

ENGIE GREEN

Suivi de mortalité post-implantation de l'avifaune et des chiroptères 2017

Parc éolien de Radenac

Commune de Radenac

Département du Morbihan



Source : photos Althis

SOMMAIRE

I. Introduction	3
II. Contexte	4
II.1 Localisation.....	4
II.2 Le parc éolien de Radenac	4
II.3 Etude préalable.....	6
II.3.1 - Volet avifaune.....	6
II.3.2 - Volet Chiroptère	8
III. Protocole de suivi.....	9
III.1 Cadre réglementaire	9
III.2 Protocole de terrain.....	9
III.2.1 - Fréquence du suivi	10
III.2.2 - Formule appliquée	11
III.2.3 - Formules exclues.....	12
III.3 Occupation du sol au pied des éoliennes.....	13
IV. Résultats	15
IV.1 Dates d'intervention	15
IV.2 Coefficients d'erreur.....	15
IV.2.1 - Test de détectabilité	15
IV.2.2 - Taux de prédation	15
IV.2.3 - Surfaces prospectées.....	16
IV.4 Mortalité	17
IV.4.1 - Mortalité générale	17
IV.4.2 - Mortalité des chiroptères.....	19
IV.4.3 - Mortalité des oiseaux	20
IV.5 Analyse du suivi de mortalité	20
IV.5.1 - Calcul de la formule de WINKELMAN (1989, 1992).....	20
IV.5.2 - Comparaison avec le suivi de 2016	20
IV.5.3 - Faune impactée	23
V. Conclusion.....	24

Cartes dans le texte

Carte 1 – Localisation du parc éolien de Radenac	5
Carte 2 – Transects réalisés sur l'éolienne 1 du parc de Radenac	10
Carte 3 – Occupation du sol dans les quadras.....	14

I. Introduction

La société ENGIE GREEN est l'exploitant du parc éolien de Radenac. Ce parc de 4 machines fonctionne depuis 2013. Il est localisé sur la commune de Radenac (56). Son étude d'impact préalable date de 2009 (CALIDRIS, 2009).

Les parcs éoliens peuvent avoir une incidence sur l'avifaune et les chiroptères, dont certains sont protégés. Les impacts potentiels sont une mortalité accidentelle par collision avec les pales en mouvement ou par barotraumatisme (chiroptères). ENGIE GREEN, doit s'assurer que l'exploitation du parc ne dégrade pas l'état de conservation de ces espèces.

Un suivi de mortalité est prévu par l'article 12 de l'arrêté ICPE du 26 août 2011. Il est relatif aux installations de production d'électricité utilisant l'énergie mécanique du vent au sein d'une installation soumise à autorisation, cela au titre de la rubrique 2980 de la législation des installations classées pour la protection de l'environnement. Pour le parc de Radenac le suivi est engagé pour 3 années.

Ainsi, de 2015 à 2017, ENGIE GREEN a confié à ALTHIS le suivi de mortalité du parc éolien. La période de suivi s'étend à chaque fois d'août à octobre, pour 13 semaines.

Le présent rapport reprend la méthodologie employée et établit un état des lieux du parc. Ensuite, les résultats du suivi de mortalité 2017 sont développés.

II. Contexte

II.1 Localisation

Le parc est situé sur la commune de Radenac, dans le département du Morbihan (voir carte ci-après).

II.2 Le parc éolien de Radenac

Le parc est situé entre 145 et 165m d'altitude. Il est constitué de 4 éoliennes de type MM92.

Les caractéristiques des machines sont décrites dans le tableau ci-dessous :

Tableau 1 – Caractéristiques techniques des éoliennes

Hauteur du mât	100m
Diamètre du rotor	92m
Puissance	2MW



Carte 1 – Localisation du parc éolien de Radenac

II.3 Etude préalable

L'étude d'impact du parc éolien de Radenac date de septembre 2009. Elle est réalisée par CALIDRIS associé à Bretagne Vivante – SEPNB (CALIDRIS, 2009).

II.3.1 - Volet avifaune

Les trois volets de l'avifaune sont étudiés dans l'étude d'impact à savoir : les oiseaux nicheurs, les migrateurs et les hivernants.

Le tableau ci-dessous récapitule les espèces observées.

Tableau 2 – Avifaune mise en avant dans l'étude d'impact

Nom vernaculaire	Nom scientifique	Directive Oiseaux	Protection nationale	Espèce déterminante	Statut biologique			Carte				
					NS	M	H	Boisage	Baleine	Landes	Cahors	Village
Accenteur mouchet	<i>Prunella modularis</i>		P		NS	M	H	x	x			x
Alouette des champs	<i>Alauda arvensis</i>	OII/2	G		NS	M	H				x	
Alouette lulu	<i>Lullula arborea</i>	OI	P	x	N	M	H	x			x	
Bruant jaune	<i>Emberiza citrinella</i>		P		NS	M	H	x				
Bruant zizi	<i>Emberiza cirlus</i>		P		NS	M		x				
Busard Saint-Martin	<i>Circus cyaneus</i>	OI	P	x	N	M	H			x		
Buse variable	<i>Buteo buteo</i>				N	M	H	x	x			
Chardonneret élégant	<i>Carduelis carduelis</i>		P		NS	M	H	x			x	x
Corneille noire	<i>Corvus corone</i>	OII/2	GN		NS		H	x	x		x	x
Coucou gris	<i>Cuculus canorus</i>		P		N	M		x	x		x	
Faisan de colchide	<i>Phasianus colchicus</i>		G		NS			x		x	x	
Faucon crécerelle	<i>Falco tinnunculus</i>		P		NS	M	H	x			x	
Fauvette à tête noire	<i>Sylvia atricapilla</i>		P		N	M	H	x	x		x	
Fauvette des jardins	<i>Sylvia borin</i>		P		N	M		x	x		x	
Geai des chênes	<i>Garrulus glandarius</i>	OII/2	GN		NS	M	H	x	x		x	
Grimpereau des jardins	<i>Certhia brachydactyla</i>		P		NS			x	x			
Grive draine	<i>Turdus viscivorus</i>	OII/2	G		N	M	H			x		
Grive musicienne	<i>Turdus philomelos</i>	OII/2	G		N	M	H	x	x		x	
Lancette mélodieuse	<i>Carduelis cannabina</i>		P		N	M	H	x			x	x
Merle noir	<i>Turdus merula</i>		G		NS	M	H	x	x		x	x
Mésange à longue queue	<i>Aegithalos caudatus</i>		P		NS	M	H	x	x			
Mésange bleue	<i>Parus caeruleus</i>		P		NS	M	H	x	x		x	
Mésange charbonnière	<i>Parus major</i>		P		NS	M	H	x	x		x	
Mésange huppée	<i>Parus cristatus</i>		P		NS	M	H			x		
Pic épeiche	<i>Dendrocopos major</i>		P		NS	M	H	x	x			
Pic épeichette	<i>Dendrocopos minor</i>		P		NS			x	x			
Pic vert	<i>Picus viridis</i>		P		NS			x			x	
Pie bavarde	<i>Pica pica</i>	OII/2	GN		NS			x			x	x
Pigeon ramier	<i>Columba palumbus</i>	OII/1 OIII/1	GN		NS	M	H	x	x		x	x
Pinson des arbres	<i>Fringilla coelebs</i>		P		NS	M	H	x	x		x	
Pipit des arbres	<i>Anthus trivialis</i>		P		N	M		x				
Pouillot siffleur	<i>Phylloscopus sibilatrix</i>		P	x	N	M				x		
Pouillot voleur	<i>Phylloscopus collybita</i>		P		N	M	H	x	x		x	
Rougegorge familier	<i>Erythacus rubecula</i>		P		NS	M	H	x	x		x	
Sittelle torchepot	<i>Sitta europaea</i>		P		NS	M	H	x	x		x	
Tarier pâtre	<i>Saxicola torquatus</i>		P		N	M	H			x	x	
Troglodyte mignon	<i>Troglodytes troglodytes</i>		P		NS	M	H	x	x		x	
Verdier d'Europe	<i>Carduelis chloris</i>		P		NS	M	H	x			x	

N- Nicheur

OII- Directive Oiseaux, Annexe II

S- Sédentaire

OIII- Directive Oiseaux, Annexe III

M- Migrateur

P- Protégée

H- Hivernant

G- Gibier

OI- Directive Oiseaux, Annexe I

N- Nuisible

Source : CALIDRIS, 2009

Pour les oiseaux nicheurs 38 espèces différentes sont identifiées, dont 3 considérées comme présentant « un réel intérêt local » :

L'alouette lulu, le busard Saint-Martin et le pouillot siffleur.

Les migrations prénuptiale et postnuptiale concernent 13 espèces « au comportement migratoire avéré ». La migration se fait sur un front large, à basse altitude et est diffuse. Les populations inventoriées sont composées de faibles effectifs comparés à des sites de migrations actives. Un passage de 84 pluviers dorés est néanmoins à noter.

Enfin, concernant les oiseaux hivernants, de rares groupes sont observés. Néanmoins, leurs nombres restent limités. Leur présence semble dépendre des rotations de cultures (maïs, chaumes, etc).

La sensibilité des oiseaux observés va de « Nulle » à « faible à Moyenne ».

L'évaluation des impacts pour l'avifaune est résumée dans le tableau ci-après :

Tableau 3 – Impact sur l'avifaune

Caractérisation des impacts sur l'avifaune			
Espèces	Type d'impact	Sensibilité	Qualification de l'impact
Faucon crécerelle	① Impact indirect : Dérangement de la nidification au cours de la phase travaux si celle-ci s'effectue entre avril et juillet	① En nidification, espèce peu sensible au dérangement pendant la phase travaux s'ils ne sont pas effectués à proximité directe d'un nid occupé.	① Impact lié au dérangement MOYEN Du fait de la présence de nombreux sites de nidification sur le site.
	② Impact direct : Risque de collision en phase d'exploitation	② En parade nuptiale, espèce faiblement sensible aux collisions (certaine agilité du vol), moyennement sensible en migration	② Impact des collisions FAIBLE Du fait du faible passage migratoire
Busard St Martin	① Impact indirect : Dérangement de la nidification au cours de la phase travaux si celle-ci s'effectue entre avril et juillet	① En nidification, espèce sensible au dérangement si les travaux sont effectués à proximité de l'aire.	① Impact lié au dérangement MOYEN Du fait de l'éloignement du chantier avec le nid.
	② Impact direct : Risque de collision en phase d'exploitation	② En parade nuptiale, l'espèce semble faiblement sensible aux collisions (certaine agilité du vol) moyennement sensible en migration, peu de cas de mortalité connus.	② Impact des collisions FAIBLE Du fait du faible passage migratoire
Alouette lulu & Alouette des champs	① Impact indirect : Dérangement de la nidification au cours de la phase travaux si celle-ci s'effectue entre avril et mai	① En nidification, espèce peu sensible au dérangement pendant la phase travaux s'ils ne sont pas effectués à proximité directe d'un nid occupé, peut réaliser plusieurs pontes de remplacement (jusqu'à 3) et changer le cas échéant de nid.	① Impact lié au dérangement FAIBLE Imp. atténué du fait de la capacité à effectuer des pontes de remplacement
	② Impact direct : Risque de collision en phase d'exploitation aggravé lors des migrations.	② En parade nuptiale, espèce moyennement sensible aux collisions mais accentuée lors des migrations	② Impact des collisions FAIBLE Du fait du faible passage migratoire
Pouillot siffleur	① Impact indirect : Dérangement de la nidification au cours de la phase travaux si celle-ci s'effectue entre mai et juillet	① En nidification, espèce sensible au dérangement.	① Impact lié au dérangement NUL Du fait de la distance de la zone de nidification qui est située dans le bois.
	② Impact direct : Risque de collision en phase d'exploitation aggravé lors des migrations	② Espèce potentiellement sensible du fait qu'elle migre de nuit	② Impact des collisions FAIBLE Du fait du faible passage migratoire

Source : 2009

Les impacts pour l'avifaune vont de « Nul » à « Moyen » (dérangement du faucon crécerelle et du busard Saint-Martin).

II.3.2 - Volet Chiroptère

Les inventaires mettent en avant 5 espèces de chiroptères sur les 21 présentes en Bretagne : une pipistrelle sp., la pipistrelle commune, la sérotine commune, le murin de Natterer et l'oreillard roux. Les deux dernières sont considérées comme déterminantes en Bretagne.

L'étude d'impact établit les impacts pour les deux espèces considérées dans le tableau ci-après.

Tableau 4 – Evaluation des impacts pour les chiroptères

Caractérisation des impacts sur les chiroptères			
Espèces	Type d'impact	Sensibilité	Qualification de l'impact
Murin de Natterer	① Impact indirect : Dérangement au cours de la phase travaux	④ Espèce nocturne dont il ne semble pas y avoir de gîte à proximité des zones de travaux.	④ Impact lié au dérangement NUL
	② Impact direct : Risque de collision en phase d'exploitation	③ Espèce forestière présente en reproduction d'où une sensibilité réduite aux collisions.	④ Impact lié aux collisions FAIBLE Du fait du positionnement des éoliennes dans les parcelles cultivées
Oreillard roux	① Impact indirect : Dérangement au cours de la phase travaux	④ Espèce nocturne dont il ne semble pas y avoir de gîte à proximité des zones de travaux.	④ Impact lié au dérangement NUL
	② Impact direct : Risque de collision en phase d'exploitation	③ Espèce forestière présente en reproduction d'où une sensibilité réduite aux collisions	④ Impact lié aux collisions FAIBLE Du fait du positionnement des éoliennes dans les parcelles cultivées

Les impacts pour les chiroptères vont de « Nul » à « Faible ».

III. Protocole de suivi

III.1 Cadre réglementaire

Art.12 de l'arrêté du 26 août 2011 prévoit :

« 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. »

III.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 de terrain s'effectuent à pied sous les 4 éoliennes. La surface à prospecter correspond à un carré de 100 m*100 m, soit une surface de 1ha autour de chaque éolienne. 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 (Cartolander) et d'un GPS. Chaque éolienne est entourée par un quadra. Celui-ci est quadrillé 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 les transects est de 10m.

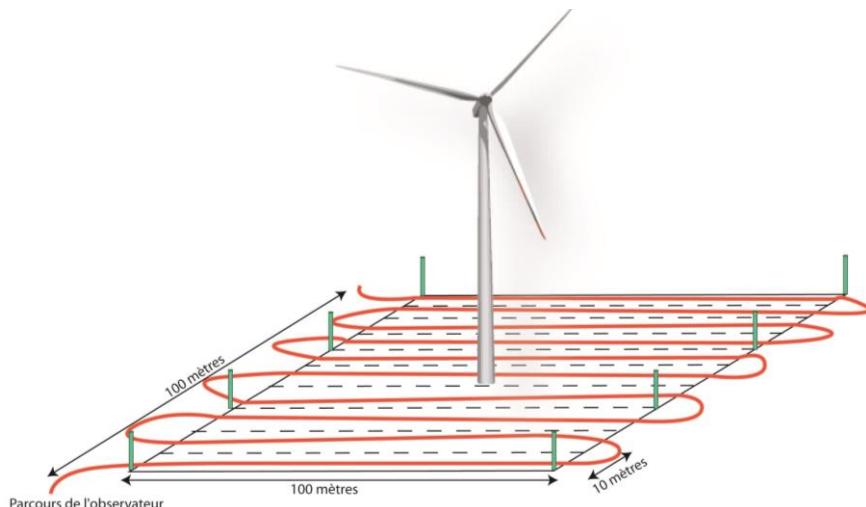
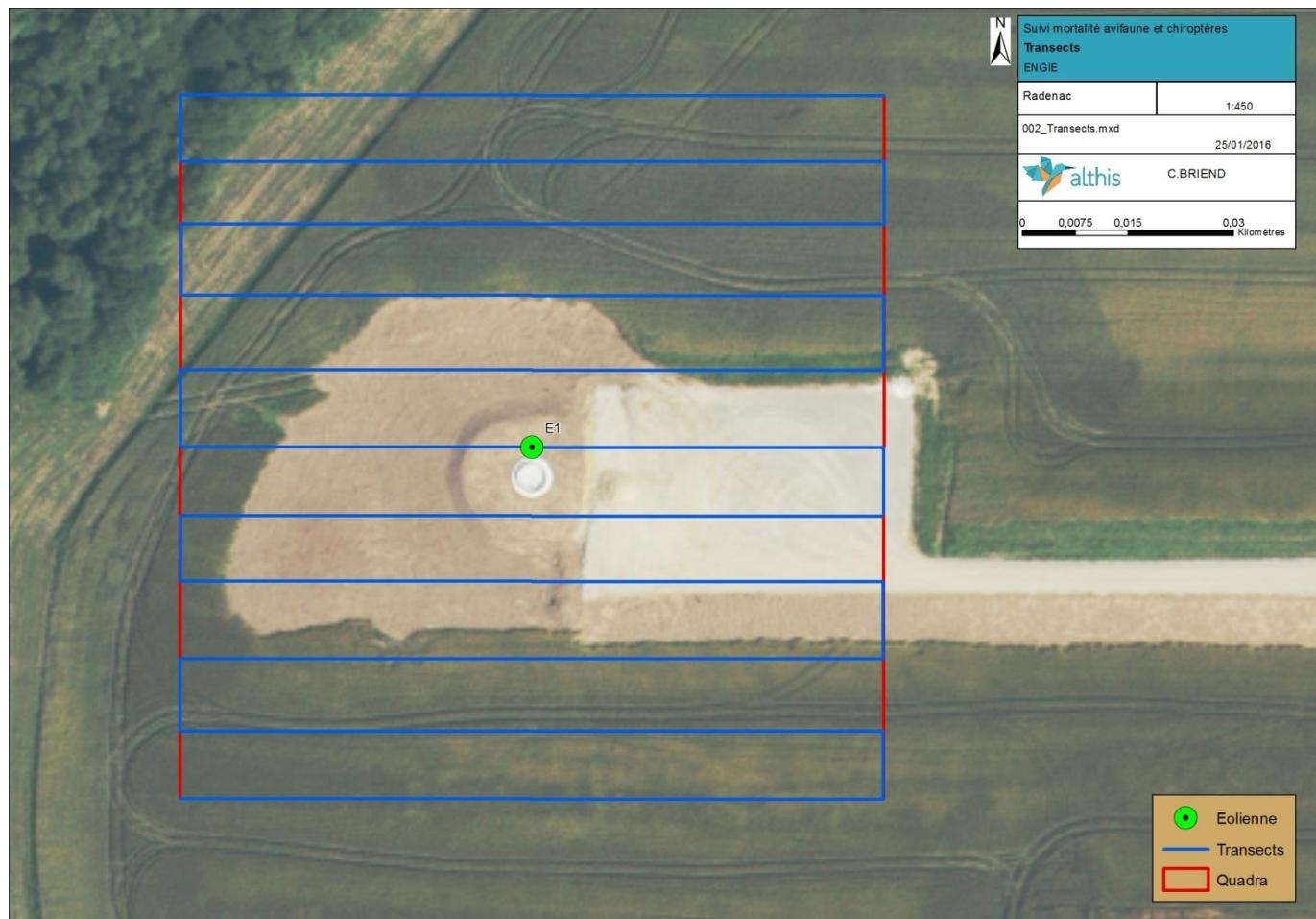


Figure 1 - Schéma de principe des recherches de terrain

Source : LPO, 2004



Carte 2 – Transects réalisés sur l'éolienne 1 du parc de Radenac

Chaque semaine et pour chaque éolienne une base de données est remplie, même en l'absence cadavre. Elle contient entre autres : la date, l'espèce localisée, une estimation de son âge, son état, etc...

Chaque cadavre retrouvé est pris en photo.

III.2.1 - Fréquence du suivi

A la demande d'ENGIE GREEN, le suivi s'étend de début août à fin octobre 2017. Elle correspond pour l'avifaune à la migration postnuptiale. Pour les chiroptères, c'est une période de migration et de viviparition. Le suivi est donc mené lors d'une des périodes les plus sensibles pour l'avifaune et les chiroptères.

La fréquence de suivi est d'une intervention par semaine et par éolienne pour le BE Althis.

III.2.2 - Formule appliquée

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 P., 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 (prédatation 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

C'est pourquoi des coefficients correcteurs sont appliqués aux résultats obtenus sur le terrain, sur le principe décrit par WINKELMAN (1989, 1992) :

$$N_{\text{estimé}} = ((N_a - N_b) / (P * D)) / (S_p / S_{ap})$$

Avec **$N_{\text{estimé}}$** : Nombre de cadavres par éolienne

N_a : Nombre de cadavres découverts

N_b : Nombre de cadavres découverts dont la mort n'est pas liée aux éoliennes

P : Coefficient de prédatation sur le site

D : Coefficient de détectabilité de l'observateur (en fonction du milieu)

S_p : Surface prospectée

S_{ap} : Surface à prospecter (zone de prospection théorique de 100m*100m)

III.2.2.1 - Estimation des causes de mortalité

Afin de prendre en compte la mortalité uniquement imputable au fonctionnement du parc éolien, le nombre de cadavres lié à d'autres causes que l'éolien (N_b) est soustrait au total des cadavres découverts (N_a)

III.2.2.2 - Détermination des coefficients d'erreur

Deux coefficients pondérateurs sont appliqués afin de corriger les éventuels biais de la méthodologie.

Coefficient de détectabilité (D)

Ce coefficient correspond à l'efficacité de l'observateur à retrouver des cadavres sur une surface donnée.

Il est déterminé à partir d'un test mené avant le suivi en tant que tel. Il est compris entre 0 (aucun cadavre détecté) à 1 (tous les cadavres sont retrouvés).

Coefficient de prédatation (P)

Ce coefficient correspond au taux de disparition des cadavres au pied des éoliennes en une semaine. Cela est dû aux animaux charognards tels que le renard roux, la corneille noire, le choucas des tours, etc.

Pour déterminer ce coefficient, des cadavres de poussins sont disséminés au pied d'une éolienne. Les cadavres restants sont dénombrés la semaine suivante. Le nombre de cadavres retrouvés par rapport au nombre déposé correspond au taux de disparition.

Un test est réalisé pour le parc.

Pondération de surface de prospection

En théorie la surface prospectée est de 1ha (100m x100m). En pratique, des éléments comme une végétation trop haute, des taureaux dans une prairie, 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 est calculé en divisant la surface réellement prospectée (S_p) par la surface théorique de prospection ($S_{ap} = 100m * 100m$). Cette pondération est actualisée chaque semaine et pour chaque éolienne.

L'évolution des cultures peut-être le facteur principal de modification des surfaces prospectées. Une parcelle ayant un couvert végétal supérieur de 30cm de haut est systématiquement non prospectée.

III.2.3 - Formules exclues

III.2.3.1 - Formule d'Erickson

La formule d'Erickson (ERICKSON W., & Al., 2000) est la suivante :

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

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 taux de détection. \bar{t} est la durée moyenne de persistance des cadavres.

Cette formule est donc très proche de celle de WINKELMAN, mais elle implique un calcul de persistance des cadavres. Cela entraîne donc un protocole de terrain lourd où il faut relever la persistance des cadavres chaque jour pendant sept jours sans interruption. Cette option n'a pas initialement été envisagée.

III.2.3.2 - Formule de Jones

Jones a mis au point une autre formule (JONES & Al., 2009) :

$$p = \exp(-0.5 \times I/\bar{t})$$

$$N = \frac{C}{d \times \exp(-0.5 \times I/\bar{t}) \times \hat{e}} \times A$$

Un des postulats de départ est que le taux de mortalité sur la période de suivi est constant. Or, rien ne porte à croire qu'il est constant sur le parc. Cette formule n'est donc pas retenue.

III.2.3.3 - Formule d'HUSO

Huso part de la formule de Jones (HUSO M., 2010), mais il 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. Le point commun avec Jones est qu'il considère également que la mortalité est constante. C'est pour cette raison que cette formule n'est donc pas retenue.

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

D'où : $N = \frac{C}{d \times \frac{\bar{t} \times (1 - \exp^{-I/\bar{t}})}{I} \times \hat{e}} \times A$



Photo 1 – Plateforme de l'éolienne 1



Photo 2 – Plateforme de l'éolienne 2



Photo 3 – Plateforme de l'éolienne 3



Photo 4 – Pied de l'éolienne 4

III.3 Occupation du sol au pied des éoliennes

Il y a 5 types de couverts végétaux sur les quadras. Il s'agit de boisements, de cultures, de voiries (routes), de plateformes et de prairies.

Le boisement est un bois de feuillus (chênes). Les recherches dans ce milieu sont trop aléatoires. La parcelle concernée est exclue du quadra de l'éolienne 4.

Les cultures sont le milieu dominant avec 2,7ha (sur 4ha). Ce sont le plus souvent des cultures de maïs, ou de haricots verts. Les recherches sont possibles en fonction de la hauteur de végétation.

Les plateformes sont les espaces au pied des éoliennes dédiées à leur construction et leur entretien. C'est une surface ouverte systématiquement parcourue. C'est également le cas des routes communales. Leurs surfaces cumulées sont de moins de 1ha.

Les prairies restent minoritaires avec 0,2ha.

Tableau 5 – Types de couverts et surfaces associées

Type de couvert	Surface (ha)
Boisements de feuillus	0,3
Culture	2,7
Plateforme	0,8
Prairie	0,2
Voirie	0,1



IV. Résultats

IV.1 Dates d'intervention

Le suivi de mortalité a été mené entre les semaines 33 et 43 de l'année 2017. Une intervention par semaine est nécessaire pour couvrir l'ensemble des 4 éoliennes.

Tableau 6 –Planning de réalisation du suivi de mortalité du parc de Radenac

Postes		Année 2017													
		Aout			Septembre				Octobre			Novembre			
		S33	S34	S35	S36	S37	S38	S39	S40	S41	S42	S43	S45	S46	S47
1	Suivi mortalité parc éolien de Radenac														
1.1	Teste de détectabilité				■										
1.2	Test de prédatation			■											
1.3	Suivi mortalité (dont test de prédatation)	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■			
1.3	Rédaction du rapport de synthèse														▼

Etudes et suivi "environnement" ■
Remise de document ▼

IV.2 Coefficients d'erreur

IV.2.1 - Test de détectabilité

Le test de détectabilité est réalisé le 30/08/2017. Il est de **0,75 sur 1** pour la personne concernée. Il est obtenu en dispersant des cadavres de poussins sur un hectare. 0,75 correspond au rapport du nombre de cadavres retrouvés sur le nombre de cadavres total.

Ce coefficient est dans la moyenne d'autres suivis de mortalité. Néanmoins, il reste indicatif, car il correspond à la capacité de détection d'une personne dans un milieu donné (ici une prairie). Il serait probablement supérieur dans un milieu ouvert et inférieur dans un milieu plus dense.

$$D = 0,75$$

IV.2.2 - Taux de prédatation

Un premier test est réalisé le 23/08/2017 au 30/08/2017. Il consiste à disperser des cadavres de 20 poussins sur une parcelle proche d'une éolienne. Ici, le test de prédatation est réalisé autour de l'éolienne 1. Les poussins sont disposés sur la plateforme ainsi que sur la culture de blé récoltée. Après 7 jours, aucun cadavre n'est retrouvé. La culture sur laquelle ont été disposés 4 poussins a été labourée, faussant ainsi le test.

Un second test de prédatation est alors à nouveau réalisé le 06/09/2017. Au bout d'une semaine, soit le 13/09/2017, aucun poussin n'est retrouvé.

Il est probable que les cadavres de poussins soient plus attractifs pour les charognards que les chiroptères. En effet, leur taille supérieure permet dans les premiers jours du test une meilleure détection visuelle. Après plusieurs jours, la détection olfactive des cadavres et la dégradation des corps rééquilibreront probablement la capacité de détection. Le taux de prédatation est donc probablement augmenté par l'utilisation de cadavres plus gros que des chiroptères.

Le taux de prédatation reste très important sur le site de Radenac.

$$P = 0$$

*P correspondant au taux de cadavre restant au bout d'une semaine soit 0 sur 20.

IV.2.4 - Surfaces prospectées

La surface globale prospectée a augmenté en fonction des semaines (voir figure ci-après). Elle passe de 1.1 ha sur les 4 ha que compte le suivi la première semaine (semaine 31), jusqu'à un maximum de 2.6 ha en fin de suivi. Soit un coefficient de surface variant entre 0,27 (27 % des surfaces prospectées) et 0,65 (65 % des surfaces prospectées). Cette différence est due aux récoltes successives de haricot vert, de blé et de maïs. Ces cultures trop fermées pour retrouver des cadavres ont laissés place à un sol quasiment à nu, facilement prospectable.

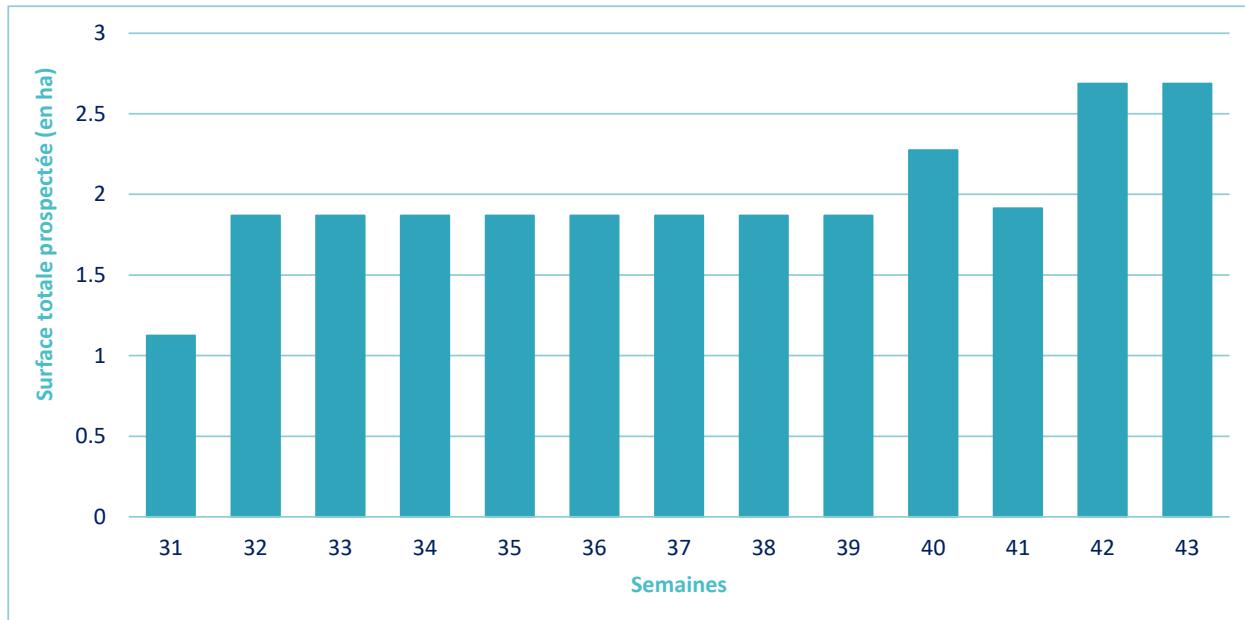


Figure 2 – Evolution des surfaces totales prospectées en fonction des semaines

La moyenne des surfaces prospectées par éolienne est de 0,49 ha, avec un maximum ponctuel de 0,69 ha pour l'éolienne 1 et un minimum ponctuel de 0,35 ha pour l'éolienne 3.

Tableau 7 – Moyennes des surfaces prospectées par éolienne

Eoliennes	Moyenne de Surface prospectée (Sp) en ha
E1	0.69
E2	0.50
E3	0.35
E4	0.44

IV.4 Mortalité

Le parc de Radenac fait l'objet en 2017 d'un suivi de mortalité des chiroptères et des oiseaux.

Après 13 semaines de suivi, **3 cadavres de chiroptères et 3 cadavres d'oiseaux** sont retrouvés sous les éoliennes sur parc de Radenac.

IV.4.1 - Mortalité générale

Le suivi de mortalité 2017 met en avant la découverte de 6 cadavres d'animaux aux pieds des 4 éoliennes que compte le parc de Radenac. Les cadavres sont répartis de la manière suivante :

Tableau 8 – Mortalité par éolienne

	Eolienne 1	Eolienne 2	Eolienne 3	Eolienne 4	Total
Chiroptère	1		1	1	3
Oiseau	1	1	1		3
Total	2	1	2	1	6

Les éoliennes 1 et 3 cumulent 66% de la mortalité globale, avec 2 cadavres recensées au pied de chacune d'elles. Les éoliennes 2 et 4 ne cumulent que 2 cadavres, soit 34% de la mortalité globale.

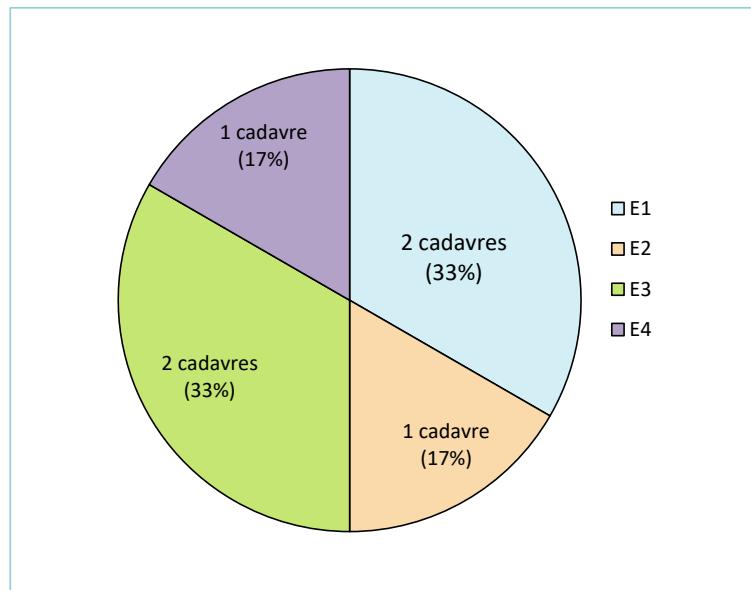


Figure 3 – Taux de mortalité par éolienne

Les individus recensés sont majoritairement retrouvés entre 20 et 40 m de l'éolienne concernée : 4 cadavres sur 6, soit 66% des individus.

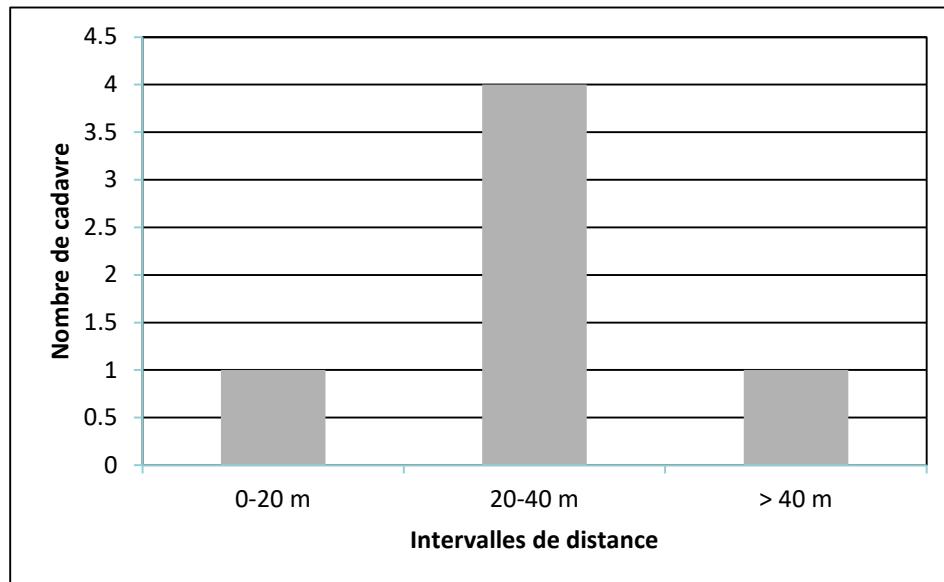


Figure 4 – Eloignement des cadavres depuis l'éolienne

L'évolution du nombre de cadavres découverts par semaine est rythmée par deux périodes distinctes, avec 1 premier cadavre découvert au début du mois d'août 2017, puis les 5 autres cadavres regroupés sur 4 semaines, entre la fin du mois de septembre et la fin du mois d'octobre 2017. Cette période correspond à la migration postnuptiale des oiseaux et de transit automnal vers les gîtes d'hibernation pour les chauves-souris. Entre ces deux périodes, soit le mois d'août et le mois de septembre, aucun cadavre n'est retrouvé. Ce constat est à mettre en corrélation avec la surface prospectée. En effet, la surface de cultures est importante sur le parc éolien de Radenac, réduisant ainsi de manière conséquente la surface de prospection. La météorologie de septembre a aussi été particulièrement pluvieuse. Elle était donc très défavorable aux chiroptères.

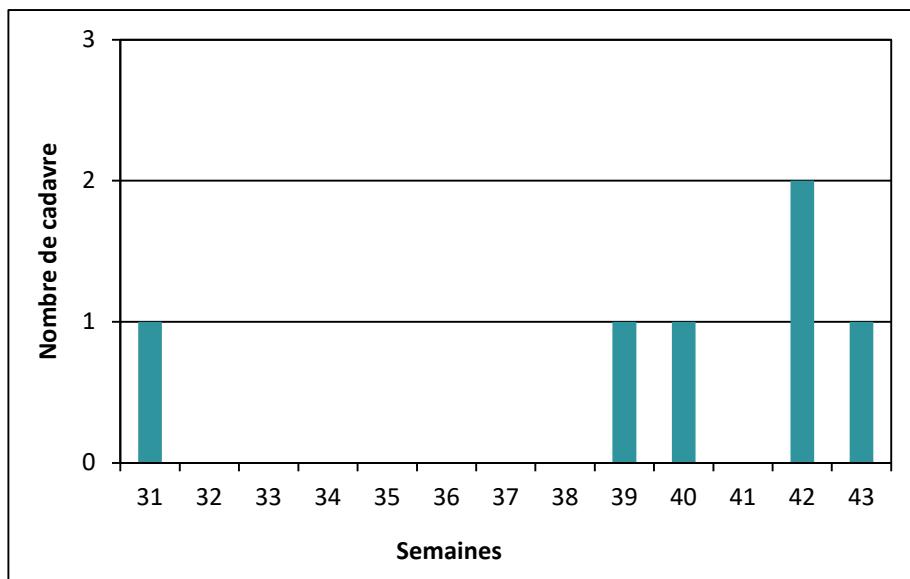


Figure 5 – Nombre de cadavre par prospection

La surface de prospection dans les quadras de 100*100 mètres dépend du couvert végétal en place. En effet, comme précisé dans le paragraphe IV.2.4, la surface évolue au cours des 13 semaines de suivi.

Comme le montre le graphique ci-dessous, jusqu'à la semaine 39, 1.8 ha sur les 4 ha au total sont prospectés. Cette faible proportion est due aux parcelles de cultures qui entourent les éoliennes et qui sont comprises dans les quadras d'étude.

A partir de la semaine 40, les dernières parcelles de maïs sont ensilées, ce qui permet d'augmenter la surface de recherche et donc d'optimiser les chances de trouver des cadavres.

A contrario, le couvert végétal d'hiver qui recouvre les cultures de haricots (éolienne 3 et 4) sont trop denses pour y effectuer une recherche efficace.

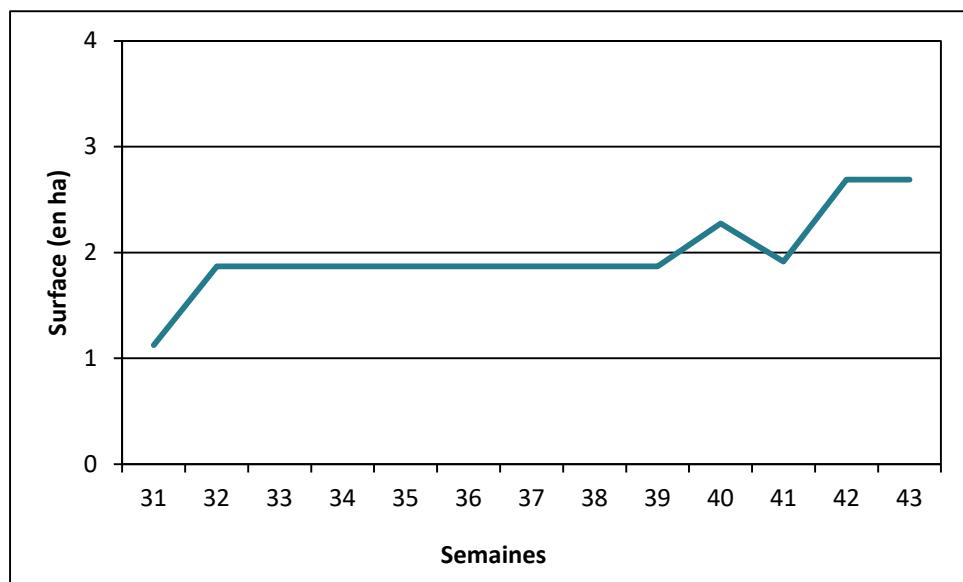


Figure 6 – Evolution de la surface de prospection totale

IV.4.2 - Mortalité des chiroptères

Après 12 semaines de suivi de mortalité, 3 cadavres de **chiroptères** sont retrouvés. Le tableau ci-après illustre les espèces recensées, et leurs nombres en fonction des éoliennes.

Tableau 9 – Mortalité des chiroptères par éolienne

	Eolienne 1	Eolienne 3	Eolienne 4	Total
Noctule de Leisler		1		1
Pipistrelle commune	1			1
Sérotine commune			1	1
Total	1	1	1	3

Les 3 cadavres retrouvés appartiennent à 3 espèces différentes. La pipistrelle commune (*Pipistrellus pipistrellus*) est déjà identifiée dans le suivi mortalité de 2016 et dans celui de 2015. La sérotine commune (*Eptesicus serotinus*) et la noctule de Leisler (*Nyctalus leisleri*) n'ont jamais été inventoriées dans un précédent suivi de mortalité sur Radenac (photos en annexe). Les espèces de chiroptères déterminées sont toutes protégées à l'article 2 de l'arrêté du 23 avril 2007 fixant la liste des mammifères terrestres protégés sur l'ensemble du territoire et les modalités de leur protection.

IV.4.3 - Mortalité des oiseaux

Lors du suivi 2017, 3 cadavres d'oiseaux sont recensées sous les éoliennes du parc de Radenac :

Tableau 10 – Nombre d'oiseaux par éolienne

	Eolienne 1	Eolienne 2	Eolienne 3	Total
Roitelet triple-bandeau	1	1	1	3
Total	1	1	1	3

Les trois individus retrouvés appartiennent tous à la même espèce : le roitelet triple-bandeau (*Regulus ignicapilla* ; photos en annexe). Cet oiseau est l'une des plus petites espèces de France et est migrateur. Ces trois cadavres sont retrouvés début octobre (le 04/10/2017 et le 18/10/2017), en pleine période de migration postnuptiale.

IV.5 Analyse du suivi de mortalité

IV.5.1 - Calcul de la formule de WINKELMAN (1989, 1992)

Pour rappel la formule de Winkelman (1989, 1992) est la suivante :

$$N_{\text{estimé}} = ((N_a - N_b) / (P*D)) / (S_p / S_{ap})$$

Avec **N_{estimé}** : Nombre de cadavres par éolienne (taux estimé)

N_a : Nombre de cadavres découverts (par éolienne ou pour le parc)

N_b : Nombre de cadavres découverts dont la mort n'est pas liée aux éoliennes*

P : Coefficient de prédation sur le site, soit 0

D : Coefficient de détectabilité de l'observateur, soit 0,85

S_p : Surface prospectée (moyenne par éolienne ou pour le parc)

S_{ap} : Surface à prospecter (1ha par éolienne et 11ha pour le parc)

*Etant donné les difficultés de détermination des causes de mort, **N_b** = 0.

Le taux de mortalité par éolienne est estimé pour la période du suivi, c'est-à-dire 11 semaines. Or ce taux est calculé avec un taux de prédation maximal de 0 (soit aucun cadavre restant sur 20 placés initialement). En admettant que D=1 et Sp / Sap = 1, le nombre de cadavres divisé par le taux de prédation engendre donc des extrapolations trop importantes qui restent non vérifiables.

Le taux de mortalité ne peut donc pas être calculé de manière fiable à cause du taux de prédation.

IV.5.2 - Comparaison avec le suivi de 2016

En 2016, un suivi de mortalité des chiroptères et de l'avifaune, similaire au présent suivi, est réalisé sur les 4 éoliennes du parc de Radenac. Au terme des 11 semaines de suivis, entre mi-août et fin octobre 2016, ce sont 10 cadavres de chiroptères qui sont recensées.

Tableau 11 – Résultats du suivi de mortalité 2016

	Eolienne 1	Eolienne 2	Eolienne 3	Eolienne 4	Total Quantité
Pipistrelle commune	1			2	3
Pipistrelle de Kuhl				3	3
Pipistrelle de Nathusius	1				1
Pipistrelle sp.	1	1	1		3
Total général	3	1	1	5	10

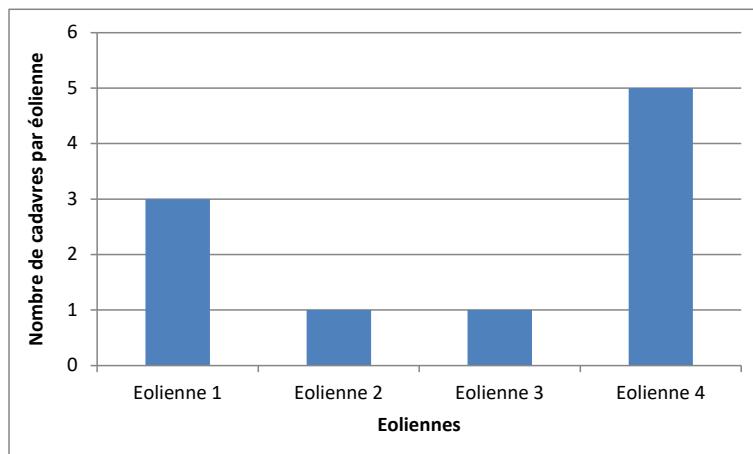


Figure 7 – Nombre de cadavre par éolienne retrouvés en 2016

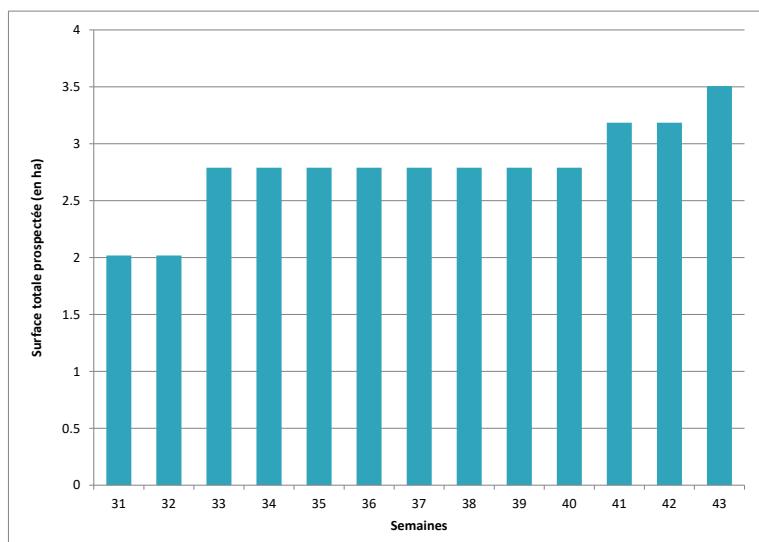


Figure 8 - Evolution des surfaces totales prospectées en fonction des semaines en 2016

Tableau 12 - Synthèse de la mortalité par éolienne entre 2015 et 2017

	Eolienne 1	Eolienne 2	Eolienne 3	Eolienne 4	Total
2015				1	1
2016	3	1	1	5	10
2017	2	1	2	1	6
Total	5	2	3	7	17

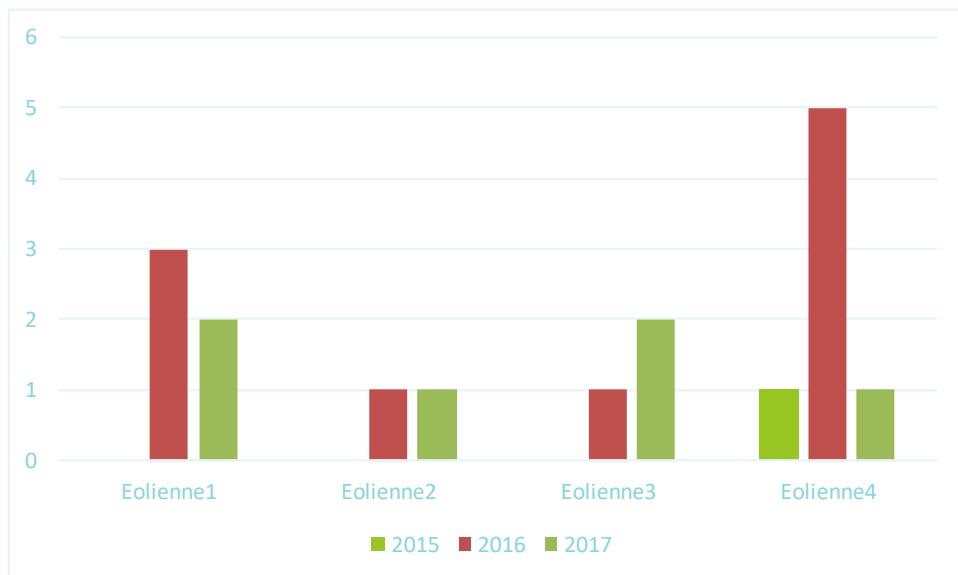


Figure 9 – Synthèse de la mortalité par éolienne et par année de suivi

Ces données mettent en avant une diminution de la mortalité en 2017, avec 6 cadavres retrouvés, contre 10 en 2016.

La figure 8 montre également que la surface de prospection est plus importante en 2016 qu'en 2017, avec respectivement 87% de la surface totale prospectée en 2016 contre 65 % en 2017.

De plus, la fin d'été et le début de l'automne 2016 ont été particulièrement propices à l'activité des chiroptères, avec des températures élevées et peu de vent. Ces conditions ont pu augmenter la fréquentation des chauves-souris à proximité des éoliennes et donc augmenter le risque de collision.

En 2017, le mois de septembre est marqué par des températures moyennes en dessous des normales de saison, ainsi que des conditions automnales précoces. Ce contexte est moins favorable à l'activité des chiroptères, ce qui peut expliquer en partie la baisse de mortalité pour cette année.

La figure 9 met en évidence l'importante baisse de mortalité sur l'éolienne 4. En effet, 5 cadavres y sont découverts en 2016. En 2017, 1 seul cadavre de chauve-souris est recensé sous cette machine.

IV.5.3 - Faune impactée

IV.5.3.1 - Oiseaux

Le **roitelet triple-bandeau** (*Regulus ignicapilla*) est le plus petit oiseau d'Europe (9 cm pour 5 à 7 g), avec son proche parent le roitelet huppé. C'est un migrateur partiel, les individus de l'Europe du Nord migrent vers le sud à l'automne. En France, l'espèce est plutôt sédentaire et est nicheuse dans toutes les régions métropolitaines. En Bretagne, l'espèce est surtout visible au passage postnuptial et en hiver.

Le roitelet triple-bandeau est la 1^{ère} espèce la plus touchée par l'activité éolienne, d'après la synthèse LPO des suivis de mortalité réalisés en France entre 1997 à 2015 (MARX G., 2017). Dans cette synthèse, 117 cas de cadavres de roitelet triple-bandeau sont reportés, exclusivement recensés en période de migration postnuptiale, avec un pic à la 1^{ère} semaine d'octobre.

IV.5.3.2 - Chiroptères

La **pipistrelle commune** (*Pipistrellus pipistrellus*) est la première espèce impactée par les parcs éoliens en Europe (DÜRR T. 2015). C'est une espèce euryèce et investie donc un large panel de milieux ce qui la rend très commune. Cette chauve-souris est présente dans l'inventaire des chiroptères de l'étude d'impact du parc éolien de Radenac, réalisé par le BE Calidris en 2009 (CALIDRIS, 2009). Depuis le début des suivis de mortalité à Radenac, la pipistrelle commune est présente dans la liste des espèces impactées chaque année (1 cadavre en 2015, 3 en 2016 et 1 en 2017).

La **sérotine commune** (*Eptesicus serotinus*) est une espèce bien représentée en Bretagne, qui se retrouve en milieu campagnard ou urbain, avec une nette préférence pour les milieux mixtes. Ce n'est pas une migratrice, ses déplacements entre gîtes d'été et gîtes d'hiver n'excèdent pas une cinquantaine de kilomètres. L'individu retrouvé a probablement été impacté lors d'un déplacement vers un site d'alimentation. La sérotine commune est également présente dans l'étude d'impact du parc éolien de Radenac de 2009 (CALIDRIS, 2009).

La **noctule de Leisler** (*Nyctalus leisleri*) est la plus petite des noctules. C'est une espèce forestière, elle s'installe généralement dans les massifs forestiers feuillus, parfois dans les résineux, mais occupe parfois des gîtes anthropiques (fissures de bâtiments, nichoirs). La noctule de Leisler est une migratrice, bien que le caractère migrateur des colonies de cette espèce en Bretagne n'est pas encore été clairement démontré (Le Campion & Dubos, GMN 2017).

V. Conclusion

Le suivi de mortalité du parc éolien de Radenac a été engagé sur 13 semaines d'août à octobre 2017. A l'issue de ce suivi, **6 cadavres** sont retrouvés : 3 chiroptères (1 sérotine commune, 1 pipistrelle commune et 1 noctule de Leisler) et 3 oiseaux (3 roitelets triple-bandeau). La mortalité est constatée en grande majorité en octobre 2017, période de déplacements migratoires pour les oiseaux et les chiroptères. La mortalité de 2017 est bien inférieure à la mortalité de 2016. En effet, en 2016 ce sont 10 cadavres qui furent recensés (3 espèces de pipistrelles différentes). Les tests de prédation menés sur le site de Radenac en 2017 montrent un taux de prédation très important, empêchant de calculer précisément le taux de mortalité sur site. La baisse significative de la mortalité constatée en 2017 peut être expliquée par les mesures préventives d'exploitation (régulation des machines) couplées à des conditions météorologiques moins favorables en septembre 2017 qu'en 2016 (conditions estivales particulièrement optimales).

Les trois années de suivi mettent en avant de fortes fluctuations annuelles. Une mortalité résiduelle est observée. ENGIE Green réfléchit à la mise en place de mesures de réduction complémentaires.

Bibliographie

- CALIDRIS, 2009. Etude d'impact – Site de Radenac. Rapport final.
- DULAC P., 2008. Evaluation de l'impact du parc éolien de Bouin (Vendée) sur l'avifaune et les chauves-souris. Bilan de 5 années de suivi. LPO délégation Vendée / ADEME Pays de la Loire / Conseil régional des Pays de la Loire, La Roche-sur-Yon. Nantes. 106p.
- ERICKSON W., STRICKLAND D., JOHSON G. et 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.
- HUSO M., 2010. An estimator of wildlife fatality from observed carcasses – Environmetrics, DOI-10.1002/Env.1052. P. 1-19.
- JONES G., COOPER-BOHANNON R., BARLOW K et PARSONS K., 2009. Determining the potential ecological impact of wind turbines on bat population in Britain – Scoping and method development report – Bat conservation trust, 150p.
- LE CAMPION & DUBOS, 2017. Etude de la migration des chauves-souris en Bretagne, 2013 - 2016
- 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
- MEDD & ADEME, 2010. Guide de l'étude d'impact sur l'environnement des parcs éoliens.
- Petersons G. 1990. Die Rauhhautfledermaus *Pipistrellus nathusii* (Keyserling u. Blasius, 1839) im Lettland: Vorkommen, Phänologie und Migration. *Nyctalus* (N. F.) 3: 81–98.
- ROER H., 1995. – 60 years of bat-banding in Europe. Results and tasks for future research. *Myotis*, 32-33 : 251-261.
- SFEPM. Suivi environnemental ICPE. Proposition de la SFEPM pour le suivi chiroptérologique des parcs éoliens. http://www.eolien-biodiversite.com/uploaded/fichier/rapport-20-80-a0-a6-e9oliennes-202006v-2_1239282816.pdf
- STRELKOV P.P., 2000. – Seasonal distribution of migratory bat species (Chiroptera, Vespertilionidae) in eastern Europe and adjacent territories: nursing area. *Myotis*, 37 : 7-25.
- WINKELMAN, J.E. 1989. Birds and the wind park near Urk: collision victims and disturbance of ducks, geese and swans. RIN Rep. 89/15. Rijksinstituut voor Natuurbeheer, Arnhem, The Netherlands. Pp.122-166, in: Proceedings of National Avian-Wind Power Planning Meeting, Lakewood, Colorado, July 20-21, 1994. 145 p

Annexe



Photo 5 – Sérotine commune trouvée au pied de l'éolienne 4



Photo 6- Pipistrelle commune recensée sur la plateforme de l'éolienne 1



Photo 7 – Noctule de Leisler identifiée sur la culture entourant l'éolienne 3



Photo 8 – Noctule de Leisler, sous l'éolienne 3



Photo 9 – Roitelet triple-bandeau trouvé sous l'éolienne 3



Photo 10 – Roitelet triple-bandeau découvert sous l'éolienne 1

Source photos : Althis

