *Description de l'occupation des sols*

Les 7 ha de surface théorique à prospecter sont majoritairement constitués de cultures (43%) et de prairies (38%).

Tableau 4 : Proportion des types d'habitats autour de chaque éolienne

	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	PARC
Cultures (%)	0	0	77	73	74	0	76	43
Haie, boisement (%)	12	4	8	5	5	7	9	7
Plateforme, chemin (%)	13	12	8	8	11	14	15	12
Prairie (%)	75	84	6	14	10	79	0	38



Carte 3 : Cartographie de l'occupation du sol sur une surface de 1 ha autour de chaque éolienne



Évolution d'une prairie (ici E2)



Évolution d'une culture de maïs au cours du suivi (ici E3)



Évolution d'une culture de céréales (ici E4)

Illustration 3 : Exemple d'évolution de la végétation autour des éoliennes au cours du suivi

1.3.2. Évolution de l'occupation du sol au cours du suivi

- Les prairies

Les surfaces de prospection pour les éoliennes E1, E2 et E6 sont majoritairement constituées de prairies. La hauteur de la végétation varie régulièrement au cours de la période de prospection, en fonction des fauches et des périodes de mise au pré des troupeaux.

L'éolienne E1 est entourée de prairies de fauche, avec une végétation qui a varié entre 5 et 70 cm de hauteur, parfois dense. Deux fauches ont eu lieu autour du 26/06/19 et du 23/08/19. Entre ces dates, l'herbe a régulièrement poussé jusqu'à un point où la prospection est devenue impossible.

La présence périodique d'un troupeau de vaches à proximité de l'éolienne E2 et E6 a permis le maintien d'une hauteur d'herbe peu importante (5 à 35 cm), bien que relativement dense. La prospection en a été facilitée. Cependant, il a parfois été impossible de prospection certaines zones en raison de la présence des vaches, ou des jeunes (en particulier pour l'éolienne E6).

Tableau 5 : Proportion de la surface prospectée par éolienne au cours du temps

	Surface minimale prospectée (%)	Surface maximale prospectée (%)	Surface moyenne prospectée pendant le suivi (%)
E1	15	90	79
E2	50	95	86
E6	15	95	54

- Les cultures

De grandes parcelles de cultures entourent plusieurs éoliennes : maïs autour de l'éolienne E3 et E5, et céréales autour de E3 et E5.

Au début de la période de prospection, le maïs venait d'être semé, sur une terre nue, ce qui a permis une détection très facile des cadavres au cours des deux premiers mois. En poussant, le maïs est ensuite devenu impossible à prospecter à partir du 12/07/19 et jusqu'à la fin du suivi.

Tableau 6 : Proportion de la surface prospectée par éolienne au cours du temps

	Surface minimale prospectée (%)	Surface maximale prospectée (%)	Surface moyenne prospectée pendant le suivi (%)
E3	10	90	38
E4	10	95	66
E5	10	95	43
E7	15	90	39

Pour les parcelles de céréales, hautes et donc non prospectables au début du suivi, la moisson a eu lieu entre le 19/07 et le 25/07. La paille rase, puis la terre retournée, ont alors été prospectées pendant environ deux mois, avant que les adventices et le couvert d'hiver ne deviennent trop dense.

Pour ces 4 éoliennes, lorsque les cultures devenaient trop hautes, la prospection a dû être limitée à la plateforme, et aux zones enherbées pendant une partie de l'année.

1.3.3. Synthèse des prospections à l'échelle du parc

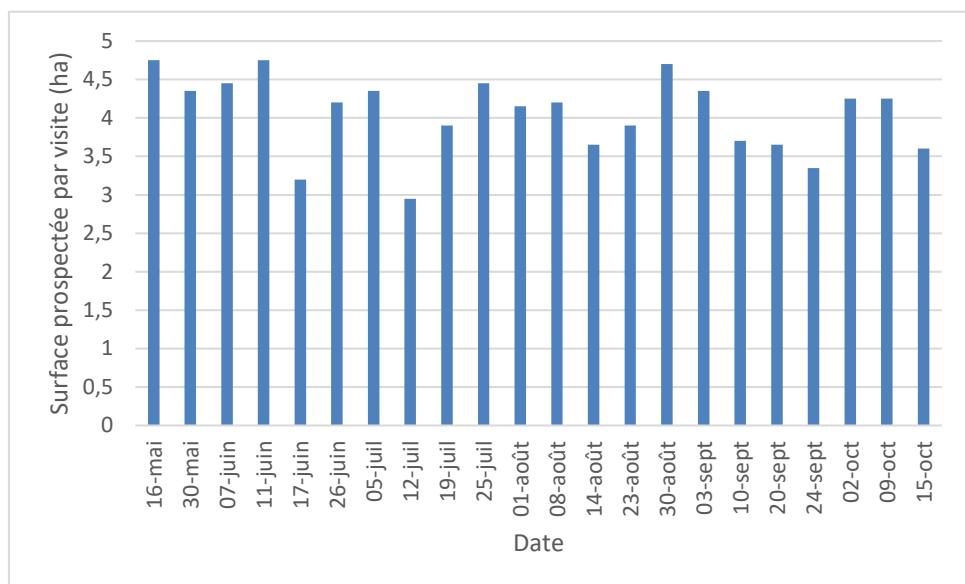


Illustration 3 : Évolution de la surface prospectée durant le suivi à l'échelle du parc

Au cours de l'ensemble du suivi, la surface prospectée pour l'ensemble du parc a varié entre 2,95 ha et 4,75 ha, avec une moyenne de 4,05ha. En moyenne, **58% du parc a été prospecté à chaque visite pour l'ensemble du suivi**. Les faibles variations de surface prospectée entre les saisons viennent du fait que les parcelles de blé et de maïs ont été prospectées sur des périodes alternées. Au printemps-été, (S20 à S30), le taux de prospection était de 59%, et en automne (S31 à S42), de 57%.

1.4. Mortalité brute

Le suivi réalisé entre le 15/05/19 et le 15/10/19 a permis la découverte de deux cadavres de chiroptères et 7 cadavres d'oiseaux à proximité des éoliennes, et un hors prospections (C5).

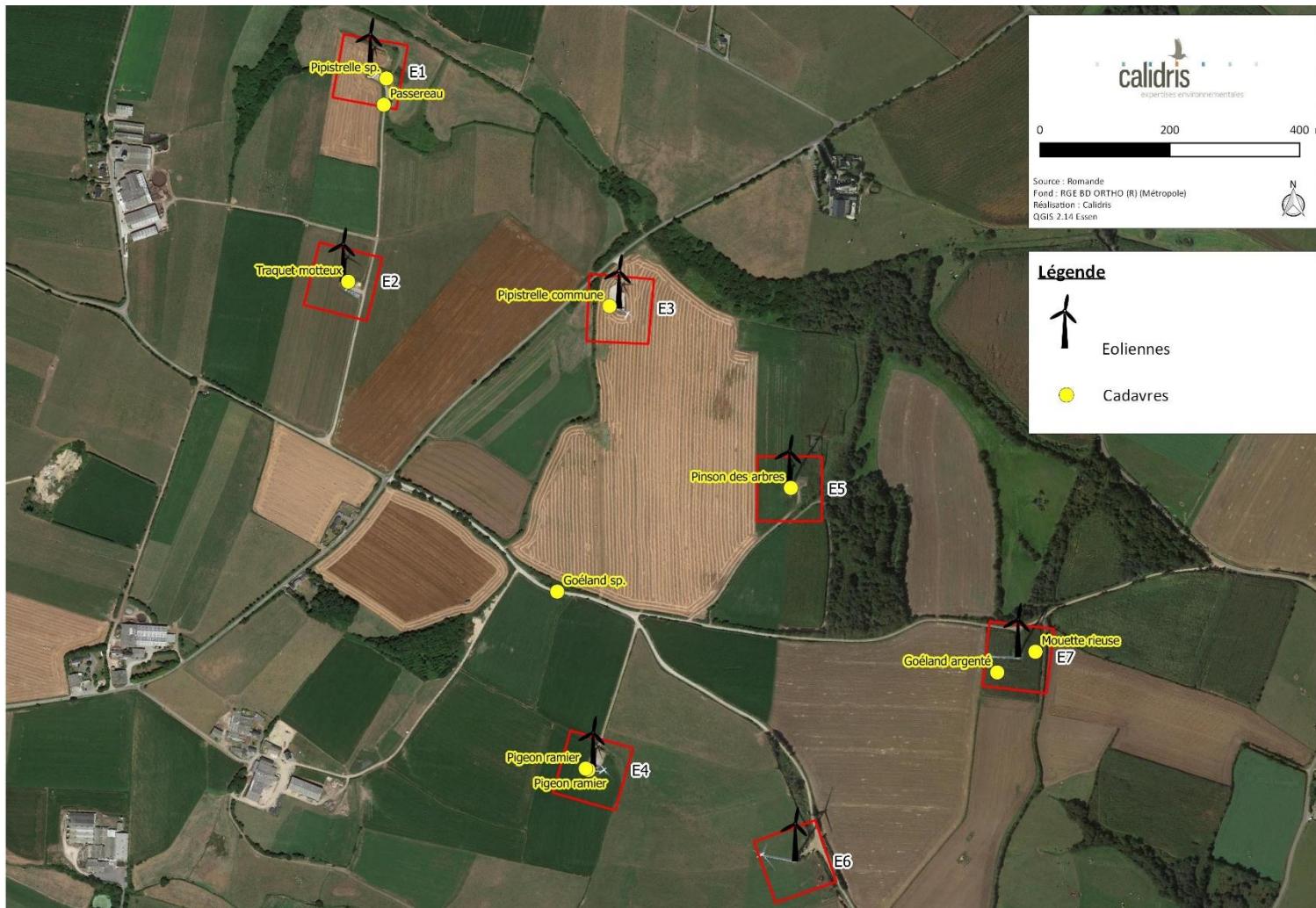
Les espèces touchées qui ont été recensées sont la Pipistrelle commune, le Pigeon ramier (2), le goéland argenté, la Mouette rieuse, le Traquet motteux et le Pinson des arbres.

Les éoliennes E1, E4 et E7 comptabilisent chacun deux cadavres. Les éoliennes E2, E3 et E5 1 cadavre, et aucun pour l'éolienne E6.

La majorité des cadavres ont été découverts le long de l'axe est-ouest, plus de la moitié à moins de 15m de l'éolienne.

Tableau 7 : Cadavres découverts lors du suivi de mortalité

Identifiant (cf annexe)	Date	Espèce	Localisation (m)	Orientation	Végétation	Éolienne	Nature	Commentaire
C1	30/05/2019	Pinson des arbres (probable)	(-4,636523 ; 48,509959)	1,5 m Nord-Est	herbe (3cm)	E5	Collision	Plumée plusieurs semaines
C2	26/06/2019	Pigeon ramier	(-4,6401605 ; 48,5058153)	7,5m Ouest	végétation sur granulats (2cm)	E4	Collision	Plumée moins d'une semaine
C3	26/06/2019	Pipistrelle commune	(-4,680609; 48,512233)	13m Ouest	terre nue	E3	Barotraumatisme	Frais 1 jour
C4	05/07/2019	Passereau indéterminé	(-4,645748 ; 48,514584)	55m Sud-Est	herbe de bord de chemin (20cm)	E1	Collision	Plumée et duvet d'une semaine
C5	05/07/2019	Goéland sp.	(-4,680893 ; 48,508202)	Sur la route	route	HS	?	Squelette et chair en décomposition
C6	25/07/2019	Goléand argenté	(-4,6318 ; 48,507614)	39m Sud-Ouest	paille dressée (8cm)	E7	Collision	Plumée ancienne plusieurs semaines
C7	01/08/2019	Pigeon ramier	(-4,6402034 ; 48,5057753)	12m Ouest	paille dressée et herbe (10cm)	E4	Collision	Plumée ancienne vue grâce à la moisson
C8	14/08/2019	Chauve-souris indéterminée	(-4,645785 ; 48,515065)	28m Est	graviers et végétation (2cm)	E1	Collision ? barotraumatisme	1 semaine
C9	23/08/2019	Mouette rieuse	(-4,631259 ; 48,508091)	28m Est	couvert d'hiver (15 cm)	E7	Collision	Frais du jour
C10	24/09/2019	Traquet motteux (femelle)	(-4,646131 ; 48,5122)	6,5m Est	graviers	E2	Collision	Frais de la veille



Carte 4 : Localisation des cadavres

Suivi mortalité du parc éolien de Ploudalmézeau 2019

1.5. Estimation de la mortalité

Le tableau suivant présente les résultats du taux de mortalité du parc éolien selon les différentes méthodes de calcul utilisées. Les résultats sont exprimés en nombres d'individus tués pour l'ensemble du parc durant la période de prospection. Un test non-paramétrique a été choisi car les données ne sont pas réparties selon une loi normale. Les données de mortalité ont été compilées par saison, et pour l'ensemble du parc éolien. Du fait du nombre relativement faible de collisions recensées sur le parc, l'estimation a porté uniquement sur l'ensemble du parc et pas indépendamment pour chaque éolienne.

Tableau 8 : Estimation de la mortalité pour les chiroptères selon les différentes méthodes utilisées et selon les saisons

Formule	Printemps/Été		Automne		Suivi total	
	Médiane	IC95%	Médiane	IC95%	Médiane	IC95%
Erickson	3,61	[0-14]	4,16	[0 - 16]	7,19	[0 - 22]
Huso	4,55	[0 - 17]	5,04	[0 - 19]	9,1	[0 - 26]
Jones	5,06	[0 - 19]	5,73	[0 - 22]	10,1	[0 - 30]

Selon le résultat des différents indices calculés, le taux de mortalité des chiroptères pour les 7 éoliennes prospectées varie peu entre les saisons. Elle varie peu entre les saisons : elle **est comprise entre 4 et 6 cadavres** (arrondi au supérieur), **pour la période « Printemps/Été »**, soit environ 1 cadavre par machine.

Pour la période « **Automne** », elle est **comprise entre 5 et 6 cadavres**, soit environ 1 cadavre par machine.

Pour **l'ensemble du suivi**, la mortalité se situerait entre **8 et 11**, soit entre 1 et 2 cadavres par éolienne.

La méthode de calcul de Erickson, Huso et Jones donnent les estimations relativement proches. L'intervalle de confiance IC95% indique qu'il y a 95% de chances que la mortalité réelle pour le parc soit comprise entre 11 et 72 individus (toutes méthodes confondues). Ces intervalles de confiances sont très importants, ce qui signifie que l'incertitude des résultats est importante. Pour diminuer cette incertitude, il serait intéressant d'augmenter la pression d'observation, comme par exemple la fréquence des visites sur le site.

Tableau 9 : Estimation de la mortalité pour les chiroptères selon les différentes méthodes utilisées et selon les saisons

Formule	Printemps/Été		Automne		Suivi total	
	Médiane	IC95%	Médiane	IC95%	Médiane	IC95%
Erickson	13,63	[4-31]	12,53	[0-31]	26,69	[11-53]
Huso	18	[5-39]	15,22	[0-36]	33,55	[14-63]
Jones	19,72	[6-44]	17,4	[0-43]	37,4	[16-72]

En ce qui concerne les oiseaux, l'estimation de la mortalité donne des résultats plus élevés. Il a également été calculé à l'aide des formules appliquées pour les chauves-souris.

Pour la période « **Printemps/Été** », la mortalité serait comprise entre 14 et 20 individus, soit entre 2 et 3 cadavres par éolienne. Pour la période « **Automne** », la mortalité serait comprise entre 13 et 18 individus soit entre 2 et 3 cadavres. Pour la saison de suivi, les résultats des estimations sont donc conséquents : entre 27 et 38 cadavres (4 et 6 cadavres par éolienne pour l'ensemble du suivi de mai à octobre).

1.6. Patrimonialité des espèces touchées

Tableau 7 : Statut des espèces retrouvées mortes sous les éoliennes

Nom commun	Nom scientifique	Directive oiseaux (Annexe I)	LR France		Protection nationale	LR Bretagne	
			Nicheur	Hivernant		Nicheur	Migrateurs
			2016			2015	
Pinson des arbres	<i>Fringilla coelebs</i>		LC	NAd	OUI	LC	DD
Pigeon ramier	<i>Columba palumbus</i>		LC	LC	Chassable	LC	DD
Goéland argenté	<i>Larus argentatus</i>		NT	NAc	OUI	VU	
Mouette rieuse	<i>Chroicocephalus ridibundus</i>		NT	LC	OUI		LC
Traquet motteux	<i>Oenanthe oenanthe</i>		NT		OUI	EN	DD

- Listes rouges :(Bretagne Environnement et al., 2015), (IUCN France, MNHN, LPO, SEOF, & ONCFS, 2016)
 - Espèces menacées : CR : en danger critique, EN : en danger et VU : vulnérable,
 - Autres catégories : NT : quasi menacée, LC : préoccupation mineure, DD : données insuffisantes pour évaluer l'espèce, NA : non applicable (NAa : introduite après l'année 1500 ; NAb : présente de manière occasionnelle ou marginale et non observée chaque année ; NAc : régulièrement présente en hivernage ou en passage mais ne remplissant pas les critères d'une présence significative ; NAd : régulièrement présente en hivernage ou en passage mais pour laquelle le manque de données disponibles ne permet pas de confirmer que les critères d'une présence significative sont remplis).

2. Discussion

Biais pris en compte dans l'estimation de la mortalité

Le taux de persistance des cadavres sur ce site est de 4,5 jours. De nombreux goélands, corneilles et corbeaux freux fréquentent le site, ainsi que certains rapaces comme la buse variable, le faucon crécerelle, le busard des roseaux (observé à proximité de E1), ou la chouette chevêche (pelote identifiée à proximité de E1. De même, des crottes de renard et de fouine étaient présentes à plusieurs reprises sur le site. En raison de la présence de nombreux animaux qui pourraient de manière opportuniste ramasser les cadavres des collisions, le taux de persistance est assez élevé à Ploudalmézeau en comparaison d'autres sites.

La détection de l'observateur qui a été testée sur une prairie avec de la végétation de longueur variée correspond plutôt bien aux habitats qui ont pu être observés sur le terrain. En effet, la végétation a poussé tout au long de la période d'observation et a été fauchée;broutée périodiquement, ce qui a permis d'en limiter la hauteur. En cas de hauteur trop importante rendant la détection impossible ou du moins particulièrement peu probable (herbe supérieure à 60 cm, maïs devenu trop haut), la surface en question était écartée de la prospection.

Le correcteur surfacique appliqué a permis de prendre en compte la variation de la hauteur de la végétation au cours du temps. Certaines éoliennes furent peu prospectées durant l'année, et notamment les éoliennes E3, E5 et E7 situées sur des parcelles cultivées (surface moyenne prospectée : environ 40%). Une prospection sur un terrain à végétation maintenue courte tout au long de la période d'observation aurait permis une meilleure estimation de la mortalité. En moyenne, environ 60% de la zone a pu être prospecté au cours de l'année, ce qui est plutôt représentatif de la zone.

Estimation de la mortalité

Il est difficile de comparer les résultats avec d'autres études menées à l'échelle de la France ou de la région Bretagne. En effet, malgré l'uniformisation progressive des protocoles de suivi via la publication du *Protocole de suivi environnemental des parcs éoliens terrestres* (MTES, 2018), les synthèses sur la mortalité s'appuient encore sur des études aux protocoles variés, où certains biais (déTECTabilité, correcteur surfacique, persistance) ne sont pas toujours pris en compte. De ce fait, les études sont peu comparables les unes par rapport aux autres.

Mortalité de l'avifaune

La synthèse sur le « Parc éolien français et son impact sur l'avifaune » (LPO, 2017) évoque un nombre allant de 6,6 à 7,2 oiseaux tués par éolienne et par an (calculée sur 8 parcs aux protocoles comparables, et en prenant en compte les oiseaux projetés potentiellement au-delà de 50m). Au Canada, une étude estime que la mortalité imputable aux éoliennes est de l'ordre de 4,71 oiseaux par éolienne (Canada Bird Studies, 2016 in LPO, 2017).

La mortalité réelle estimée pour le parc de Ploudalmézeau (entre 27 et 38 cadavres pour l'ensemble du suivi - soit entre 4 et 6 cadavres par éolienne de mai à octobre) semble correspondre à la moyenne canadienne, et être légèrement inférieure par rapport à l'étude française. Cette étude prenait en compte plusieurs parcs situés en ZPS, aux enjeux probablement plus forts en terme d'avifaune, ce qui pourrait expliquer que la mortalité associée était plus élevée. La **mortalité de l'avifaune** sur le site de Ploudalmézeau semble donc être **modérée**.

Mortalité des chauves-souris

Dans la synthèse des connaissances sur les impacts et les moyens de les atténuer, Gaultier, Marx, et Roux (2019) évoquent l'existence d'un « taux de mortalité accepté » en Allemagne, variable d'un Länder à l'autre, qui serait compris entre 1 et 2 cadavres de chauve-souris par machine et par an (Behr et al, 2017 in Gaultier, S.P., Marx, G., & Roux, D., 2019). Bien que cette notion sous-tende qu'il est acceptable que des chauves-souris protégées puissent être détruites dans l'exploitation éolienne, ce chiffre peut nous servir d'indicateur pour nos comparaisons.

À Ploudalmézeau, entre 8 et 11 chiroptères sont impactées pour l'ensemble du parc, soit environ 2 cadavres par éolienne (arrondi à l'entier supérieur). La mortalité des chiroptères semble donc faible à modérée pour ce parc.

Étude de la répartition spatiale et temporelle des cadavres

L'estimation de la mortalité varie peu en fonction de la saison étudiée (« **Printemps/Été** » versus « **Automne** »). Les chauves-souris ont été trouvées à proximité des éoliennes E1 et E3, à moins de 30 mètres du mat. Aucune collision n'a été détectée après le 8 août, en période de transit automnal, ceci qui n'exclut pas que des chauves-souris aient été victimes de barotraumatismes ou de collisions durant cette période. On l'a vu plus haut, de nombreux biais peuvent influer sur la découverte ou non-découverte des cadavres, et sont liés au protocole d'échantillonnage appliqué.

En revanche, pour les oiseaux, il semblerait que la mortalité soit légèrement plus importante au printemps, pendant la période de nidification. Il serait intéressant de réaliser des suivis ornithologiques en période de migration prénuptiale (février – avril) et de migration postnuptiale (août - novembre) afin de savoir si le site est un lieu de passage important pour les oiseaux migrateurs, comme cela avait été évoqué lors de l'étude d'impact (Urbalis, 2003).

Sensibilité des espèces dont des cadavres ont été retrouvés sous les éoliennes :

Pipistrelle commune, *Pipistrellus pipistrellus*

Avec 2 362 cas de collisions documentés en Europe dont 979 en France (DÜRR, 2019) la Pipistrelle commune est l'espèce la plus impactée par les éoliennes. Elle est très impactée par les éoliennes et représente 28 % des cadavres retrouvés en France entre 2003 et 2014 (Rodrigues et al., 2015). C'est une espèce sédentaire, aux déplacements limités (une vingtaine de kilomètres), chassant et se déplaçant le long des éléments arborés. C'est principalement lors de leur vol de transit (déplacements entre zone de chasse et gite ou déplacements saisonniers) que cette espèce est la plus impactée (vol au dessus de 30 mètres). La note de risque attribué à l'espèce d'après le nombre de collision recensé en Europe est de 5 (note la plus élevée). La sensibilité de cette espèce au risque de collision est donc très forte en général.

A proximité de l'éolienne E1 et E3, se trouvent des haies. Ainsi, il est probable que les individus retrouvés morts aient été des chauve-souris locales, frappées en chasse ou en déplacement.

Pigeon ramier, *Columba palumbus*

En Europe, 243 cas de collision sont répertoriés (Dürr, 2019) dont 25 en France, soit 1,7% du total français. L'espèce semble peu impactée par les éoliennes, ce qui lui vaut une note de 1 sur 5 en niveau de sensibilité à l'éolien (MTES, 2015). Cette espèce est fréquente dans les paysages cultivés où elle se nourrit au sol dans les prairies et les champs. Elle niche dans des boisements.

Sur le site, les deux cadavres de pigeon ramier ont été recensés au niveau de l'éolienne E4. Pour le cas où dans des suivis ultérieurs, cette espèce serait à nouveau impactée au niveau de cette éolienne, des mesures pourraient être mises en œuvre afin de limiter la mortalité.

Goéland argenté, *Larus argentatus*

1082 cas sont recensés en Europe dont 799 en Belgique et 6 en France. La note de risque attribué à l'espèce d'après le nombre de collisions recensé en Europe est de 3 sur 5 (MTES, 2015). De très nombreux goélands fréquentent le site, en particulier en période de semis, de moisson. D'importants regroupements de plus de 100 individus ont été aperçus en septembre 2019 à proximité de l'éolienne E2, au niveau des prairies. D'après l'étude de synthèse des suivis mortalités réalisée par la LPO (2017), les laridés (goélands et mouettes) auraient une très forte sensibilité aux éoliennes, qui constituent une part non négligeable des cadavres au sein des parcs littoraux. Ploudalmézeau étant à quelques kilomètres seulement de la mer, ce parc ne fait pas exception.

Mouette rieuse, *Chroicocephalus ridibundus*

En Europe, 668 cas de collisions sont répertoriés (Dürr, 2019) dont 330 en Belgique. Dans ce pays, les éoliennes sont souvent proches de la côte et les populations de Mouette rieuse en hiver et en nidification sont importantes. Cette espèce est donc sensible aux risques de collisions bien que cela reste marginal puisqu'en Belgique, les impacts concernent seulement 0,86% de la population nicheuse. Le nombre important d'impacts est donc à mettre en relation avec le nombre important de Mouettes rieuses. En France, 66 cas de collisions sont connus (Dürr, 2019). Les collisions semblent montrer que l'espèce se rapproche des éoliennes. La note de risque attribué à l'espèce d'après le nombre de collision recensé en Europe est de 2 sur 5. (MTES, 2015).

Traquet motteux, *Oenanthe oenanthe*

Ce migrateur au long cours installe son nid au sol. En période de reproduction il vole rarement à de hautes altitudes. La majorité de ses déplacements se font à des hauteurs inférieures à 50 mètres. Ce passereau est un migrateur nocturne, or comme le montre NEWTON (2008) les migrants nocturnes volent pour la plupart à des hauteurs comprises entre 200 et 800 mètres. Le Traquet motteux paraît donc assez peu sensible au risque de collisions et seuls 16 cas de collisions sont recensés en Europe (DÜRR, 2019). Seuls deux cas de collision en aurait été recensé en France, ce qui explique que la note de sensibilité à l'éolien pour cette espèce soit de 0 sur 5 (MTES, 2015).

Sur le site, un couple de Traquet motteux était présent sur le site depuis deux visites, au niveau du chemin qui mène à l'éolienne E2. Ces deux oiseaux n'ayant pas été vu avant, il est probable qu'il s'agisse d'individus en halte migratoire sur le site. Le cadavre de la femelle a été découvert le 24/09/19 un jour de tempête, il est possible que l'oiseau ait été entraîné par une bourrasque vers l'éolienne.

Pinson des arbres, *Fringilla coelebs*

52 cas sont recensés en Europe et 8 en France (Dürr, 2019). Note de 0 sur 5 en niveau de sensibilité à l'éolien. (MTES, 2015). Cet oiseau est présent très fréquemment dans les zones boisées, les haies, et se nourrit au sol. Les populations d'Europe du Nord et de l'Est sont migratrices. Le cadavre, retrouvé au début du protocole de suivi, et datant déjà de plusieurs semaines (vieille plumée) pourrait être un individu nicheur ou encore un oiseau migrateur. Cependant, l'âge de la plumée, bien que certaines plumes caractéristiques aient été retrouvées laisse un doute sur l'identification.



CONCLUSION

Le suivi mis en place entre mai et octobre 2019 pour les 7 turbines du parc éolien de Ploudalmézeau a permis d'évaluer une mortalité **comprise entre 8 et 11 chiroptères pour l'ensemble du suivi** (soit environ **2 cadavres par éolienne** -arrondi à l'entier supérieur). Il semble ne pas y avoir de différence en termes de mortalité entre les périodes « printemps/été » et « automne ». Ce groupe, qui n'avait pas été ciblé lors de l'étude d'impact est donc bien présent sur le site. Une Pipistrelle commune a été retrouvée, ainsi qu'une chauve-souris dont l'état n'a pas permis l'identification.

En ce qui concerne **l'avifaune**, la mortalité réelle est estimée entre **27 et 38 cadavres pour l'ensemble du suivi** (soit **entre 4 et 6 cadavres par éolienne**). La mortalité serait légèrement plus élevée pour la période « Printemps/Été ». Les cadavres recensés appartenaient à 5 espèces différentes : Pigeon ramier, Traquet motteux, Goéland argenté (et un goéland indéterminé), Mouette rieuse, Pinson des arbres.

De ce fait, il apparaît que le taux de mortalité constaté, est faible à modéré pour les chiroptères, et modéré pour les oiseaux. Ce qui montre que le risque de collision est **faible à modéré** pour le parc de Ploudalmézeau. Cela correspond avec les conclusions de l'étude d'impact, où l'enjeux pour les oiseaux était jugé comme « assez faible ». Il n'apparaît pas nécessaire de mettre en place des mesures supplémentaires pour limiter la mortalité sur le parc de Ploudalmézeau.

- **Ouvrages :**

Besnard, & Bernard. (2017). Deux applications web en libre accès pour calibrer et évaluer la pertinence des suivis de mortalités sous les éoliennes. *Actes du Séminaire Eolien et Biodiversité*, 33-35. Consulté à l'adresse https://eolien-biodiversite.com/IMG/pdf/besnard-a_seb2017_.pdf

Bretagne Environnement, Groupe ornithologique breton, ONCFS, Bretagne Vivante, Groupe d'études ornithologiques des Côtes-d'Armor, & LPO. (2015). *Liste rouge régionale & Responsabilité biologique régionale—Oiseaux nicheurs & Oiseaux migrateurs de Bretagne.*

Dürr, T. (2019). *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>

Erickson, W., Strickland, D., Johnson, 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*, 172-182.

Gaultier, S.P., Marx, G., & Roux, D. (2019). *Eoliennes et biodiversité : Synthèse des connaissances sur les impacts et les moyens de les atténuer.* (p. 120). Consulté à l'adresse Office national de la chasse et de la faune sauvage / LPO website: https://eolien-biodiversite.com/IMG/pdf/lpo_oncfs_2019.pdf

Heitz & Jung. (2016). *Impact de l'activité éolienne sur les populations de chiroptères : Enjeux et solutions (Étude bibliographique)* (p. 149). Consulté à l'adresse Ecosphère website: https://eolien-biodiversite.com/IMG/pdf/rapport_heitz-jung_vfin.pdf

Huso, M. M. P. (2010). An estimator of wildlife fatality from observed carcasses. *Environmetrics*, 19pp.

Jones, G., Cooper-Bohannon, R., Barlow, K., & Parsons, K. (2009). Determining the potential ecological impact of wind turbines on bat population in Britain. *Scoping and method development report., Bat conservation Trust*, 150 pp.

LPO. (2017). *Le parc éolien français et ses impacts sur l'avifaune—Etude des suivis de mortalité réalisés en France de 1997 à 2015.* Consulté à l'adresse https://eolien-biodiversite.com/IMG/pdf/eolien_lpo_2017.pdf

MTES. (2015). *Protocole de suivi environnemental des parcs éoliens terrestres* (p. 47). Consulté à l'adresse Ministère de la transition écologique et solidaire website: <https://www.actu-environnement.com/media/pdf/news-29243-protocole-suivi-environnemental-parcs-eoliens.pdf>

MTES. (2018). *Protocole de suivi environnemental des parcs éoliens terrestres—Révision 2018* (p. 20). Consulté à l'adresse Ministère de la transition écologique et solidaire website: https://eolien-biodiversite.com/IMG/pdf/protocole_de_suivi_revision_2018.pdf

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

Urbalis. (2003). *Parc éolien de Ploudalmézeau et Plourin-Ploudalmézeau (Finistère)—Etude d'impact* (p. 227). U.

- **Ressources internet :**

<https://shiny.cefe.cnrs.fr/eolapp/>.

https://www.thewindpower.net/windfarm_fr_275_ploudalmezeau.php

Annexe 1 : Fiche de suivi de mortalité pour l'avifaune (MTES, 2015)

FICHE DE TERRAIN STANDARDISEE – MORTALITE OISEAUX			
Nom du parc éolien :			
Point n°	Date :	Heure :	Nom du découvreur :
Localisation : Coordonnées GPS (en WGS 84) + indication sur carte Latitude : Longitude : Numéro de l'éolienne la plus proche : Distance au mât de l'éolienne la plus proche (en m) : Orientation par rapport à l'éolienne la plus proche : Couverture végétale au niveau de la découverte (type, hauteur) :			
N° de photos :			
Description et identification : Taille de l'oiseau (ailes déployées) : Particularités (couleur, forme quelconque) : Identification (famille, espèce si possible) :			
Etat de l'individu : <input type="checkbox"/> Vivant (blessé) <input type="checkbox"/> Mort <input type="checkbox"/> Fragment			
Etat du cadavre : <input type="checkbox"/> Frais <input type="checkbox"/> Avancé <input type="checkbox"/> Décomposé <input type="checkbox"/> Sec			
Cause présumée de la mort (collision avec pale, avec tour...) :			
COMMENTAIRES :			

Annexe 2 : Fiche de suivi de mortalité chiroptères (MTES, 2015)

FICHE DE TERRAIN STANDARDISEE – MORTALITE CHAUVES-SOURIS			
Nom du parc éolien :			
Point n°	Date :	Heure :	Nom du découvreur :
Localisation : Coordonnées GPS (en WGS 84) + indication sur carte Latitude : Longitude : Numéro de l'éolienne la plus proche : Distance au mât de l'éolienne la plus proche (en m) : Orientation par rapport à l'éolienne la plus proche : Couverture végétale au niveau de la découverte (type, hauteur) :			
N° de photos :			
Description et identification : Taille de la chauve-souris (ailes déployées) : Particularités (couleur, forme quelconque) : Identification (famille, espèce si possible) :			
Etat de l'individu : <input type="checkbox"/> Vivant (blessé) <input type="checkbox"/> Mort <input type="checkbox"/> Fragment <input type="checkbox"/> Blessure apparente <input type="checkbox"/> Sans blessure visible			
Etat du cadavre : <input type="checkbox"/> Frais <input type="checkbox"/> Avancé <input type="checkbox"/> Décomposé <input type="checkbox"/> Sec			
Cause présumée de la mort (collision avec pale, barotraumatisme...):			
COMMENTAIRES :			

Annexe 3 : Ensemble des photographies des cadavres

Plumée de Pinson des arbres (C1)



Plumée de Pigeon ramier (C2)



Cadavre de Pipistrelle commune (C3)



Plumée de passereau indéterminé (C4)



(De nombreux autres duvets étaient disséminées autour de l' éolienne , mais n'ont pas été pris en photo)

Cadavre de Goéland hors site (C5)



Plumée de Goéland argenté (C6)



Plumée de Pigeon ramier (C7)



Cadavre chauve-souris indéterminée (C8)



Cadavre de mouette rieuse (C9)



Cadavre de Traquet motteux (C10)

