



Parcs éoliens de Dammarie et Francourville (28)

(Communes de Dammarie et Francourville)

Suivis post-implantation 2018



Novembre 2019

PRESENTATION DU DOSSIER

Étude réalisée pour



Marie PERRAULT
Ingénieure Environnement
25 Quai Panhard et Levassor
75013 PARIS
marie.perrault@edpr.com
Tél : 06 44 15 96 53

Étude réalisée par



Coordination :	Guillaume MARCHAIS <i>Chargé de projets</i>
Investigations de terrain :	Maxime COLLET <i>Chargé d'études</i>
Analyses faunistiques :	Maxime COLLET & Guillaume MARCHAIS
SIG et cartographie :	Ulysse BOURGEOIS <i>Géomaticien</i>

Contrôle qualité

Contrôle réalisé par	Guillaume MARCHAIS <i>Chargé de projets</i>
Date du contrôle	22/10/19

Historique des modifications

Version	Date
V1	25/10/19
V2 (corrections fautes)	06/11/19

Photos de couverture : Vue du parc de Dammarie depuis la nacelle de l'éolienne E1 (G. Marchais)

Citation recommandée :

Ecosphère, 2019. Suivis post-implantation des parcs éoliens de Dammarie et Francourville (28) - saison 2018. Étude réalisée pour le compte d'EDPR, 119 p.

Toute représentation ou reproduction intégrale ou partielle, hors du cadre des besoins de la présente étude et faite sans le consentement de l'entreprise auteur, est illicite selon le Code de la propriété intellectuelle (art. L.122-4) et constitue une contrefaçon réprimée par le Code pénal.

Référence étude : Dammarie-Francourville Sv18

❖ Contexte général et objet de l'étude

Les parcs éoliens de Dammarie et de Francourville sont constitués de 6 éoliennes chacun (Vestas V90). Ils se situent dans le département de l'Eure-et-Loir (28), respectivement à 10 km au sud et au sud-est de l'agglomération de Chartres, en Beauce, en contexte agricole intensif.

Le parc de Francourville a été mis en service le 31 mai 2016, et celui de Dammarie le 12 juillet 2016.

❖ Mission d'Écosphère

Dans ce contexte, la mission d'Écosphère consistait à :

- Réaliser des suivis acoustiques en altitude sur une éolienne de chaque parc entre avril et novembre 2018 ;
- Effectuer des recherches de cadavres ;
- Suivre la fréquentation des oiseaux ;
- Évaluer les impacts par collision ou barotraumatisme ;
- Proposer le cas échéant des mesures de réduction proportionnées.

SOMMAIRE

PRESENTATION DU DOSSIER	2
SOMMAIRE	4
1. CADRE TECHNIQUE ET REGLEMENTAIRE D'UN SUIVI POST-IMPLANTATION	6
2. PRESENTATION DU PARC EOLIEN	9
2.1. LOCALISATION.....	9
2.2. CARACTERISTIQUES GENERALES DU PARC EOLIEN.....	10
2.3. CARACTERISTIQUES TECHNIQUES DES EOLIENNES EN SERVICE	10
3. METHODES DE TRAVAIL	14
3.1. SUIVI DE MORTALITE DES CHAUVES-SOURIS ET DES OISEAUX.....	14
3.1.1. <i>Rayon de détection</i>	14
3.1.2. <i>Nombre d'éoliennes contrôlées</i>	14
3.1.3. <i>Calendrier du suivi</i>	14
3.1.4. <i>Méthode de travail</i>	15
3.1.5. <i>Estimation de la mortalité réelle à partir des données brutes</i>	16
3.2. SUIVI ACOUSTIQUE EN NACELLE.....	24
3.3. SUIVI DE FREQUENTATION DES OISEAUX.....	27
3.3.1. <i>Méthode de terrain</i>	27
3.3.2. <i>Limites liées au suivi de fréquentation ornithologique</i>	29
3.4. METHODE D'EVALUATION DES ESPECES FREQUENTANT LE PARC.....	30
3.4.1. <i>Évaluation de l'enjeu de conservation des espèces</i>	30
3.4.2. <i>Évaluation de la sensibilité générale des espèces à l'éolien</i>	31
3.4.3. <i>Cas particulier de l'évaluation de la portée de l'activité du parc sur les chauves-souris</i> . 35	
3.4.4. <i>Évaluation des impacts</i>	35
3.5. METHODE DE DEFINITION DES IMPACTS ET DES MESURES DE REDUCTION ADAPTEES AU PARC.....	36
4. RESULTATS	37
4.1. SUIVI DE MORTALITE	37
4.1.1. <i>Résultats bruts</i>	37
4.1.2. <i>Variables servant à l'estimation de la mortalité réelle</i>	43
4.1.3. <i>Estimation de la mortalité</i>	47
4.1.4. <i>Analyse de la mortalité et évaluation de l'impact résiduel</i>	50
4.1.5. <i>Conclusion sur le suivi de mortalité</i>	58
4.2. SUIVI ACOUSTIQUE EN NACELLE.....	60
4.2.1. <i>Validité du matériel utilisé</i>	60
4.2.2. <i>Description des activités enregistrées</i>	61
4.2.3. <i>Synthèse et évaluation des activités</i>	67
4.3. SUIVI DE FREQUENTATION ORNITHOLOGIQUE	74

4.3.1.	Parc éolien de Dammarie.....	74
4.3.2.	Parc éolien de Francourville.....	78
5.	ÉVALUATION DES IMPACTS	82
5.1.	CHAUVES-SOURIS	82
5.1.1.	Évaluation des impacts par collision spécifiques au parc	82
5.1.2.	Impact indirect sur la fréquentation des habitats par les chiroptères.....	84
5.2.	OISEAUX	85
5.2.1.	Parc éolien de Dammarie.....	85
5.2.2.	Parc éolien de Francourville.....	86
6.	MESURES DE REDUCTION DES RISQUES DE COLLISION	87
6.1.	BRIDAGE DES EOLIENNES PROPORTIONNE AUX NIVEAUX DU RISQUE SUR LES CHAUVES-SOURIS.....	87
6.1.1.	Principe général	87
6.1.2.	Répartition de l'activité selon l'heure de la nuit	88
6.1.3.	Distribution de l'activité selon les vitesses de vent.....	89
6.1.4.	Distribution de l'activité selon la température	90
6.1.5.	Proportion de l'activité protégée par mois selon la vitesse de vent en-dessous de laquelle l'éolienne est bridée	92
6.1.6.	Récapitulatif des algorithmes de bridage pour les deux parcs	94
6.1.7.	Bridage des autres éoliennes de chaque parc	95
6.2.	CONTROLE DE L'ECLAIRAGE NOCTURNE	95
6.3.	GESTION DES HABITATS AUTOUR DES EOLIENNES.....	96
6.4.	REDUCTION DES TURBULENCES AUX ABORDS DES PALES	96
7.	MESURES DE SUIVI.....	97
	BIBLIOGRAPHIE	98
	ANNEXE 1 : DATES DE PASSAGES DEDIES AU SUIVI DE LA MORTALITE	103
	ANNEXE 2 : DATES DE PASSAGES DEDIES AU SUIVI AVIFAUNISTIQUE	105
	ANNEXE 3 : OCCUPATION DU SOL SIMPLIFIEE ET SURFACES PROSPECTEES PAR EOLIENNES	107
	ANNEXE 4 : SYNTHESE DES CADAVRES DECOUVERTS LORS DU SUIVI DE MORTALITE	108
	ANNEXE 5 : COEFFICIENT SURFACIQUE D'ARNETT.....	109
	ANNEXE 6 : LISTE DES OISEAUX FREQUENTANT LES PARCS DE DAMMARIE ET DE FRANCOURVILLE ET LEURS ABORDS.....	113

1. CADRE TECHNIQUE ET REGLEMENTAIRE D'UN SUIVI POST-IMPLANTATION

L'arrêté du 26 août 2011, dans son article 12, précise pour une installation classée ICPE :

« 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 ».

Ce suivi doit également être conforme aux dispositions applicables aux ICPE relatives à l'étude d'impact. Ainsi, l'article R122-14 du code de l'environnement prévoit que :

« - La décision d'autorisation, d'approbation ou d'exécution du projet mentionne :

- 1° Les mesures à la charge du pétitionnaire ou du maître d'ouvrage, destinées à éviter les effets négatifs notables du projet sur l'environnement ou la santé humaine, réduire les effets n'ayant pu être évités et, lorsque cela est possible, compenser les effets négatifs notables du projet sur l'environnement ou la santé humaine qui n'ont pu être ni évités ni suffisamment réduits ;*
- 2° Les modalités du suivi des effets du projet sur l'environnement ou la santé humaine;*
- 3° Les modalités du suivi de la réalisation des mesures prévues au 1° ainsi que du suivi de leurs effets sur l'environnement, qui font l'objet d'un ou plusieurs bilans réalisés selon un calendrier que l'autorité compétente pour autoriser ou approuver détermine. Ce ou ces bilans sont transmis pour information par l'autorité compétente pour prendre la décision d'autorisation, d'approbation ou d'exécution à l'autorité administrative de l'État compétente en matière d'environnement. »*

En novembre 2015, l'État a publié un protocole standardisé permettant de réaliser les suivis environnementaux. Il guide également la définition des modalités du suivi des effets du projet sur l'avifaune et les chiroptères prévu par l'article R122-14 du code de l'environnement.

Les parcs éoliens de Dammarie et Francourville font partie des cas particuliers des parcs autorisés avant l'entrée en vigueur du protocole. Ainsi, le protocole dans son annexe 3 stipule que : *« Dans le cas des parcs éoliens autorisés avant la date de mise en œuvre du présent protocole de suivi environnemental des parcs éoliens, plusieurs cas de figure existent :*

- Le parc éolien a été mis en service depuis plus de 3 ans -> cas 1
- Le parc éolien a été mis en service depuis moins de 3 ans -> cas 2 (**cas des parcs éoliens de Dammarie et Francourville**)
- Le parc éolien n'a pas encore été mis en service -> cas 3

La prise en compte d'autres paramètres dans les suivis environnementaux de ces parcs éoliens, entraîne plusieurs situations différentes :

- Un suivi environnemental de l'avifaune et des chiroptères a été prévu par l'exploitant dans l'étude d'impact. Ce suivi peut avoir été repris dans les prescriptions de l'arrêté de permis de construire (et dans celles de l'arrêté d'autorisation d'exploiter, s'il existe) -> cas A **cas des parcs éoliens de Dammarie et Francourville**
- Un suivi environnemental soit de l'avifaune soit des chiroptères a été prévu par l'exploitant dans l'étude d'impact. Ce suivi peut avoir été repris dans les prescriptions de l'arrêté de permis de construire (et dans celles de l'arrêté d'autorisation d'exploiter s'il existe) -> cas B
- Aucun suivi environnemental n'est prévu dans l'étude d'impact ou dans l'arrêté de permis de construire (ou dans l'arrêté d'autorisation d'exploiter s'il existe) -> cas C

		Mise en service du parc éolien		
		1	2	3
Présence ou non de suivi environnemental	A	Les modalités de suivi prévues initialement et validées par l'administration seront conservées et tiendront lieu de suivi environnemental au sens de l'article 12 de l'arrêté du 26 août 2011.	Les modalités de suivi prévues initialement et validées par l'administration seront conservées et tiendront lieu de suivi environnemental au sens de l'article 12 de l'arrêté du 26 août 2011.	Les modalités de suivi prévues initialement et validées par l'administration seront conservées et tiendront lieu de suivi environnemental au sens de l'article 12 de l'arrêté du 26 août 2011.
	B	Les modalités de suivi prévues initialement et validées par l'administration seront conservées et tiendront lieu de suivi environnemental au sens de l'article 12 de l'arrêté du 26 août 2011. Elles seront complétées par un suivi sur le groupe d'espèces non étudié conformément au présent protocole.	Les modalités de suivi prévues initialement et validées par l'administration seront conservées et tiendront lieu de suivi environnemental au sens de l'article 12 de l'arrêté du 26 août 2011. Elles seront complétées par un suivi sur le groupe d'espèces non étudié conformément au présent protocole.	Les modalités de suivi prévues initialement et validées par l'administration seront conservées et tiendront lieu de suivi environnemental au sens de l'article 12 de l'arrêté du 26 août 2011. Elles seront complétées par un suivi sur le groupe d'espèces non étudié conformément au présent protocole.
	C	L'exploitant devra mettre en œuvre un suivi conforme au présent protocole selon une périodicité de 10 ans par rapport à la date de mise en service.	L'exploitant devra mettre en œuvre un suivi conforme au présent protocole dans les meilleurs délais, puis tous les 10 ans.	L'exploitant devra mettre en œuvre un suivi conforme au présent protocole dans les trois années suivant la mise en service, puis tous les 10 ans.

Pour ce cas de figure, l'exploitant doit ainsi suivre la prescription suivante : « **les modalités de suivi prévues initialement et validées par l'administration seront conservées et tiendront lieu de suivi environnemental au sens de l'article 12 de l'arrêté du 26 août 2011. Elles seront complétées par un suivi sur le groupe d'espèces non étudié conformément au présent protocole** ».

Entre 2016 et 2017, ce protocole national s'est avéré inadapté à l'usage et généralisait des mesures qui n'avaient en fait de sens que pour certains parcs. Des travaux associant les administrations, les professionnels de l'éolien (FEE & SER), les associations de protection de la biodiversité (LPO & SFEPM) et le Muséum National d'Histoire Naturelle ont permis alors d'aboutir à un nouveau consensus. Sur cette base, une décision ministérielle a été publiée le 5 avril 2018¹ avec un nouveau protocole national de suivi environnemental des parcs éoliens terrestres.

Néanmoins, ce suivi ayant été contractualisé en octobre 2017 et débuté en décembre 2017, il est considéré comme "en cours de réalisation" au moment de la parution du protocole 2018. Ce sont donc les préconisations du protocole 2015 qui s'y appliquent en accord avec les termes d'entrée en vigueur du protocole 2018.

¹ Décision du 5 avril 2018, NOR : TREP1807992S

2. PRESENTATION DU PARC EOLIEN

2.1. Localisation

Voir les cartes n° 1 à 3

Les parcs éoliens de Dammarie et Francourville se situent en Beauce dans le département de l'Eure-et-Loir (28), respectivement à 10 km au sud et au sud-est de l'agglomération de Chartres.



Photo 1 – Vue du village de Dammarie depuis la nacelle de l'éolienne E1 (G. Marchais)



Photo 2 - Vue vers E2 depuis la nacelle de l'éolienne E1 du parc de Dammarie (G. Marchais)

2.2. Caractéristiques générales du parc éolien

Tableau 1 - Caractéristiques du parc de Dammarie

Date de mise en service	Juillet 2016
Modèle	Vestas 90/2000
Nombre d'éoliennes	6
Exploitant	EDPR
Puissance cumulée	12 MW

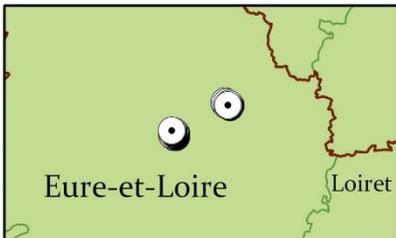
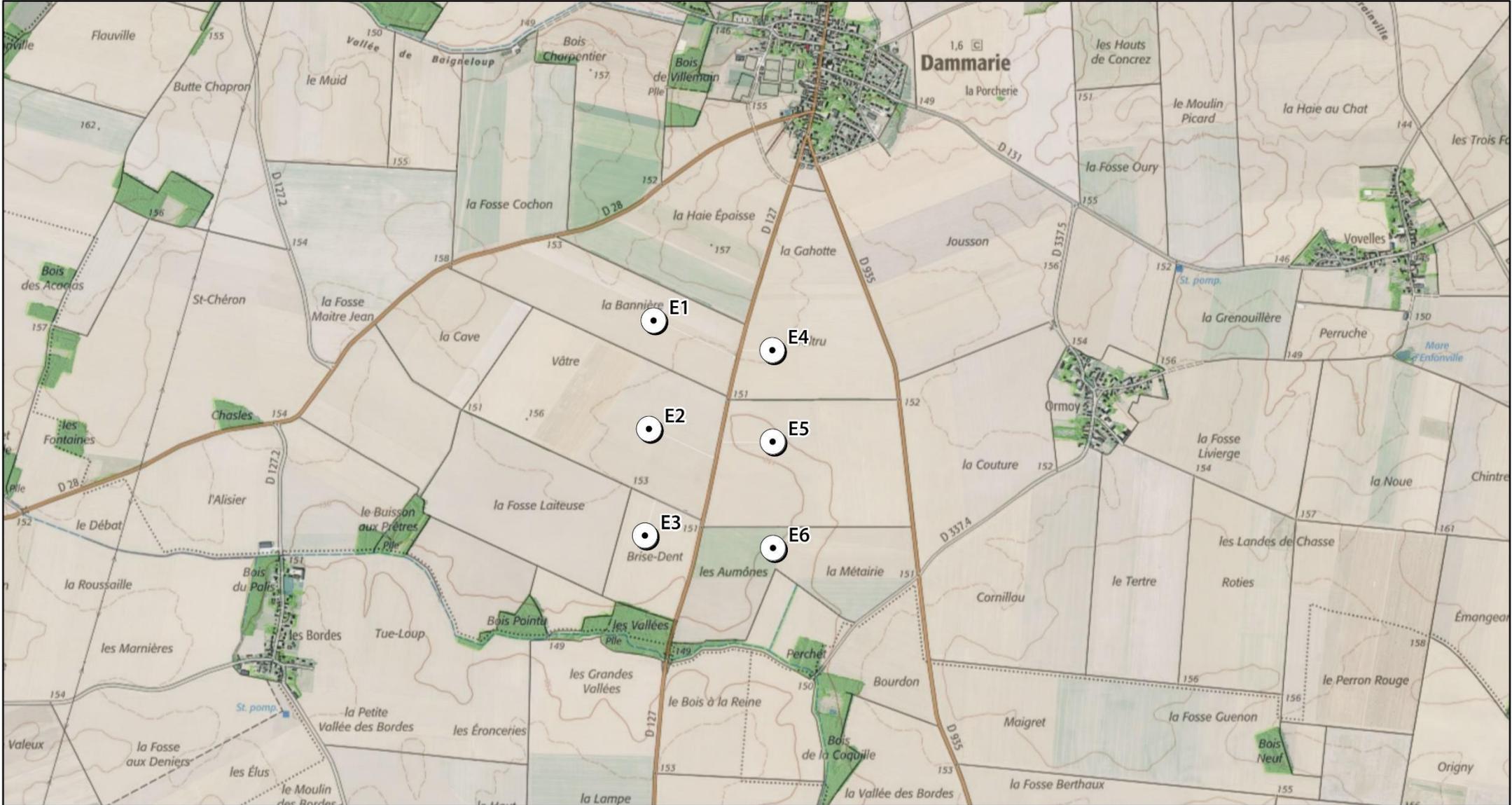
Tableau 2 - Caractéristiques du parc de Francourville

Date de mise en service	Mai 2016
Modèle	Vestas 90/2000
Nombre d'éoliennes	6
Exploitant	EDPR
Puissance cumulée	12 MW

2.3. Caractéristiques techniques des éoliennes en service

Tableau 3 - Caractéristiques des éoliennes Vestas 90/2000

Hauteur du moyeu	80 m
Diamètre du rotor	90 m
Garde au sol	35 m
Zone de balayage du rotor	6 362 m ²
Puissance nominale	2 MW
Vitesse de connexion (cut-in wind speed)	3 m/s
Vitesse max d'arrêt (10 min en moyenne)	25 m/s
Vitesse de rotation maximale	17,3 tours/minute
Vitesse de rotation minimale	8,2 tours/minute



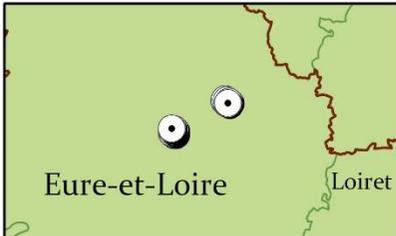
● Eolienne



0 250 500 Mètres

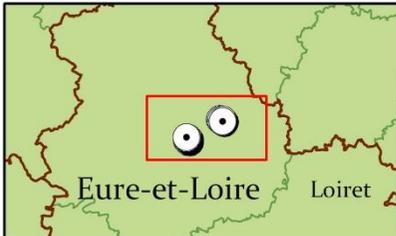
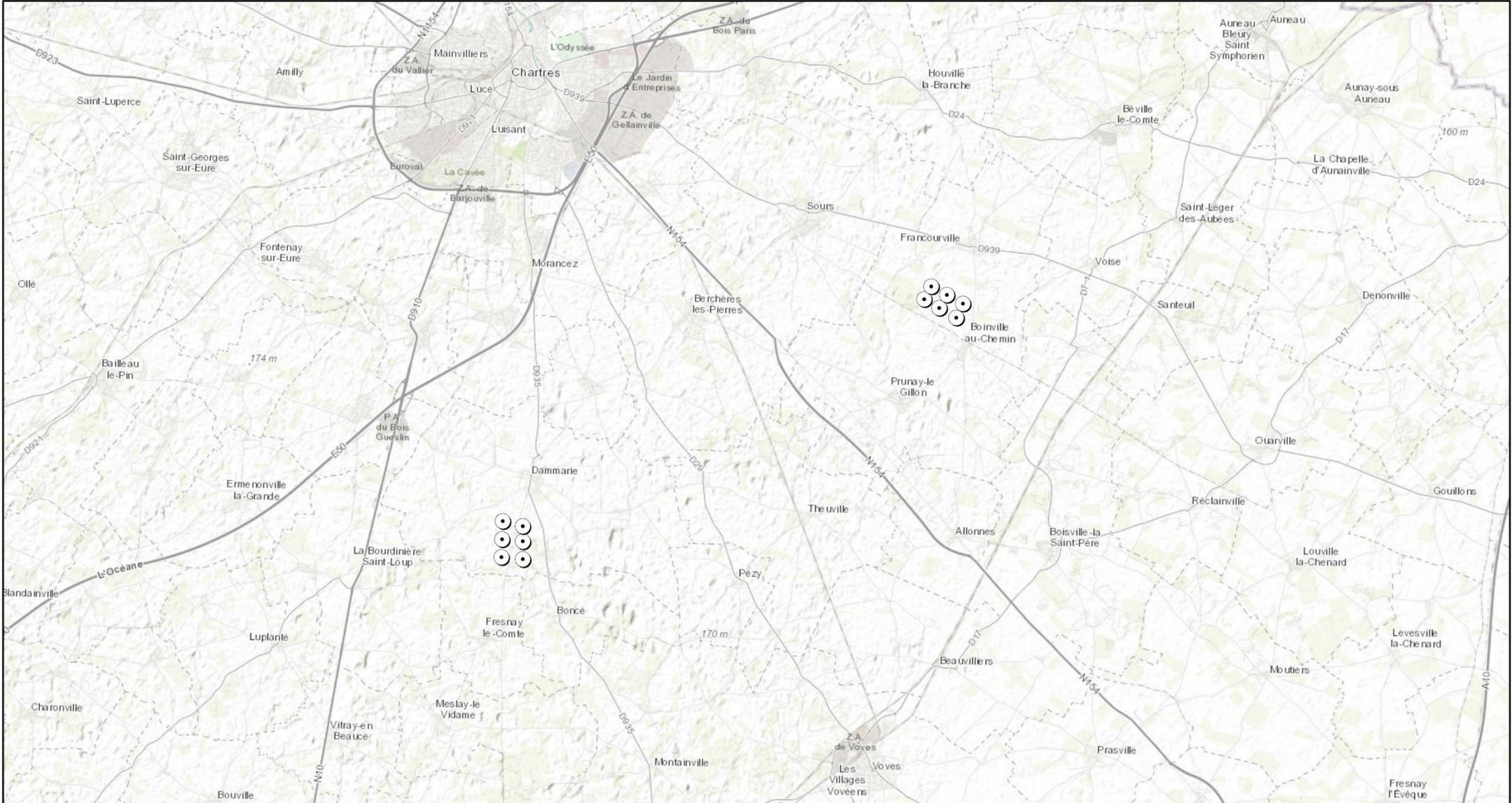
Écosphère, EDP Renewables, 2018

Source : Écosphère, Fond Scan25 - IGN © et Fond Orthophoto - IGN ©

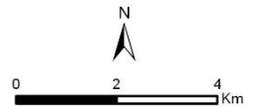


○ Eolienne

Ecosphère, EDP Renewables, 2018
Source : Ecosphère, Fond Scan25 - IGN ©
et Fond Orthophoto - IGN ©



⊙ Eolienne



Écosphère, EDP Renewables, 2018

Source : Écosphère et Fond Topographique - IGN ©

3. METHODES DE TRAVAIL

3.1. Suivi de mortalité des chauves-souris et des oiseaux

3.1.1. Rayon de détection

La mortalité générée par les éoliennes implique des collisions avec les pales (avec contusion, fractures...) ou, dans le cas des chauves-souris, un possible effet barotraumatique générant des hémorragies internes (Baerwald *et al.*, 2008). Les victimes sont alors projetées au sol selon des distances d'éloignement aux mâts qui sont variables. Selon certains suivis, des cadavres ont été retrouvés jusqu'à 100 mètres des mâts. Néanmoins, ces distances ne concernent qu'une très faible proportion d'individus. Conformément aux recommandations formulées par Eurobats (Rodrigues *et al.*, 2014), la prospection du terrain s'est effectuée dans un **rayon de 50 mètres autour des mâts des machines**. Il s'agit d'une surface utilisée de manière standard dans le cadre des suivis de la mortalité et qui permet par conséquent des comparaisons aisées entre les indices.



Cadavre de Noctule

3.1.2. Nombre d'éoliennes contrôlées

Les **6 éoliennes de chaque parc** qui se trouvent toutes dans un contexte agricole, ont toutes été inspectées à chaque passage en appliquant la même méthodologie.

3.1.3. Calendrier du suivi

Le suivi de la mortalité a été réalisé **d'avril à fin septembre 2018**. La période hivernale n'a pas fait l'objet de suivis de mortalité. Cette période permet de couvrir l'essentiel des périodes à risque.

L'effort de recherche a été variable selon les périodes de l'année :

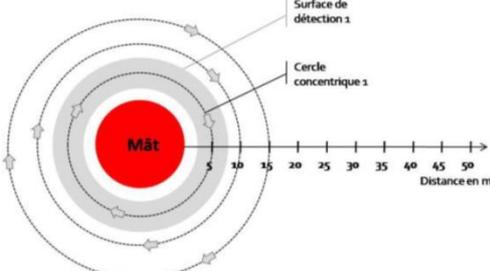
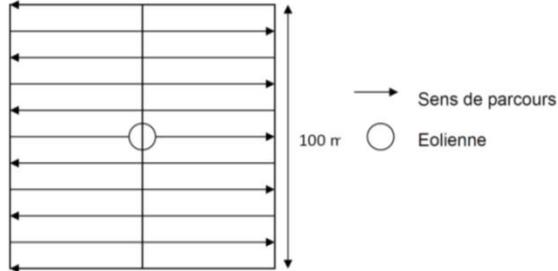
- 1^{ère} période liée aux mouvements pré-nuptiaux notamment des noctules et de la Pipistrelle de Nathusius, à la migration pré-nuptiale, à la nidification des oiseaux et la parturition des chauves-souris : du 1er avril au 31 mai 2018, avec 2 passages par mois, **soit un total de 4 passages** ;
- 2^{ème} période liée à la dispersion des juvéniles et aux mouvements post-nuptiaux précoces (martinets...) : du 1er au 31 juillet 2018, avec 1 passage toutes les semaines, **soit un total de 4 passages**. Quelques espèces tardives achèvent leur reproduction en juillet. Courant juillet, les premiers vols des juvéniles d'oiseaux et de chauves-souris constituent une période à risque, ces animaux étant inexpérimentés. C'est également l'époque des moissons, pendant laquelle un pic de mortalité a été relevé ;
- 3^{ème} période liée à la migration post-nuptiale : du 1er août au 30 septembre 2018. En août, on note de forts passages de chauves-souris migratrices (notamment les noctules) et de divers passereaux. C'est souvent à cette période que les cas de mortalité sont les plus nombreux. De nouveaux pics de passage sont enregistrés en septembre, avec les mouvements de Pipistrelle de Nathusius, aussi sensibles au risque de collision. Une pression de recherche suffisamment élevée est nécessaire pour estimer au mieux les taux de mortalité, ainsi 1 passage toutes les unes à deux semaines, **soit un total de 8 passages** sur cette période.

Au total, 16 passages ont par conséquent été réalisés pour ce suivi de 2018.

Le détail des dates de suivi est présenté en annexe 1.

3.1.4. Méthode de travail

Il existe deux méthodes de travail équivalentes qui dépendent pour partie des caractéristiques du terrain (arbres, haies...) : les cercles concentriques ou les transects. Les deux méthodes sont équivalentes et dépendent des caractéristiques du terrain, mais la même méthode sera appliquée tout au long de la démarche.

Technique des cercles concentriques	Technique des transects réguliers
<p>L'observateur réalisera des cercles concentriques autour des mâts à raison d'un pas de 5 mètres de rayon chacun. Le long du transect (un des cercles concentriques), cet observateur recherchera la présence de cadavre sur une largeur totale de 5 mètres, soit 2,5 mètres de part et d'autre de sa ligne de déplacement (surface de détection grisée ci-après). De la sorte, il réalisera 10 cercles concentriques pour s'éloigner au maximum de 50 mètres des mâts.</p> 	<p>L'observateur réalisera des transects le long d'un carré de 100 mètres de côté dont le centre est occupé par le mât de l'éolienne. Chaque transect sera espacé de 5 mètres ce qui permet 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. De la sorte, il réalisera 11 transects pour s'éloigner au maximum de 50 mètres des mâts.</p> 

Ces itinéraires ont été réalisés d'un pas lent et régulier au moins une heure après le lever du soleil, pour minimiser l'impact de la prédation diurne, et quand les conditions lumineuses sont suffisantes.

Après avoir identifié (sinon mesuré et photographié) les éventuels cadavres découverts, l'observateur a noté leurs positions (coordonnées GPS, direction et distance par rapport au mât) et leurs états (degré de dégradation, type de blessure apparente...).

S'agissant la plupart du temps d'espèces protégées (tous les chiroptères, nombreux passereaux...), les cadavres seront laissés en place (cf. ci-dessous). Un contrôle des emplacements des cadavres sera assuré à chaque visite suivant afin de préciser le taux de persistance local.

Une estimation de la surface prospectée autour de chaque machine a été calculée à chaque visite afin d'interpréter correctement les résultats.

3.1.5. Estimation de la mortalité réelle à partir des données brutes

Des écarts importants peuvent exister entre la mortalité brute découverte lors du suivi et la mortalité réelle, aussi des modèles correctifs sont utilisés pour tenir compte des différents biais.

Le paramètre clé pour estimer la mortalité des chauves-souris et des oiseaux à partir de la recherche de cadavres est la **probabilité de détection (b)**, c'est-à-dire la probabilité qu'un animal tué soit retrouvé qui est fonction :

- **de la surface réellement contrôlée (a)**. La surface prospectée ne contient pas, en général, la totalité des cadavres tués par l'éolienne et parfois seule une portion de la surface est accessible (limite de la surface de prospection en culture dense, en zones boisées, etc.) ;
- **du taux de persistance des carcasses (p)**. En effet, la disparition des cadavres est plus ou moins rapide selon l'abondance des charognards, les disparitions pouvant avoir lieu dans la nuit même ou sur un nombre de jours plus ou moins long ;
- **de l'efficacité du chercheur (d, ou Pk dans certaines publications)**. La performance de l'observateur pour la découverte des cadavres peut varier selon les personnes (formation et

expérience) mais aussi selon la saison (hauteur de la végétation, présence des feuilles mortes, etc.).

Les estimations de cette probabilité de détection peuvent se faire selon plusieurs modèles d'extrapolation statistiques, chacun ayant des avantages et des inconvénients.

La manière apparemment la plus simple consiste, pour une aire prospectée totalement, à estimer cette probabilité de détection comme étant le produit de l'efficacité des enquêteurs et de la probabilité de disparition des cadavres ($b = p \cdot d$). C'était l'approche utilisée par la première méthode développée au début des années 90, mais elle ne tenait pas compte de la fréquence des passages (tendance à la surestimation de la mortalité ; Korner-Nievergelt et *al.*, 2011).

Une deuxième méthode, dite d'Erickson, a mieux pris en compte à partir de 2000 la fréquence des passages ainsi que la persistance des cadavres, mais elle sous-estimait légèrement la mortalité (sauf pour des temps de persistances longs ; Korner-Nievergelt et *al.*, 2011) comparativement aux différentes méthodes les plus modernes présentées ci-dessous (Jones, Huso et Korner).

En fait, **l'utilisation d'une relation exponentielle (Jones, Huso) ou d'une relation statistique complexe (Korner) rendent l'analyse plus fine** avec en particulier un poids plus important donné à la probabilité de disparition des cadavres. La formule de Korner-Nievergelt et *al.*, (2011) est en moyenne la méthode la plus fiable lorsque l'efficacité du chercheur et le taux d'enlèvement des cadavres par les prédateurs sont constants. Lorsque ces paramètres varient, les biais sont proches entre les différentes méthodes. Il n'existe à ce jour pas de modèle universel (Bernardino *et al.*, 2013). Par contre, **quelque-soit la méthode utilisée, les estimations sont sous-estimées pour des durées de persistances courtes et des intervalles de recherches supérieur à 7 jours** (Korner-Nievergelt et *al.*, 2011).

Les paragraphes suivants justifient les modes de calculs et les paramètres utilisés.

3.1.5.1. [Paramètres et biais pris en compte](#)

❖ *Ajustement de la surface réellement contrôlée (a)*

L'une des principales difficultés consiste à corriger les données en fonction de la surface réellement prospectée par rapport à la surface théorique du protocole. Ces différences sont liées en général à la topographie et/ou à la densité de la végétation. **Le coefficient de correction surfacique renseigne alors sur le pourcentage de cadavres non relevés par l'observateur.** Deux facteurs rendent difficiles l'appréciation :

- plus la surface réellement prospectée est petite, plus la marge d'erreur est grande ;
- la répartition spatiale des carcasses influe sur les calculs : de manière courante, plus l'on s'éloigne du mât, plus la densité en cadavres diminue (Strickland).

En général, on ajuste les estimations de mortalité totale par une simple relation de proportionnalité entre la surface prospectée sur la surface prospectable en théorie d'un disque d'un rayon de 50 m autour de la base de l'éolienne.

Cette formule repose sur le fait que la distribution des cadavres est homogène dans l'espace et ne tient pas donc pas compte de la distribution réelle des cadavres sur le terrain. Huso *et al.* (2010) ont estimé que cela conduit probablement à une surestimation de la mortalité (Huso *et al.* 2010).

Une autre formule développée par Arnett et al. (2005) tient compte de la proportion des surfaces inspectées par rayon et de la répartition spatiale des cadavres. Elle s'exprime de la façon suivante :

$$A = \frac{\sum_{k'=1}^7 \frac{C_{k'}}{P_{k'} S_{k'}}}{\sum_{k'=1}^7 \frac{C_{k'}}{P_{k'}}$$

Avec :

Sk : la proportion du cercle concentrique k prospecté

Ck : le nombre de cadavres comptés sur le cercle concentrique k

Pk : la probabilité de détection, ou efficacité de l'observateur (ici notée d)

La valeur minimale de A est 1 (prospection complète et homogène) et son maximum est défini par la partie supérieure de la formule (la somme de Ck / (Pk * Sk)).

Ainsi, ce coefficient de correction (A ou a) est toujours une valeur supérieure à 1 et est appliqué en dénominateur conformément aux formules développées par Jones (2009) et Huso (2010). Bien que cette valeur soit positive, elle est intégrée aux autres coefficients correcteurs, ce qui donne une valeur globale comprise entre 0 et 1 en dénominateur et permet ainsi logiquement de corriger à la hausse le nombre de cadavres estimés (on ne peut pas avoir moins de cadavres estimés que découverts).

Afin d'obtenir une fourchette, et sachant que la distribution des cadavres est globalement répartie de manière homogène, cette étude utilisera les deux formules :

- **Simple proportionnalité pour le seuil haut des estimations,**
- **Formule d'Arnett pour le seuil bas des estimations.**

❖ *Taux de persistance journalière des cadavres (p)*

Comme vu précédemment, le taux de persistance des cadavres est une donnée fondamentale. La durée de persistance des carcasses en jours dépend à la fois de la pression de prédation locale et de la capacité de dégradation in situ des animaux morts. Une partie des chauves-souris et des oiseaux tués par les éoliennes disparaît avant qu'elle ne puisse être découverte dans le cadre des prospections. En effet, des charognards (mammifères, oiseaux, insectes) peuvent dévorer, enterrer ou déplacer les carcasses.

Le taux d'enlèvement équivaut à la proportion de dépouilles qui demeurent durant l'intervalle compris entre deux recherches (Cornut et Vincent, 2010). Des tests de disparition de cadavres peuvent ainsi être effectués sur le terrain et d'après les recommandations d'Eurobats (Rodrigues et al., 2014), il faudrait procéder à des tests au moins 4 fois par an pour tenir compte des variations de hauteur de

végétation dans la zone contrôlée. Idéalement, chaque test dure 10 jours consécutifs². **Dans le cadre de cette étude et en raison de l'enjeu limité sur le site, d'un nombre de passages non négligeable (n = 16), les tests en tant que tels n'ont pas été effectués, et des valeurs utilisées sur des parcs similaires à proximité seront utilisées pour les calculs.**

En 2011, Niermann *et al.* ont réalisé ces tests avec des souris de laboratoires de couleur foncée qu'ils ont disposées au sol avec des gants pour éliminer toute odeur humaine pouvant s'avérer répulsive pour les renards ou les sangliers. [...] Ils ont ainsi estimé un taux d'enlèvement de 0,79, c'est-à-dire qu'après 24 h, 7,9 cadavres sur 10 ont été retrouvés en moyenne au pied des éoliennes.

Par ailleurs, il faut rappeler que, dans ce type d'étude, **la date réelle de la mort des individus n'est pas connue**, ce qui a pour objet de minimiser la valeur. Une chauve-souris tuée au cours de la nuit N, découverte au jour J et non retrouvée à N+3,5 jours, peut avoir disparu à la nuit N+1, N+2 ou N+3. C'est pourquoi, sur la base de l'état de fraîcheur des cadavres trouvés sur le parc, cette date a pu être avancée de quelques jours maximum.

Il existe **une grande variabilité de persistance des carcasses** dans le temps et dans l'espace. En effet, celui-ci change selon les sites en raison des différences de comportement ou de densité des charognards, de la température et de l'humidité. À titre indicatif, en Allemagne, Niermann *et al.* (2011) ont annoncé que le taux de persistance variait de 1,3 à 24,5 jours pour une valeur moyenne de 4,2 jours. En fonction des périodes, ce taux peut atteindre une valeur nulle ou très petite c'est-à-dire que les cadavres disparaissent très rapidement. Santos *et al.* (2011) démontrent que **les temps de persistance sont très faibles en Europe notamment pour les chiroptères et les petits oiseaux**, avec une probabilité de disparition très élevée dans les 2 premiers jours par rapport à d'autres groupes d'animaux.

❖ *Efficacité de l'observateur (d, ou Pk)*

Toutes les méthodes utilisent le facteur *d*, c'est-à-dire le taux de détection (ou d'efficacité) par l'enquêteur. L'efficacité de recherche décrit la proportion de cadavres retrouvés après la prospection. Elle varie en fonction de la personne (Niermann *et al.*, 2011) et surtout du couvert végétal (Rodrigues *et al.*, 2014).

Pour évaluer le taux d'efficacité, il convient habituellement de réaliser des tests de détectabilité. Ils sont effectués en fonction de classes de végétation définies par la combinaison de la hauteur de végétation, de la visibilité du site et de la topographie (Rodrigues *et al.*, 2014). Le principe est de dissimuler des cadavres et de compter le nombre de leurres retrouvés par l'enquêteur testé qui effectue sa prospection comme lors d'une recherche normale.

² Dans l'idéal, des cadavres de chauves-souris ou de petits passereaux préalablement décongelés devraient être utilisés. Pour des raisons juridiques (dérogation, espèces protégées), de commodité et d'approvisionnement, ils sont couramment remplacés par des poussins d'un jour ou des rongeurs de couleur sombre.

Sur le parc étudié, la proportion de chaque type de culture a été notée lors de chaque passage et associée à un niveau de visibilité. Considérant que l'efficacité de l'enquêteur ne variait pas dans le temps mais uniquement selon la visibilité au sol, 3 classes de couvertures végétales ont été retenues : visibilité nulle, moyenne, bonne.

Pour ce suivi en particulier, nous avons utilisé des taux d'efficacité connus pour des types d'habitats similaires issus d'autres suivis équivalents effectués par le même observateur. Il en ressort **un taux d'efficacité (ou de détection) de 0,9 par visibilité dite « bonne », 0,6 par visibilité dite « moyenne »**. Lorsque la visibilité est nulle (parcelle impraticable par exemple, le taux appliqué est de 0). **Le taux moyen est de 0,8.**

Pour chaque éolienne, une valeur moyenne sera calculée au prorata des surfaces de chaque classe et par période d'inventaire.

3.1.5.2. Modèles statistiques

❖ *Modèle de Jones (2009)*

La méthode proposée par Jones et al. (2009), pour estimer la mortalité repose sur plusieurs hypothèses :

- le taux de mortalité est considéré comme globalement constant sur l'intervalle de recherche ;
- la durée de persistance d'un cadavre suit une variable exponentielle négative, le taux de persistance étant calculé ainsi (T_m = durée moyenne de persistance en jours) : $p = e^{-0.5 \times I/T_m}$
- la probabilité de disparition moyenne sur l'intervalle entier (quand des animaux peuvent aussi bien être impactés et mourir au début ou à la fin de l'intervalle) peut être approximée par la probabilité de disparition à la moitié de l'intervalle.

La formule pour calculer le nombre de cadavres estimé est la suivante :

$$N = \frac{C}{a \times d \times \hat{e} \times e^{(-0.5 \times I/T_m)}}$$

Avec :

C : nombre de cadavres trouvés

a : coefficient de correction surfacique (cf. 3.1.5.1)

d : efficacité de l'observateur (cf. 3.1.5.1)

t_m = durée moyenne de persistance en jours

I : Intervalle moyen entre deux visites

\hat{I} : Intervalle effectif moyen

\hat{e} : coefficient correcteur moyen de l'intervalle équivalent à

$$\frac{\text{Min}(I;\hat{I})}{I}$$

Jones utilise la notion d' « intervalle effectif » pour calculer le coefficient correcteur \hat{e} qui correspond au rapport entre la durée avant que 99 % des cadavres soient prédatés/déplacés et la durée de l'intervalle. Il est en effet logique que plus l'intervalle est long, plus le taux de persistance s'approche de 0. L'intervalle effectif correspond ainsi à la durée pour laquelle le taux de persistance est égal à 1 % (100 – 99 %).

L'intervalle effectif moyen, \hat{I} est donc égal à : $-\log(0,01) \times tm$. Dans le calcul, I prend la valeur minimale entre I et \hat{I} , notée \hat{e} .

❖ *Modèle de Huso (2010)*

Huso *et al.*, (2010) considère également une mortalité globalement constante mais dans son approche la probabilité de disparition au milieu de l'intervalle de passage n'est pas égale à la probabilité moyenne de persistance d'un cadavre. La formule est donc différente. Néanmoins, les travaux de Huso sont basés sur des données américaines où les taux de persistance moyens seraient plus élevés qu'en Europe (Korner *et al.*, 2011). Les biais sont donc plus importants pour cette approche lorsque les durées de persistance sont courtes (Bernardino *et al.*, 2013).

Le taux de persistance, plus élevé, est donné comme $p = \frac{tm \times (1 - e^{-I/tm})}{I}$ suit :

D'où la formule :

$$N = \frac{C}{a \times d \times \frac{tm \times (1 - e^{-I/tm})}{I} \times \hat{e}}$$

Avec :

C : nombre de cadavres trouvés

a : coefficient de correction surfacique (cf. 3.1.5.1)

d : efficacité de l'observateur (cf. 3.1.5.1)

tm = durée moyenne de persistance en jours

I : Intervalle moyen entre deux visites

\hat{I} : Intervalle effectif moyen

\hat{e} : Le coefficient correcteur moyen de l'intervalle équivalent à $\frac{\text{Min}(I; \hat{I})}{I}$

Une nouvelle méthode développée par des statisticiens, bientôt disponible sur le Web sous forme de logiciel³, permet d'effectuer le calcul de la mortalité réelle. Celle-ci tient compte de l'estimateur de Huso et d'autres facteurs de correction élaborés par Bispo *et al.* en 2010.

³ <http://pubs.usgs.gov/ds/729/>

❖ *Modèle de Korner-Nievergelt (2011)*

Le protocole proposé par Korner-Nievergelt et *al.* (2011) est basé sur une formule adaptée à des efficacités de l'enquêteur différentes ou à différents taux de persistance des carcasses. En outre, la formule prend en compte les intervalles entre les recherches et la durée de la période de contrôle. Ce modèle, compliqué à mettre en œuvre notamment pour le calcul du p (Korner) à 24h, et donnant des résultats peu différents en moyenne des modèles de Jones et Huso ne sera pas retenu pour les estimations.

$$b = \frac{d \left(p \frac{1-p^I}{1-p} \right) \left(\sum_{i=0}^{n-1} (n-i) ((1-d)p^I)^i \right)}{n I}$$

Avec :

b : la probabilité qu'une victime tuée pendant la période i soit trouvée

n : le nombre de passages pendant l'étude

d : efficacité de l'observateur (cf. 3.1.5.1)

p : taux de persistance journalière des cadavres (cf. 3.1.5.1)

Le nombre de victimes de collision peut donc être calculé à partir de la probabilité de découverte (b), le pourcentage de surface contrôlée (a) et le nombre de cadavres trouvés (C) grâce à la formule :

$$N = C/(b*a)$$

Pour cette étude, les modèles statistiques utilisés sont ceux développés par Jones et Huso.

3.1.5.1. [EolApp \(Besnard & Bernard, 2018\)](#)

Les différents modèles de calculs présentés ci-dessus ont été exploités avec une application web Shiny (**EolApp**) faisant tourner un script R sur le serveur. L'ensemble du code est dans le langage R, très utilisé aujourd'hui du fait de son caractère gratuit. Les applications ont été programmées par [AURELIEN BESNARD ET CYRIL BERNARD](#), chercheurs du Centre d'Écologie Fonctionnelle et Évolutive (UMR5175 Centre d'Écologie Fonctionnelle et Évolutive, Montpellier). L'utilisation de cette application permet notamment d'éviter les éventuelles erreurs d'applications des formules.

Cette application permet d'obtenir **une médiane et les intervalles de confiance à 80 % et 95 % des estimations de mortalité** obtenues, conformément aux demandes du protocole national de 2018. En effet, le calcul de la mortalité à l'aide des différentes formules issues de la littérature et proposées par le Ministère, sont de fait des estimations. Ce calcul repose sur des processus d'échantillonnage multiples. Par exemple, la répartition des mortalités dans le temps est en soit un processus aléatoire. Les passages répétés dans le temps sous les éoliennes correspondent à un processus d'échantillonnage. La persistance et la détection des cadavres lors de la mise en place de cadavres reposent aussi sur des processus aléatoires. De fait, une incertitude sur les estimations doit être quantifiée et précisée en même temps que les résultats des calculs.

Les calculs reposent donc sur les données existantes relevées sur le terrain. Ils se basent sur un protocole standardisé, à savoir un nombre de visites défini sur une ou plusieurs éoliennes, séparés par des pas de temps identiques, visites pendant lesquelles les cadavres sont recherchés. Elle utilise aussi les données issues de l'expérimentation utilisée pour estimer la persistance ainsi que la détection.

Les trois modèles présentés dans le cadre de cette étude et calculé par l'application EolApp seront les modèles d'Erickson, Huso et Jones et l'intervalle de confiance utilisé sera de 80 % (bornes inférieure à 10 % et supérieure 90 %).

3.2. Suivi acoustique en nacelle

En parallèle des suivis de fréquentation au sol, un suivi d'activité automatisé en altitude a été mené sur la période d'activité des chauves-souris afin d'identifier les paramètres météorologiques et phénologiques favorables à une plus forte activité chiroptérologique sur le site. Le suivi acoustique continu depuis la nacelle d'une éolienne est la méthode la plus appropriée pour évaluer les risques de mortalité par collision car elle permet d'enregistrer l'activité à hauteur de pales, soit la zone à risque véritable pour les chauves-souris.

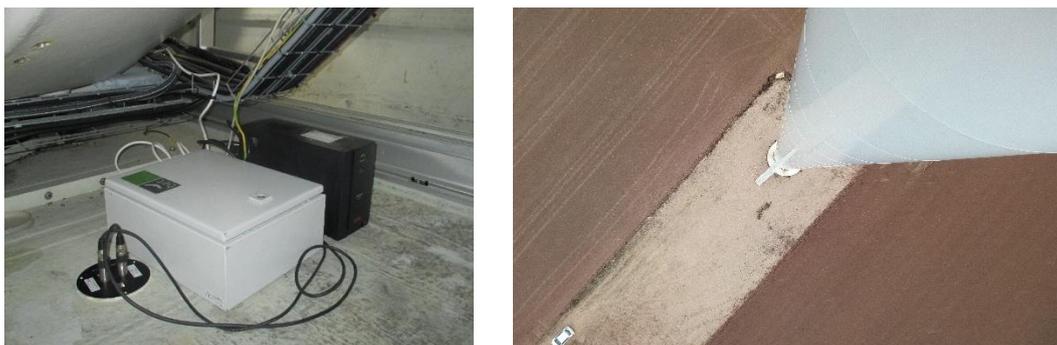


Photo 3 – Éolienne E1 qui a été équipée avec un Batmode S+ et vue de la plateforme depuis le trou où est placé le micro

Du 4 avril au 19 novembre 2018, l'éolienne E1 a été équipé avec un **Batmode S+ de Bioacoustics technology GmbH™**. Cet appareil a enregistré les ultrasons au format WAV non compressé avec le micro de haute qualité « Ultrasound gate » d'Avisoft Bioacoustics™ et permet la connexion et le contrôle à distance de plusieurs manières (accès via internet, réseau mobile, Wifi). Les données recueillies ont ainsi permis d'apprécier le peuplement chiroptérologique présent sur le site sur plus de 7 mois consécutifs.

Ce détecteur-enregistreur automatique permet de capter dans toute la bande d'émission des chauves-souris. Dès qu'un ultrason est détecté, il est automatiquement enregistré. Les sonagrammes sont ensuite analysés par des experts à l'aide de logiciels de mesures de paramètres (AnalogW 4 ou Batsound 4), et non avec des systèmes d'identification automatique car ces derniers peuvent facilement induire en erreur malgré des avancées récentes pour certaines espèces⁴. En effet, ils ont souvent des problèmes de discrimination des signaux de chauves-souris par rapport aux bruits et des banques sons de référence incomplètes, et donc manquent de précision dans la détermination des espèces et avec des risques d'erreurs importants. En outre, AnalogW 4 permet de quantifier l'activité des chauves-souris en un point donné.

⁴ www.plume-de-naturalistes.fr/wp-content/uploads/2018/11/08_JAY_10-2018_Identification-chiropteres-SonoChiro_Plume2_99-118.pdf

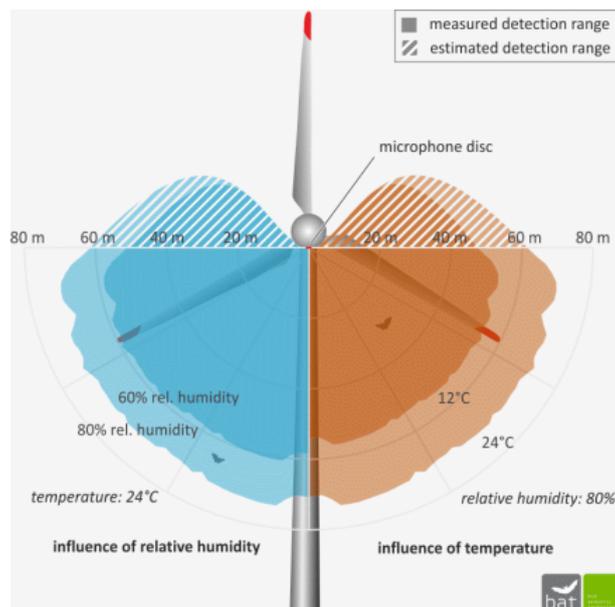


Figure 1 – Schéma présentant les volumes de détection du micro « Ultrasoundgate » d'Avisoft Bioacoustics™ selon les conditions de température et d'humidité. Les couleurs foncées correspondent à la détection d'espèces émettant dans les 40 kHz (pipistrelles), tandis que les couleurs plus claires correspondent à la détection d'espèces émettant dans les 20 kHz (noctules, sérotines).

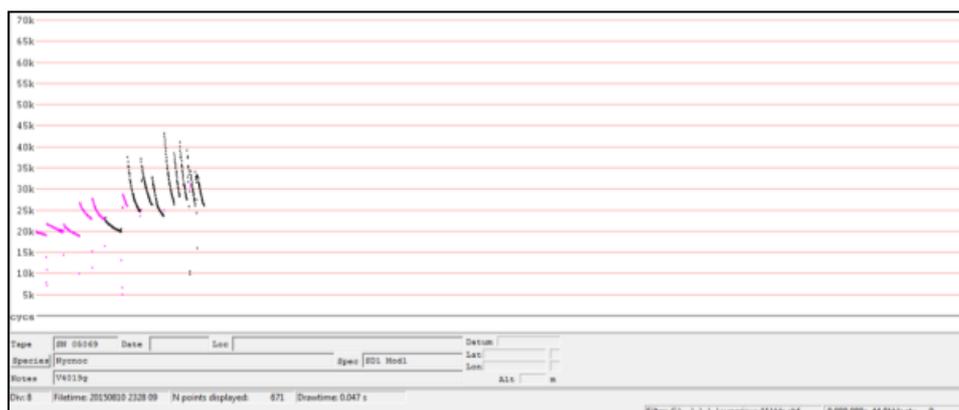


Figure 2 - Séquence caractéristique sans bruit parasite de Noctule commune sous le logiciel Analook 4™

Simultanément aux enregistrements ultrasonores, les équipements intégrés de l'éolienne ont permis d'enregistrer les données météorologiques à hauteur de nacelle, telles que les vitesses de vent et la température. Celles-ci ont été utilisées dans les analyses de corrélation avec les activités afin de déterminer des paramètres de bridage visant à protéger les chauves-souris volant dans la zone de rotation des pales (100 m de diamètre).

Les résultats en nombre de contacts par nuit sont ensuite évalués en fonction du **référentiel des suivis d'activité sur nacelle d'Ecosphère**. Il est constitué d'une compilation de résultats recueillis sur 554 nuits et 14 éoliennes réparties sur 6 parcs différents dans la moitié nord de la France (2014-17).

Il est important de rappeler que l'utilisation du détecteur d'ultrasons offre des résultats qui sont à relativiser en fonction des distances de détectabilité et des milieux dans lesquels évoluent les différentes espèces concernées. Par exemple, les probabilités de détection d'une Noctule commune, dont les émissions ultrasonores portent à plus de 100 mètres en milieu ouvert, sont bien plus élevées que celles d'un Petit Rhinolophe, dont les émissions ultrasonores sont audibles à 5 mètres maximum. De même, un Murin de Natterer pourra être détecté à environ 20 mètres en milieu ouvert, alors qu'il ne pourra l'être qu'à moins de 5 m en milieu fermé (feuillage). Enfin, il faut savoir que les chiroptères et tout particulièrement les murins font varier la nature et la structure de leurs émissions ultrasonores en fonction de la distance par rapport aux obstacles et que, dans certains cas, ils adoptent des signaux très semblables, rendant impossible toute discrimination spécifique.

Ainsi, des **associations d'espèces** ont pu être constituées lorsque l'analyse des signaux n'a pu déboucher sur une identification spécifique :

- « **Sérotule** » pour la Sérotine commune et les Noctules commune et de Leisler : ces trois espèces émettent des émissions sonores régulièrement similaires entre 20 et 30 kHz et sont, par conséquent, difficiles à discriminer. La Noctule commune a pu être identifiée uniquement lorsque la séquence de signaux enregistrés présentait au moins une émission en « quasi fréquence constante⁵ » (QFC) dont la fréquence terminale était inférieure à 20,5 kHz. Les séquences de cris émises entre 22 et 30 kHz et présentant une alternance de cris en QFC avec une fréquence du maximum d'énergie > 21 kHz et en « fréquence modulée aplanie⁶ » (FMA) avec une amorce explosive ont été attribuées à la Noctule de Leisler. Pour certains cas, le terme « **Noctule indéterminée** » a été employé à cause d'un trop grand chevauchement des mesures. Quant à la Sérotine commune, sa présence est envisagée lorsque les séquences présentent les caractéristiques suivantes : émissions entre 22 et 30 kHz, irrégularité temporelle des signaux de type FMA, amorce progressive et absence de QFC. En dehors de ces cas, la « Sérotule » a été annoncée ;
- « **Pipistrelle de Kuhl/Nathusius** » et « **Pipistrelle commune/de Nathusius** », associée aux Pipistrelles commune, de Kuhl et de Nathusius, correspondent aux individus émettant des cris en fréquence modulée compris entre 35 et 44 kHz. Seules les séquences présentant des cris sociaux (servant à discriminer les pipistrelles) et/ou des signaux de type QFC dont la fréquence terminale était comprise entre 38,5 kHz et 41 kHz (cas de la Pipistrelle de Nathusius) ont généralement permis une distinction des trois espèces. Les signaux QFC compris entre 39 et 41 kHz étaient attribués à la Pipistrelle de Nathusius s'ils étaient alternés avec des séquences de signaux en fréquence modulée aplanie qui sont caractéristiques de séquences de chasse.

⁵ Quasi fréquence constante (QFC) : qualifie un signal de chauve-souris dont la différence entre la fréquence du début et de la fin est inférieure à 5 kHz. Ce type de cri a généralement une durée comprise entre 8 et 25 millisecondes.

⁶ Fréquence modulée aplanie (FMA) : qualifie un signal de chauve-souris dont la différence entre la fréquence du début et de la fin est supérieure à 5 kHz et qui présente un aplatissement en fin de signal (se rapprochant ainsi de la QFC). Ce type de cri a généralement une durée comprise entre 0,1 et 8 millisecondes.

Autrement, une confusion était possible avec des signaux appartenant à la Pipistrelle commune. Quelques signaux de ce type ont été identifiés à partir des enregistrements obtenus sur les points d'écoute fixes. La présence de la Pipistrelle de Nathusius a donc pu être confirmée ;

Les autres espèces de bas vol comme les murins, rhinolophes et oreillards n'ont pas été contactés par ces suivis en altitude.

On ajoutera enfin que **l'identification des chauves-souris par l'acoustique est encore en développement**. Les méthodes de détermination sont récentes et reposent pour certains groupes (les murins en particulier) sur des probabilités. Une des méthodes les plus robustes en Europe a été définie par Michel Barataud et repose partiellement sur des éléments subtils liés à l'écoute. Une typologie des types de signaux acoustiques a été produite mais les limites atteintes par chaque espèce font encore l'objet de découvertes régulières, qui remettent parfois en question la méthodologie d'identification. Les méthodes d'identification automatique en sont quant à elles à leurs balbutiements et leur fiabilité est faible (risques d'erreurs non négligeables). Elles n'ont pas été utilisées dans le cadre de cette étude.

Malgré ces limites cette étude permet de bien comprendre les modalités d'utilisation du site par ces espèces, qualifier la diversité du peuplement chiroptérologique.

3.3. Suivi de fréquentation des oiseaux

3.3.1. Méthode de terrain

Le suivi de fréquentation avifaunistique est composé de **18 passages mutualisés avec les suivis de la mortalité (ou dédiés spécifiquement aux oiseaux pour 5 d'entre eux), et répartis sur l'année de la manière suivante :**

- **1^{ère} période liée à l'hivernage** : 2 passages en décembre 2017 et janvier 2018 ;
- **2^{ème} période liée à la migration prénuptiale et aux nicheurs précoces** : 3 passages en mars et avril 2018 ;
- **3^{ème} période liée à la nidification des oiseaux et aux migrateurs tardifs** : 5 passages entre mai et juillet 2018 ;
- **4^{ème} période liée à la dispersion des juvéniles puis à la migration postnuptiale** : 8 passages entre juillet et octobre 2018.

Le détail des dates de prospection et les conditions météorologiques associées sont présentés en annexe 2.

En période reproduction, les passages visaient à définir les cortèges d'oiseaux nicheurs sur les parcs éoliens et aux abords (bosquets, haies...), à localiser dans la mesure du possible les nids des espèces sensibles (Faucon crécerelle, Buse variable) ou à enjeu (Busards, Œdicnème criard), et à définir des zones de repos ou des territoires de chasse préférentiels pour ces mêmes espèces.

Ainsi, l'étude a permis de :

- dénombrer et localiser, de façon la plus exhaustive possible, **les territoires et nids d'espèces constituant un enjeu écologique (busards...)** ;
- quantifier, par une approche semi-quantitative (point d'écoute), les **couples nicheurs d'espèces d'intérêt patrimonial et/ou reconnues comme sensibles à l'implantation d'éoliennes**.

Des méthodes de recensement par itinéraire-échantillon et points d'écoute ont été adaptées aux sites et aux espèces susceptibles d'être présentes :

- pour la majorité des oiseaux des parcelles agricoles : le parc a été parcouru à pied et en véhicule (méthode de l'itinéraire-échantillon) en vue de contacter toutes les espèces à vue ou à l'ouïe. En complément, des points d'écoute ponctuels non standardisés ont permis le cas échéant d'améliorer le recensement dans certaines zones ;
- pour les oiseaux des bosquets : des écoutes matinales ont été effectuées en lisière des bosquets afin de réaliser un inventaire exhaustif des espèces nicheuses ;
- pour l'Œdicnème criard : une recherche diurne des parcelles favorables à l'accueil de l'espèce (cultures tardives, friches) a été pratiquée. La repasse (diffusion du chant de l'espèce pour obtenir une réaction) n'a pas été utilisée au vu de son caractère perturbateur.

Les points d'écoute correspondent à des arrêts de durées variables dans les milieux d'intérêts (friches, boisements, bordure de haies, etc.) de manière à s'astreindre à l'écoute des chants. L'objectif de cette méthode, en complément des itinéraires-échantillons, est de **viser l'exhaustivité du nombre d'espèces** et non du nombre de couples nicheurs de chaque espèce, sauf pour celles présentant un enjeu.

Les espèces migratrices et les éventuels couloirs de migration, ainsi que les espèces hivernantes, ont été étudiés de deux manières sur le terrain :

- la principale méthode est l'observation depuis **un point d'observation fixe**. Le contexte local agricole a permis d'observer sur de larges secteurs. Ces points d'écoute sont situés à proximité des éoliennes afin de pouvoir observer le comportement et la hauteur de vol des différentes espèces à l'approche du parc ;
- une méthode secondaire pour ce type d'étude consiste à effectuer **des itinéraires au travers des sites** afin de recenser les espèces stationnant au sein des cultures, dans les haies et bosquets, etc. Les espèces connues pour éviter l'environnement proche des éoliennes (Pluvier doré, Vanneau huppé...) ont été recherchées en particulier. Les stationnements ont fait l'objet d'un dénombrement le plus exhaustif possible et les éventuels regroupements postnuptiaux d'Œdicnème criard ont été recherchés. Ces espèces étant généralement posées au sol, il n'y a pas eu lieu de noter les comportements de vol.

3.3.2. Limites liées au suivi de fréquentation ornithologique

Selon les années, certains événements exceptionnels (tempête, vents d'est, longues périodes de neige/gel, etc. en différentes régions et pays traversés) peuvent modifier sensiblement les flux migratoires et provoquer le stationnement d'oiseaux sur des zones inhabituelles. Rappelons également qu'**une grande majorité des espèces sont des migrateurs nocturnes et que les observations diurnes ne représenteraient qu'environ un tiers des migrateurs sur un site donné** (Zucca, 2015).

L'étude de ces phénomènes repose donc sur la recherche des espèces les plus sensibles à l'éolien, en particulier les espèces à plus grand gabarit (rapaces, pigeons, ardéidés, anatidés, limicoles, etc.) facilement repérables à partir de points d'observations fixes réalisés à des endroits précis (points hauts avec vue dégagée sur l'ensemble du site d'étude et les environs). Pour les autres espèces (passereaux de petite taille), de nombreux oiseaux échappent à l'observateur et les effectifs recensés lors des journées de migration sont nettement sous-estimés. En effet, ces espèces sont surtout identifiées par leurs cris en vol à courte distance et ne sont pas identifiables à de plus longues distances. De plus, ils volent parfois haut dans le ciel et restent alors invisibles à l'œil de l'observateur (à contre-jour, sur fond de ciel bleu ou simplement à trop haute altitude).

Toutefois, une très grande majorité de ces espèces ne sont pas ou peu sensibles aux risques de collision et de perturbation (tels que la plupart des passereaux dont les populations sont très importantes – plusieurs millions d'individus).

Par conséquent, l'objectif est de caractériser les axes migratoires sur le site à travers les migrateurs les plus communs et détectables (alouettes, pinsons, etc. pour les passereaux ; milans, Buse variable, Grue cendrée, etc. pour les planeurs...).

3.4. Méthode d'évaluation des espèces fréquentant le parc

3.4.1. Évaluation de l'enjeu de conservation des espèces

Un enjeu de conservation est attribué principalement à partir des listes rouges régionales, nationales et européennes⁷ sur la base du tableau suivant.

Statut de menace/rareté		Niveau d'enjeu régional de l'espèce
CR	Espèce animale en danger critique d'extinction au niveau régional	Très fort
EN	Espèce animale en danger d'extinction au niveau régional	Fort
VU ⁸ NT et au moins R	Espèce animale vulnérable au niveau régional Espèce animale quasi-menacée et au moins rare au niveau régional	Assez fort
NT ⁹ LC mais au moins AR (voire AC)	Espèce animale quasi-menacée au niveau régional Espèce animale non menacée mais peu commune au niveau régional	Moyen
LC	Espèce animale non menacée, souvent assez commune à très commune, parfois assez rare ou rare	Faible

Pour les espèces présentes en période de reproduction, la liste rouge utilisée est la liste rouge régionale (des ajustements sont par ailleurs ponctuellement réalisés sur la base du niveau de rareté régional).

Pour les espèces migratrices et hivernantes, l'enjeu est d'abord évalué sur la base de la liste rouge européenne pour les oiseaux, et de la liste rouge nationale pour les chauves-souris car la liste rouge européenne est plus ancienne.

Les espèces à enjeu ou sensibles à l'éolien sont considérées comme telles, qu'elles soient protégées ou non (sachant que toutes les espèces de chauves-souris sont protégées au niveau national).

⁷ Protocole national, 2015, p 5 : « Le protocole national en vigueur à ce jour stipule que l'enjeu de conservation s'appuie sur les Listes Rouges préparées sur la base des principes édictés par l'UICN. La liste rouge est utilisée et complétée, au besoin, par une liste rouge régionale, si celle-ci existe. ». Par extrapolation, la Liste Rouge Européenne est également prise en compte pour l'analyse. Le protocole actualisé en 2018 ne revient quant à lui pas sur ces notions.

⁸ Certaines espèces vulnérables communes ou très communes peuvent voir leur enjeu abaissé au niveau moyen.

⁹ Certaines espèces quasi menacées communes ou très communes peuvent voir leur enjeu abaissé au niveau faible.

3.4.2. Evaluation de la sensibilité générale des espèces à l'éolien

Pour les oiseaux, les populations nicheuses et hivernantes en Europe sont relativement bien connues et les totaux ont été mis à jour par BirdLife International en 2015 (www.birdlife.org/datazone/species). **La sensibilité est donc définie comme le rapport entre le nombre de cas de collision connus et le nombre minimal de couples nicheurs en Europe.** On notera que c'est bien **l'Europe au sens biogéographique** qui est prise en compte dans l'estimation des tailles de populations. Les valeurs référencées dans le protocole national sont basées sur des estimations anciennes (2004) dans l'Europe des 27, qui exclut des états comme la Suisse, la Norvège ou la Russie (une partie des nicheurs de ces pays traversent annuellement la France).

Définition de la sensibilité à l'éolien chez les oiseaux

Quatre classes de sensibilité sont définies selon l'importance du nombre de collisions connues au regard des tailles de populations des espèces concernées :

Tableau 4 : Hiérarchisation des niveaux de sensibilité générale des oiseaux au risque de collision

Classe	Sensibilité	Proportion des cas de collisions connus au regard des effectifs européens (BirdLife, 2015)	Exemples d'espèces d'oiseaux
4	Forte	Supérieure à 1 : les cas de mortalité représentent une proportion élevée et significative de leur population.	Milan royal, Pygargue à queue blanche, Vautour fauve
3	Assez forte	Comprise entre 0,1 et 1 : les cas de mortalité représentent une proportion significative de leur population, sans qu'elle ne soit très élevée. Ce sont généralement des espèces dont les tailles de populations sont peu importantes.	Milan noir, Faucon pèlerin, Balbuzard pêcheur, Circaète Jean-le-Blanc, Aigle botté, Faucon crécerelle
2	Moyenne	Comprise entre 0,01 et 0,1 : les cas de mortalité représentent une faible proportion de leur population. Ce sont : - soit des espèces communes avec de nombreux cas de collisions, - soit des espèces plus rares ou à répartition restreinte, mais dont les cas de collision restent peu nombreux. Dans ces deux cas, le maintien des populations n'est pas remis en question à l'échelle européenne.	Buse variable, Mouette rieuse, Canard colvert Busard des roseaux, Cedicnème criard, Grue cendrée
0 et 1	Faible à négligeable	Inférieure à 0,01 : les cas de mortalité représentent une proportion non significative de leur population. Ce sont : - soit des espèces abondantes dont les cas de collision peuvent être nombreux, mais restant anecdotiques à l'échelle des populations, - soit des espèces peu abondantes pour lesquelles les cas de collision sont occasionnels, - soit des espèces pour lesquelles aucun cas de collision n'est connu.	Martinet noir, Alouette des champs, Grive musicienne, Roitelet triple-bandeau Grand Cormoran, Chouette chevêche, Huppe fasciée, Torcol fourmilier Grande Aigrette, Grimpereau des jardins, Mésange huppée

Pour les chiroptères, les niveaux de population sont méconnus et seule l'abondance relative des espèces peut être localement ou régionalement estimée, sur la base des dénombrements en colonie et hivernage, ainsi que par l'activité acoustique. La sensibilité d'une espèce est donc simplement définie comme **la proportion du nombre de cas de collision connus en Europe rapporté aux collisions de toutes les espèces**.

Les sources de données sont celles d'Eurobats et celles de l'allemand Tobias Dürr du « Landesamt für Umwelt, Gesundheit und Verbraucherschutz Brandenburg » qui compile et publie régulièrement tous les rapports de mortalité par collision éolienne lui parvenant à l'échelle européenne (total cumulé depuis le début des suivis de mortalité en 2003). **La dernière mise à jour date de juin 2018 pour Eurobats et janvier 2019 pour T. Dürr**. C'est ainsi la valeur maximale par pays qui est prise en compte (pour éviter les comptes-doubles). On a ainsi un total maximal de **10 278 cadavres de chiroptères recensés dans toute l'Europe**.

Le principe est le suivant : **plus la proportion est élevée, plus les espèces concernées sont dites sensibles au risque de collision avec les éoliennes**. Néanmoins, ces taux de mortalité ont plus ou moins d'impact sur les espèces si l'on tient compte **des niveaux de populations dans chaque pays européen**. Les sensibilités de chaque espèce ainsi obtenue sont présentées dans l'encadré suivant.

Ces indices de base doivent néanmoins être comparés aux caractéristiques techniques des éoliennes, et en particulier la garde au sol. **Si celle-ci est particulièrement basse (environ 25 m), la sensibilité des espèces faible ou moyenne se voit augmenter d'un niveau**.

Définition de la sensibilité générale à l'éolien chez les chiroptères

Les classes de sensibilité sont indiquées dans le *Protocole de suivi environnemental des parcs éoliens (2015)*. Compte tenu du faible nombre d'espèces (par rapport aux oiseaux), on peut présenter les résultats pour les principales espèces de la région, classées selon le nombre de cadavres repérés en Europe (maximum entre Dürr janvier 2019 et Eurobats juin 2018).

Tableau 5 - Évaluation de la sensibilité générale des chauves-souris aux risques de collision

Espèce	Données de mortalité constatée (nb cadavres Europe/France 2019)	Pourcentage (total Europe 10 278 cadavres)	Sensibilité
Pipistrelle commune	2 308 / 979	22,4 %	Forte
Pipistrelle de Nathusius	1 545 / 260	14,8 %	Forte
Pipistrelle pygmée	432 / 176	4,2 %	Forte
(P. commune / pygmée)	480 / 40	5,1 %	Forte
Pipistrelle de Kuhl	463 / 219	4,6 %	Forte
(Pipistrelle sp.)	709 / 303	6,9 %	Forte
Vespère de Savi	337 / 57	3,6 %	Forte
Grande noctule	41 / 10	0,4 %	Forte
Noctule commune	1 490 / 104	14,3 %	Forte
Noctule de Leisler	693 / 153	6,7 %	Forte
Sérotine commune	113 / 29	1,1 %	Moyenne
Sérotine bicolore	208 / 11	2 %	Moyenne
Molosse de Cestoni	71 / 2	0,7 %	Moyenne
Minioptère de Schreibers	13 / 7	0,12 %	Moyenne
Grand Murin	7 / 3	< 0,1 %	Faible à négligeable
Murin de Daubenton	9 / 0	< 0,1 %	
Murin de Bechstein	1 / 1	< 0,1 %	
Murin de Brandt	2 / 0	< 0,1 %	
Murin à oreilles échancrées	3 / 2	< 0,1 %	
Murin à moustaches	5 / 1	< 0,1 %	
Murin de Natterer	2 / 0	< 0,1 %	
Barbastelle d'Europe	6 / 4	< 0,1 %	Faible à négligeable
Oreillard gris	9 / 0	< 0,1 %	
Oreillard roux	8 / 0	< 0,1 %	
Grand Rhinolophe	2 / 0	< 0,1 %	

* Cas particuliers : La Grande noctule, absente d'Allemagne, pourrait être sous-représentée. Le Murin des marais également car c'est une espèce très localisée autour des pays du Bénélux.

3.4.3. Cas particulier de l'évaluation de la portée de l'activité du parc sur les chauves-souris

La portée de l'impact correspond à l'ampleur de l'impact sur une composante les populations de chauves-souris locales ou européennes (impact cumulé) dans le temps et dans l'espace. Elle est d'autant plus forte que l'impact du projet s'inscrit dans la durée et concerne une proportion importante de la population locale de l'espèce concernée, ou du flux migratoire en altitude. D'une façon générale, elle dépend notamment de la durée, de la fréquence, de la réversibilité ou de l'irréversibilité de l'impact, de la période de survenue de cet impact, ainsi que du nombre d'individus ou de la surface impactée, en tenant compte des éventuels cumuls d'impacts.

Concernant l'éolien, les effets sont principalement par le choix des emplacements d'implantation par rapports aux habitats favorables (haies, lisières, boisements, milieux aquatiques) et aux axes/routes de vol/migration (perpendiculaire ou parallèle), les caractéristiques du modèle d'éolienne (hauteur de la nacelle, diamètre du rotor...), et les conditions de fonctionnement (période, plage horaire, paramètres météorologiques, bruits).

Trois niveaux de portée sont définis :

- ✓ Fort : lorsque l'activité de l'espèce concernée est au moins forte ou supérieure au quantile 75 % sur le point d'étude, ou lorsque la fonctionnalité écologique des populations locales ou de leurs habitats est impactée de façon importante.
- ✓ Moyen : lorsque l'activité de l'espèce concernée est moyenne ou compris entre les quantiles 25 et 75 % sur le point d'étude, ou lorsque la fonctionnalité écologique des populations locales ou de leurs habitats est impactée de façon modérée ou plus ou moins limitée.
- ✓ Faible : lorsque le nombre de contacts de l'espèce est faible ou non significatif ou inférieure au quantile 25 %, ou lorsque la fonctionnalité écologique des populations locales ou de leurs habitats est impactée de façon marginale (pas de destruction, perturbation localisé ou temporaire des gîtes et des routes de vol discontinues ou occasionnellement empruntées).

3.4.4. Évaluation des impacts

L'évaluation des impacts s'opère en deux étapes :

- 1) en croisant sensibilité et portée, on obtient d'abord l'intensité ;
- 2) en croisant l'enjeu des espèces avec cette intensité.

Tableau 6 - définition des niveaux d'intensité de l'effet négatif

Niveau de Portée de l'effet	Niveau de sensibilité		
	Fort à Assez forte	Moyen	Faible
Fort	Fort	Assez Fort	Moyen
Moyen	Assez Fort	Moyen	Faible
Faible	Moyen à Faible	Faible	Faible

Finalement, 6 niveaux d'impact ont été définis comme indiqué dans le tableau suivant :

Tableau 7 : définition des niveaux d'impacts

Intensité de l'effet	Niveau d'enjeu impacté				
	Très Fort	Fort	Assez Fort	Moyen	Faible
Forte	Très Fort	Fort	Assez Fort	Moyen	Faible
Assez forte	Fort	Assez Fort	Moyen	Moyen ou Faible	Faible
Moyenne	Assez Fort	Moyen	Moyen ou Faible	Faible	Négligeable
Faible	Moyen	Moyen ou Faible	Faible	Négligeable	Négligeable

3.5. Méthode de définition des impacts et des mesures de réduction adaptées au parc

La **vulnérabilité des espèces présentes**, les **activités enregistrées à hauteur de nacelle** et le **nombre de cadavres recensés sur le parc** permettent, *in fine*, d'aboutir à une **évaluation contextualisée des risques d'impacts** et la **définition de mesures de réduction** (arrêt programmé des éoliennes en périodes sensibles, modification de l'assolement...). L'arrêt programmé des machines (ou bridage) des éoliennes est la principale mesure de réduction de l'impact de collision des chauves-souris et des oiseaux.

Ce bridage doit être proportionné au niveau d'impact constaté (nombre de cadavres et vulnérabilité des espèces concernées) **et à la fréquentation du parc** (nombre de contacts enregistrés en altitude et vulnérabilité des espèces contactées). Il est défini principalement en fonction des périodes d'activité des espèces vulnérables (mois de l'année, heures de la nuit, vitesse du vent, température...).

4. RESULTATS

4.1. Suivi de mortalité

4.1.1. Résultats bruts

L'intégralité des données recueillies dans le cadre de ce suivi (espèce, sexe, âge, date de découverte, éolienne, distance au mât, coordonnées, découvreur, identificateur) est détaillée en annexe 4.

Sur les 12 éoliennes des parcs de Dammarie et de Francourville et dans un rayon de 50 m autour des mâts, un total de **8 cadavres** a été découvert, soit **4 chauves-souris et 4 oiseaux**. Un cadavre de Buse variable supplémentaire a été trouvé sous l'éolienne 6 du parc de Francourville, mais en dehors de la période de suivi de la mortalité (19 décembre 2017) et par conséquent hors du protocole mis en œuvre. Celui-ci ne sera pas pris en compte dans les calculs d'estimation de la mortalité.

A noter également l'observation d'un cadavre d'une jeune femelle de Busard Saint-Martin entre E2 et E3 du parc de Francourville le 1^{er} août 2018. Après inspection du cadavre, la collision avec les pales des éoliennes a été exclue (pas d'aile brisée, fracturée ou autre coup apparent). D'autres hypothèses sur la cause de la mort peuvent être envisagées (prédation, empoisonnement, braconnage...).

4.1.1.1. Répartition spatiale

Les cadavres découverts sont distribués de manière relativement homogène entre les éoliennes des deux parcs, avec 0 à 2 découvertes par éolienne pour l'ensemble de la période de suivi.

Cette homogénéité met en valeur des conditions locales elles aussi homogènes sur les parcs, avec une topographie et un contexte local similaires entre les différentes machines.

Tableau 8 : Répartition des cadavres découverts en 2018 (n = 6) entre les éoliennes du parc de Dammarie

Dammarie Éolienne n°	Surface prospectée (moyenne sur les 16 passages)	Nombre de cadavres découverts	chiroptères	oiseaux
1	73%	2	2	0
2	73%	1	0	1
3	52%	1	1	0
4	73%	2	0	2
5	73%	0	0	0
6	53%	0	0	0
TOTAL		6	3	3

Tableau 9 : Répartition des cadavres découverts en 2018 (n = 2) entre les éoliennes du parc de Francourville

Francourville Éolienne n°	Surface prospectée (moyenne sur les 16 passages)	Nombre de cadavres découverts	chiroptères	oiseaux
1	57%	0	0	0
2	57%	1	1	0
3	57%	0	0	0
4	59%	0	0	0
5	58%	1	0	1
6	57%	0	0	0
TOTAL		2	1	1

Par rapport à la distance au mât, il n'y a pas eu de cadavres d'oiseaux dans les dix premiers mètres mais plusieurs ont été découverts entre 10 et 50 m. Les cadavres de chiroptères, eux, n'ont été découverts qu'entre 30 et 50 m.

Tableau 10 : Répartition des cadavres découverts en 2018 sur le parc de Dammarie en fonction de la distance au mât (n = 6)

Dammarie - distance au mât	0-10 m	11-20 m	21-30 m	31-40 m	41-50 m
Nombre de cadavres découverts [CHIRO - OISEAU]	0 - 0	0 - 1	0 - 1	1 - 1	2 - 0
% cadavres observés	0%	17%	17%	33%	33%

Tableau 11 : Répartition des cadavres découverts en 2018 sur le parc de Francourville en fonction de la distance au mât (n = 2)

Francourville - distance au mât	0-10 m	11-20 m	21-30 m	31-40 m	41-50 m
Nombre de cadavres découverts [CHIRO - OISEAU]	0 - 0	0 - 0	0 - 0	1 - 1	0 - 0
% cadavres observés	0%	0%	0%	100%	0%

Ces éléments de distribution dans l'espace doivent être relativisés au vu de la faible quantité de données de mortalité relevés sur le terrain, ce qui limite l'étendue des analyses.

4.1.1.2. Répartition temporelle et espèces concernées

La mortalité n'est pas répartie de manière régulière au cours de la période de suivi comme le montrent les tableaux suivants.

Tableau 12 : Répartition temporelle de la mortalité (n= 6) sur le parc de Dammarie

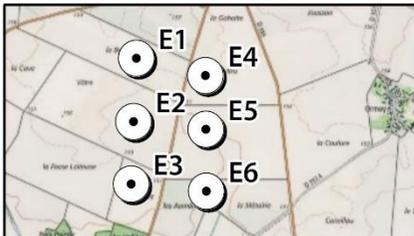
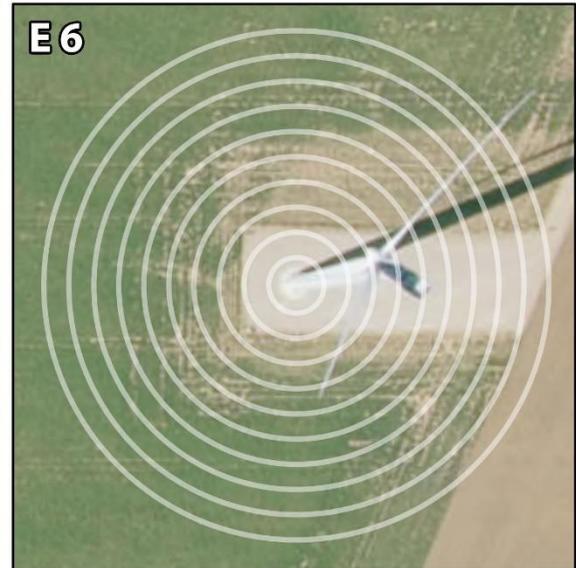
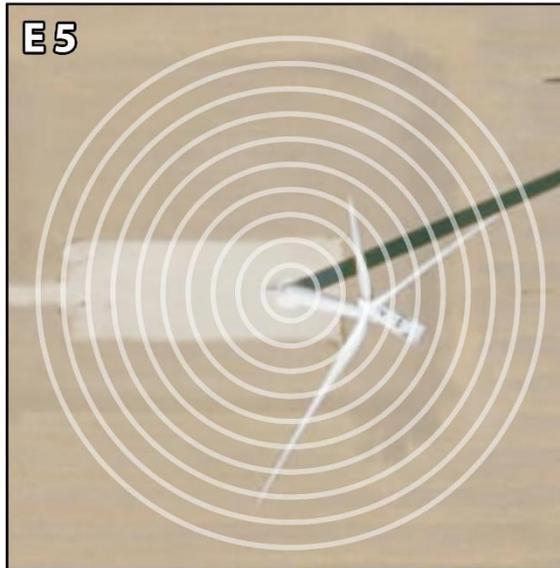
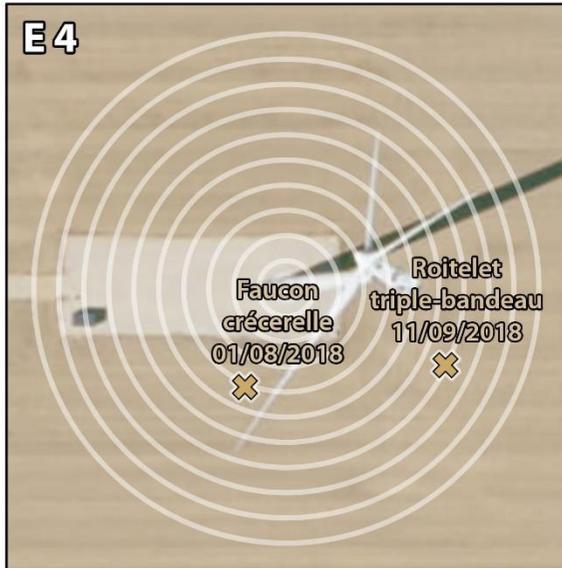
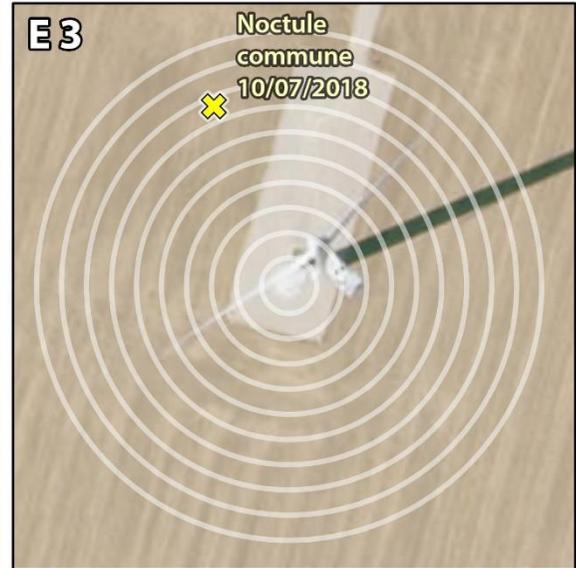
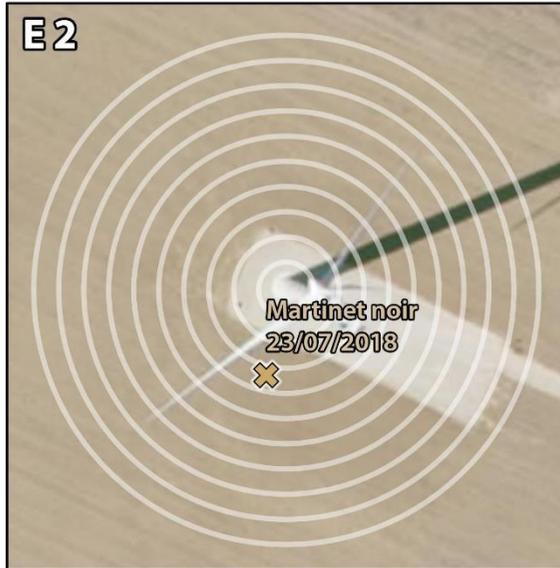
N° passage dédié à la recherche de cadavres	Date	Chiroptères (n=3)	Oiseaux (n=3)	Surface prospectée (moyenne des 6 éoliennes)
1	12/04/2018			15%
2	26/04/2018			
3	03/05/2018			
4	28/05/2018			
5	04/07/2018			
6	10/07/2018	Noctule commune		100%
7	17/07/2018	Pipistrelle commune (x2)		
8	23/07/2018		Martinet noir	
9	01/08/2018		Faucon crécerelle	
10	06/08/2018			
11	16/08/2018			
12	22/08/2018			72%
13	04/09/2018			
14	11/09/2018		Roitelet triple-bandeau	
15	18/09/2018			
16	24/09/2018			

Tableau 13 : Répartition temporelle de la mortalité (n= 2) sur le parc de Francourville

N° passage dédié à la recherche de cadavres	Date	Chiroptères (n= 1)	Oiseaux (n= 1)	Surface prospectée (moyenne des 6 éoliennes)
1	12/04/2018			15%
2	26/04/2018			
3	03/05/2018			
4	28/05/2018			
5	04/07/2018			
6	10/07/2018			
7	17-18/07/2018			
8	23/07/2018			100%
9	01/08/2018			
10	06/08/2018		Buse variable	
11	16-17/08/2018			
12	23/08/2018			
13	03/09/2018			
14	12/09/2018			
15	19/09/2018	Pipistrelle indéterminée		
16	25/09/2018			

L'ensemble des cadavres a été trouvé entre le 10 juillet et le 19 septembre 2018, avec une concentration plus marquée entre le 10 juillet et le 6 août.

On notera que la surface de prospection était beaucoup plus faible en début de suivi, ce qui limite de facto la découverte de cadavres.



● Eolienne

Cadavre

✕ Chiroptère

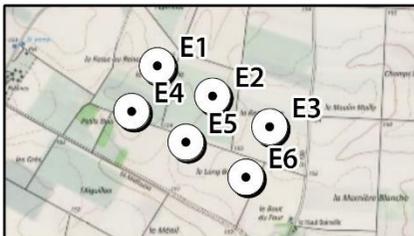
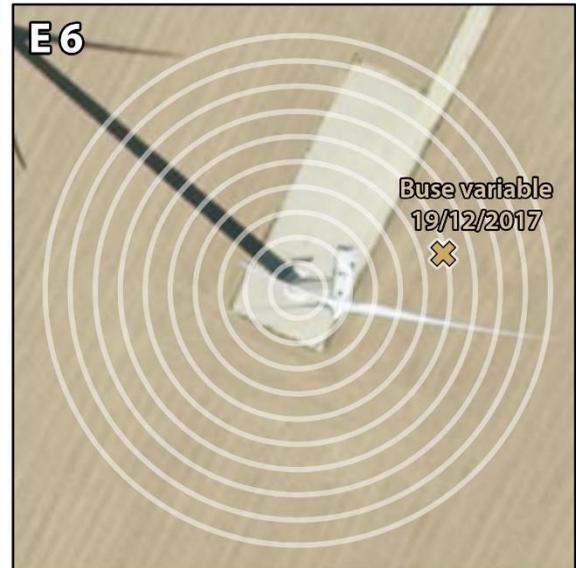
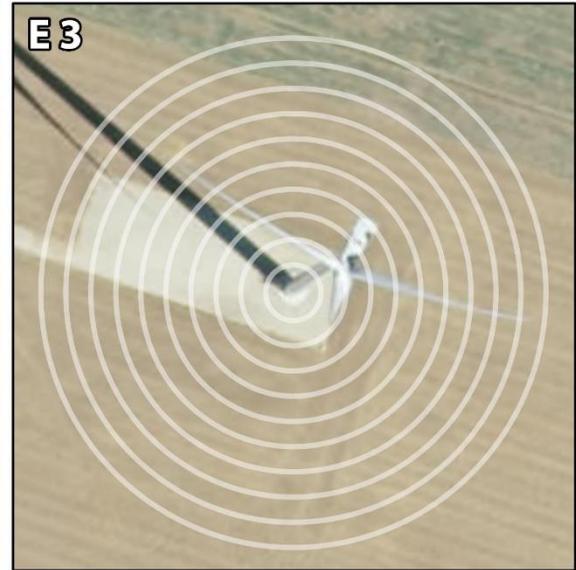
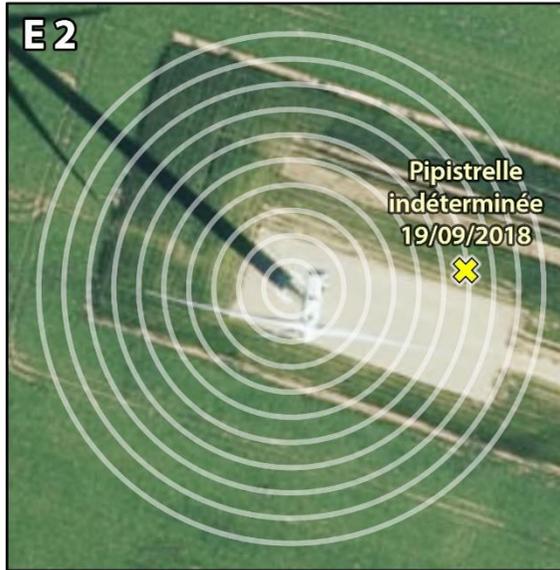
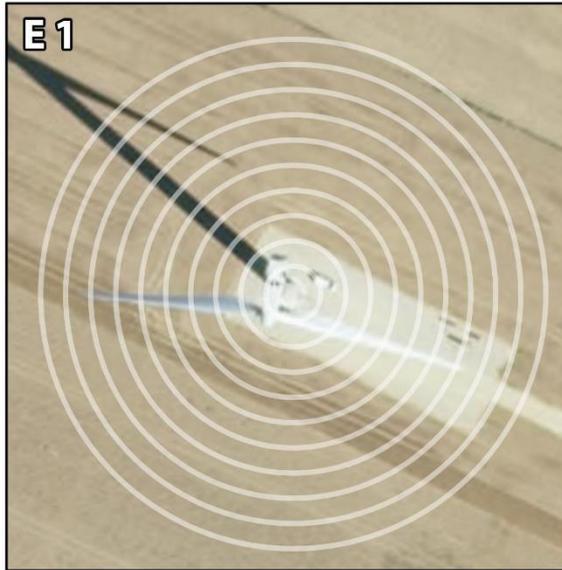
✕ Oiseau



0 500 1 000 Mètres

Ecosphère, EDP Renewables, 2018

Source : Ecosphère, Fond Scan25 - IGN © et Fond Orthophoto - IGN ©



● Eolienne

Cadavre

✕ Chiroptère

✕ Oiseau



0 500 1 000 Mètres

Ecosphère, EDP Renewables, 2018

Source : Ecosphère, Fond Scan25 - IGN © et Fond Orthophoto - IGN ©

4.1.2. Variables servant à l'estimation de la mortalité réelle

4.1.2.1. Persistance des cadavres (variable p)

SANTOS & *al.* (2011) démontrent que les temps de persistance sont très faibles en Europe notamment pour les chiroptères et les petits oiseaux, avec une probabilité de disparition très élevée dans les 2 premiers jours par rapport à d'autres groupes d'animaux. En Allemagne, Niermann *et al.* (2011) ont annoncé que le taux de persistance variait **de 1,3 à 24,5 jours pour une valeur moyenne de 4,2 jours**.

Les tests de persistance n'ont pas été réalisés lors de ce suivi de la mortalité. De fait, des valeurs moyennes calculées dans des habitats similaires sont utilisées dans le cas présent.

Il a été décidé de considérer des valeurs de T_m et de p communes aux 6 éoliennes des 2 parcs et pour l'ensemble de la période de suivi car :

- le contexte environnemental des éoliennes reste homogène et ne présente pas de différence significative (type d'habitat, carnivores présents, etc.) ;
- en Europe, il a été démontré que les taux de persistance sont globalement constants dans le temps (KORNER-NIEVERGELT & *al.* 2011).

Dans le cadre de ce suivi, les valeurs moyennes de persistance des cadavres « non naturels » à j+7 sont :

- **Temps moyen de persistance (T_m) = 5,7 j**
- **Taux de persistance (p) = 40 %**

4.1.2.2. Déteçtabilité (ou efficacité de l'observateur) (variable d)

L'efficacité des observateurs n'a pas non plus été testée. De fait, des valeurs moyennes calculées dans des habitats similaires sont utilisées dans le cas présent.

L'efficacité n'est pas définie au sein des parcelles appartenant à la classe de végétation 1 (visibilité nulle).

Tableau 14 : Taux de déteçtabilité par classe de végétation

<i>Total</i>	Très bonne (visibilité 3)	Moyenne (visibilité 2)
Probabilité de déteçtion (d) :	0,9	0,6

Dans des conditions normales de recherche, le **taux moyen de déteçtion (efficacité de l'observateur) est de 80 %**.

4.1.2.3. Ajustement de la surface réellement contrôlée (variable A)

Pour rappel, nous utilisons la formule d'Arnett, dont le calcul est systématiquement nul lorsqu'aucun cadavre n'est trouvé dans le tampon (cercle concentrique) concerné. Ainsi nous avons détaillé les calculs uniquement pour les éoliennes où de la mortalité, comprise dans les cercles concentriques, a été relevée. Du fait d'un coefficient de détectabilité très différent entre 3 périodes différentes (observateur différent et acquisition d'expérience), 3 calculs ont été réalisés pour chaque éolienne.

Les surfaces de prospection étant variables selon la période de l'année, les coefficients ont été calculés sur ces différentes périodes et sont présentés dans le tableau ci-dessous. Notons que la surface était prospectable à plus de 40 % sur la plus grande partie de l'année (moyenne de 66 % pour le parc de Dammarie, et 58 % pour celui de Francourville), ce qui autorise des estimations statistiques suffisamment robustes (BEHR ET AL., 2011).

Tableau 15 : Coefficients surfaciques par période de suivi du parc de Dammarie

	du 12/04 au 04/07 (5 passages)	du 10/07 au 22/08 (7 passages)	du 04/09 au 24/09 (4 passages)	Intégralité du suivi
Surface moyenne de prospection (%)	15	100	72	66
Coefficient surfacique d'Arnett (A)	NA	1,00	1,43	1,54

Tableau 16 : Coefficients surfaciques par période de suivi du parc de Francourville

	du 12/04 au 23/07 (8 passages)	du 01/08 au 25/09 (8 passages)	Intégralité du suivi
Surface moyenne de prospection (%)	15	100	58
Coefficient surfacique d'Arnett (A)	NA	1,00	1,83

L'ensemble des calculs du coefficient surfacique d'Arnett est présenté en annexe 5.

Ainsi, le coefficient surfacique moyen calculé à partir de la formule d'Arnett est de **1,54** pour le parc éolien de Dammarie, et de **1,83** pour celui de Francourville.

4.1.2.4. Correctif lié à la période d'étude

Les calculs précédents ont été réalisés sur la base des 16 passages compris entre le 12/04 et le 25/09/2018 pour l'ensemble des éoliennes. Cette période correspond à la période principale d'activité pour les chauves-souris et, pour les oiseaux, couvre une partie des migrations pré- et post nuptiales, ainsi que toute la période de reproduction. Toutefois, des cas de mortalité se produisent également en dehors de cette période, notamment pour les oiseaux, actifs toute l'année.

L'analyse des différentes sources bibliographiques révèle que le risque moyen de collision n'est pas égal au cours d'une année. Le tableau et le graphique ci-dessous montrent ainsi l'importance de la période située entre juillet et octobre.

Tableau 17 : Répartition annuelle de la mortalité chiroptérologique selon différentes sources bibliographiques

Référence	Proportion de cadavres découverts
Lepercq (2018)	86 % entre fin juillet et début octobre
Beucher & al., 2013	73 % entre le 15 juillet et le 31 octobre
Cornut & Vincent, 2010	80 à 83 % entre le 15 juillet et le 31 octobre
Biotope, 2011	83 % entre le 1 ^{er} août et le 31 octobre
Dulac, 2008	91 % entre le 1 ^{er} juillet et le 31 octobre
Rydell & al., 2010	90 % entre fin juillet et début octobre

Le graphique suivant, un peu ancien, présente la répartition temporelle des cadavres récoltés pour 551 chauves-souris en Allemagne (DÜRR 2007 CITE PAR JONES & AL., 2009). Ces données ont été reprises dans le graphique par Ecosphère (HEITZ & JUNG, 2017) pour disposer de pourcentages par décades.

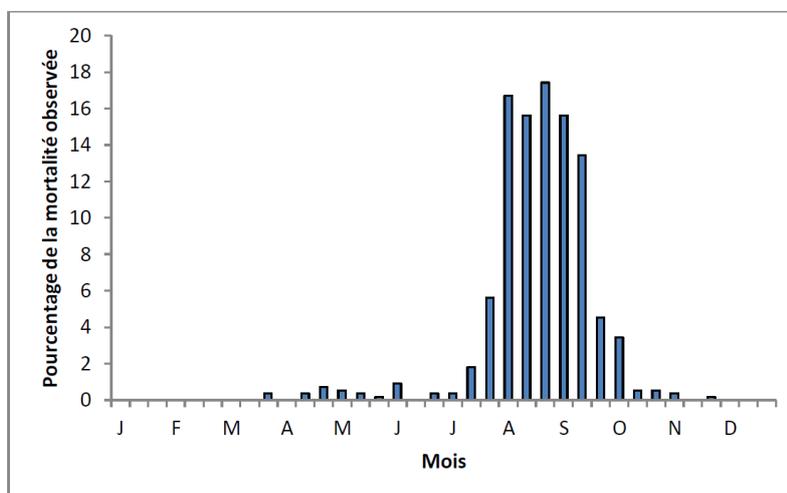


Figure 3 : Répartition temporelle des cadavres de chauves-souris récoltés (données Dürr, 2007, in Jones & al., 2009 ; graphique Heitz & Jung, 2017)

Les travaux de synthèse sur les oiseaux menés en France sous l'égide de la LPO (MARX, 2017) peuvent être convertis en pourcentages approximatifs sur la base du graphique ci-dessous.

Semaine de découverte des cadavres

Données : 710 cadavres d'oiseaux et 916 cadavres de chauves-souris retrouvés sous les éoliennes françaises et pour lesquelles la date de découverte est connue

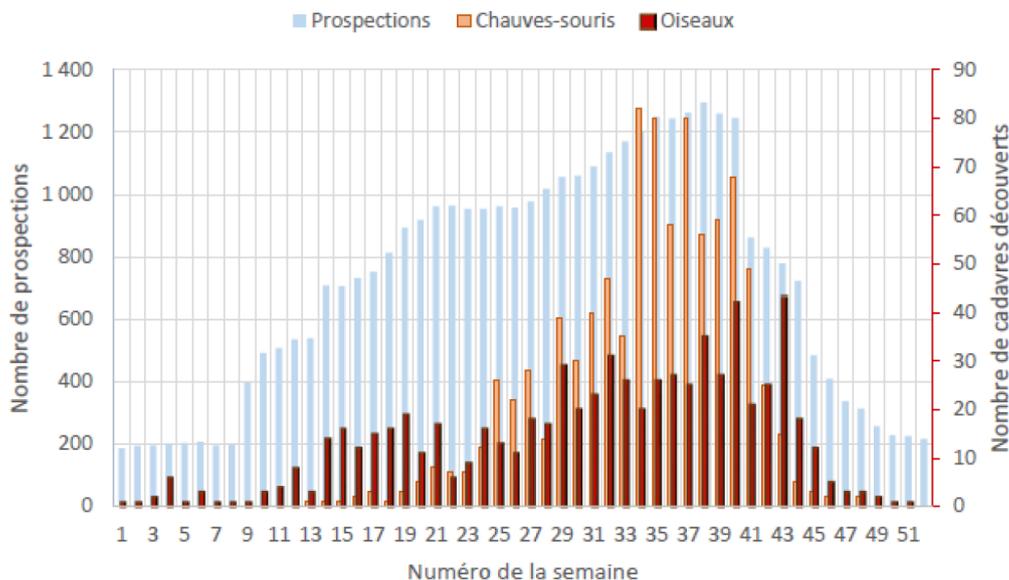


Figure 4 : Répartition de la mortalité sur 645 éoliennes appartenant à 91 parcs (Marx, 2017)

Ces multiples autres études de compilation permettent d’avoir des données tant sur les oiseaux que sur les chiroptères et nous permettent d’arriver à la synthèse suivante ci-dessous.

Tableau 18 : Répartition temporelle de la mortalité selon la bibliographie (1^{ère} colonne) et des cadavres découverts sur les parcs de Dammarie (2nde colonne) et de Francourville (3^{ème} colonne)

Pourcentage de mortalité (toutes espèces)	Chiroptères		Oiseaux			
Mi-avril à fin juillet (semaines 15 à 30) => période de reproduction	25 %	3 cadavres	aucun cadavre	35 %	1 cadavre	aucun cadavre
Août à fin septembre (semaines 31 à 39) => migration postnuptiale, mouvements locaux	60 %	aucun cadavre	1 cadavre	35 %	2 cadavres	1 cadavre
Reste de l’année	15 %	NA	NA	30 %	NA	NA

Ainsi, sur la base des données bibliographiques et les résultats recueillis en 2018, les suivis réalisés sur les parcs de Dammarie et de Francourville couvrent une période correspondant théoriquement à :

- 85 % de la mortalité des chiroptères :
 - ⇒ **coefficient correcteur de + 15 % lié à la période non suivie ;**
- 70 % de la mortalité des oiseaux :
 - ⇒ **coefficient correcteur de + 30 % lié à la période non suivie.**

Ces **coefficients correcteurs** ont donc été appliqués afin d’exprimer les estimations par année, correspondant ainsi à un cycle normal de la plupart des espèces susceptibles d’être impactées.

4.1.3. Estimation de la mortalité

Les estimations de la mortalité du parc ont été calculées séparément avec les formules de **Huso et de Jones** d'une part, et par le biais de l'application **EolApp (Besnard & Bernard)** d'autre part. L'utilisation conjointe de ces deux méthodes permet de comparer les résultats obtenus. En effet, bien que les modèles utilisés soient identiques (Erickson, Huso et Jones), des différences existent :

- l'application EolApp permet d'obtenir un résultat encadré par un **intervalle de confiance de 80 % (bornes à 10 % et 90 %)** ;
- nos calculs utilisent au choix le coefficient surfacique simple ou d'Arnett, ce que ne permet pas l'application EolApp (proportion de surface prospectée seulement, équivalente au coefficient surfacique simple moyenné sur les 6 éoliennes)¹⁰.

Le modèle d'Erickson étant connu pour sous-estimer la mortalité par rapport aux modèles plus récents d'Huso et Jones (voir chapitre méthodologie 3.1.5), ce dernier est seulement présenté à titre informatif.

Les différents paramètres pris en compte sont présentés dans le tableau ci-dessous.

Tableau 19 : Récapitulatif des différents paramètres généraux pris en compte pour les estimations (Dammarie)

Paramètres	Explications	Valeurs
C	nombre de cadavres brut découverts sous les 6 éoliennes dans un rayon de 50 m	6
d	taux de détection moyen	0,8
p brut	taux de persistance durant l'intervalle (7 jours)	0,4
Tm	durée moyenne de persistance durant l'intervalle	5,7 jours
l	intervalle moyen entre 2 visites	11 jours
î	Intervalle effectif	10 jours
ê	Coefficient correcteur de l'intervalle	0,91
A	coefficient de correction surfacique selon Arnett	1,54
n	nombre de passage	16
Sk	surface prospectée moyenne (%)	0,66
P (Jones)	= $\exp[-0,5 * (l/Tm)]$	0,37
p (Huso)	= $[tm*(1-\exp(-l/Tm))]/l$	0,43

¹⁰ Dans le cas présent, la distribution des cadavres autour du mât est relativement homogène. Aussi, les coefficients surfaciques simple et d'Arnett restent proches.

Tableau 20 : Récapitulatif des différents paramètres généraux pris en compte pour les estimations (Francourville)

Paramètres	Explications	Valeurs
C	nombre de cadavres brut découverts sous les 6 éoliennes dans un rayon de 50 m	2
d	taux de détection moyen	0,8
p brut	taux de persistance durant l'intervalle (7 jours)	0,4
Tm	durée moyenne de persistance durant l'intervalle	5,7 jours
l	intervalle moyen entre 2 visites	11 jours
î	Intervalle effectif	10 jours
ê	Coefficient correcteur de l'intervalle	0,91
A	coefficient de correction surfacique selon Arnett	1,83
n	nombre de passage	16
Sk	surface prospectée moyenne (%)	0,58
P (Jones)	= $\exp [-0,5 * (l/Tm)]$	0,37
p (Huso)	= $[tm*(1-\exp(-l/Tm))]/l$	0,43

Les tableaux suivants présentent les résultats des estimations pour l'ensemble de chaque parc (6 éoliennes) sur la période de suivi (12 avril - 25 septembre 2018). Les valeurs présentées sont arrondies à l'unité pour plus de simplicité.

Tableau 21 : Résultats des estimations de la mortalité (médiane [intervalle de confiance 10-90%] pour les 3 modèles ; calculs avec l'application EolApp

EolApp (test non-paramétrique)	Erickson	Huso	Jones	Moyenne Huso-Jones
Parc de Dammarie	21 [10-34]	25 [12-39]	29 [14-46]	27 [13-43]
Parc de Francourville	8 [0-16]*	9 [0-19]*	11 [0-22]*	10 [0-20]*

* Il est évident que la mortalité estimée ne peut être moindre que la mortalité brute constatée par un suivi, de fait la borne inférieure de cet intervalle est en réalité 2 cadavres.

Tableau 22 : Résultats des estimations de la mortalité pour les modèles de Jones et Huso selon les deux coefficients surfaciques de chaque parc ; calculs avec les formules

Formule	Huso	Jones	Moyenne Huso-Jones
Parc de Dammarie $A (Arnett) = 1,54$	26	30	28
Parc de Francourville $A (Arnett) = 1,83$	10	12	11

Concernant le parc éolien de Dammarie, la moyenne des estimations d'Huso et Jones donne une mortalité d'environ **27 individus (intervalle de confiance à 80 % compris entre 13 et 43) impactés sur l'ensemble du parc pour la période de suivi, soit environ 13,5 chiroptères et 13,5 oiseaux¹¹.**

Concernant le parc éolien de Francourville, la moyenne des estimations d'Huso et Jones donne une mortalité d'environ **10 individus (intervalle de confiance à 80 % compris entre 2 et 20) impactés sur l'ensemble du parc pour la période de suivi, soit environ 5 chiroptères et 5 oiseaux¹².**

Pour le parc de Dammarie, en appliquant une correction liée à la période non suivie (+ 15 % pour les chiroptères, + 30 % pour les oiseaux, voir chapitre 4.1.32.4), **la mortalité atteint 33 individus sur l'ensemble du parc et par an, soit 15,5 chauves-souris et 17,5 oiseaux. Chaque éolienne en fonctionnement causerait donc en moyenne la perte de 2,6 chauves-souris et 2,9 oiseaux par an (5,5 individus au total).**

Pour le parc de Francourville, en appliquant une correction liée à la période non suivie (+ 15 % pour les chiroptères, + 30 % pour les oiseaux, voir chapitre 4.1.32.4), **la mortalité atteint 12 individus sur l'ensemble du parc et par an, soit 5,5 chauves-souris et 6,5 oiseaux. Chaque éolienne en fonctionnement causerait donc en moyenne la perte de 0,9 chauves-souris et 1,1 oiseaux par an (2 individus au total).**

¹¹ Ces dernières valeurs sont issues de la répartition des cas de mortalité constatés : 50% de chiroptères et 50% d'oiseaux (3 et 3).

¹² Ces dernières valeurs sont issues de la répartition des cas de mortalité constatés : 50% de chiroptères et 50% d'oiseaux (1 et 1).

4.1.4. Analyse de la mortalité et évaluation de l'impact résiduel

4.1.4.1. [Parc éolien de Dammarie](#)

❖ Répartition spatiale

La mortalité est répartie de manière globalement homogène entre les différentes éoliennes, avec en moyenne 1 cadavre découvert par machine.

❖ Analyse de la mortalité constatée sur les oiseaux

Les oiseaux représentent la moitié de la mortalité du parc de Dammarie, avec 3 individus découverts.

La mortalité des oiseaux n'est pas ciblée sur un groupe en particulier, et se concentre plutôt en période postnuptiale. Les espèces concernées par le suivi 2018 sont le Faucon crécerelle, le Martinet noir et le Roitelet triple-bandeau.



Photo 4 : Martinet noir découvert le 23/07/18 au pied de l'éolienne 2 (M. Esline, Ecosphère)



Photo 5 : Faucon crécerelle découvert le 01/08/18 au pied de l'éolienne 4 (M. Esline, Ecosphère)



Photo 6 : Roitelet triple-bandeau découvert le 11/09/18 au pied de l'éolienne 4 (M. Collet, Ecosphère)

Un Martinet noir a été découvert lors de la seconde quinzaine de juillet, ce qui correspond très certainement à un migrateur (voir Figure 5). Les Martinets noirs sont des migrateurs transsahariens, c'est-à-dire qu'ils sont présents dans nos contrées de mai à juillet pour se reproduire, puis partent en Afrique Centrale pour passer l'hiver. Il niche principalement dans des structures anthropiques (toitures, fissures et cavités en bâti).

Au vu des tailles de populations estimées en Europe (19,1 millions de couples selon BirdLife International, 2015), le nombre de cadavres recensé de 387 individus (au 7 janvier 2019 selon T. Dürr) implique une **sensibilité au risque de collision de niveau faible**.

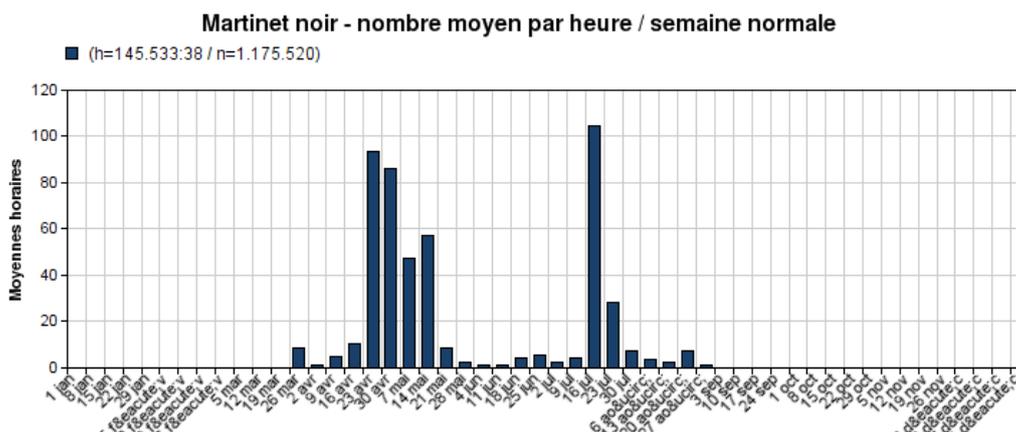


Figure 5 : Phénologie de la migration automnale du Martinet noir en France (source : www.trektellen.org)

Un Faucon crécerelle a été impacté vers la fin juillet (trouvé le 1^{er} août), ce qui correspond vraisemblablement à un individu de la population nicheuse locale. L’oiseau a été trouvé au pied de l’éolienne 4, machine ne se différenciant pas vraiment des 5 autres au niveau de l’occupation des sols (plateforme non végétalisée et culture de céréales). L’espèce est naturellement attirée par les perchoirs disponibles (bordures sur le mât, rambardes de l’escalier d’accès à la porte d’entrée, panneaux...) afin de guetter les proies en transit sur la plateforme (campagnols, criquets...).

Au vu des tailles de populations estimées en Europe (409 000 couples selon BirdLife International, 2015), le nombre de cadavres recensé est élevé (562 cas au 7 janvier 2019 selon T. Dürr) et **la sensibilité de l’espèce à ce type d’impact est assez forte.**

Un Roitelet triple-bandeau a été découvert lors de la première quinzaine de septembre. Cette période correspond au début du passage de cette espèce (voir Figure 6). Les roitelets sont des migrateurs partiels¹³, présents toute l’année en France mais dont les individus du nord de l’Europe migrent vers le Sud en passant par la France. Il s’agit d’une espèce nicheuse dans tout type de boisement mais, en période de migration et au vu des très nombreux cadavres découverts sur l’ensemble des parcs éoliens, elle fréquente des milieux très divers et son comportement semble différer sensiblement.

¹³ Les populations ou espèces chez lesquelles seule une partie des individus effectuent une migration, ou dont le renouvellement (les oiseaux du nord remplaçant ceux du sud) donne l’impression d’une présence continue tout au long de l’année, sont dites migratrices partielles. Il s’agit généralement d’espèces migratrices petit ou moyen-courrier.

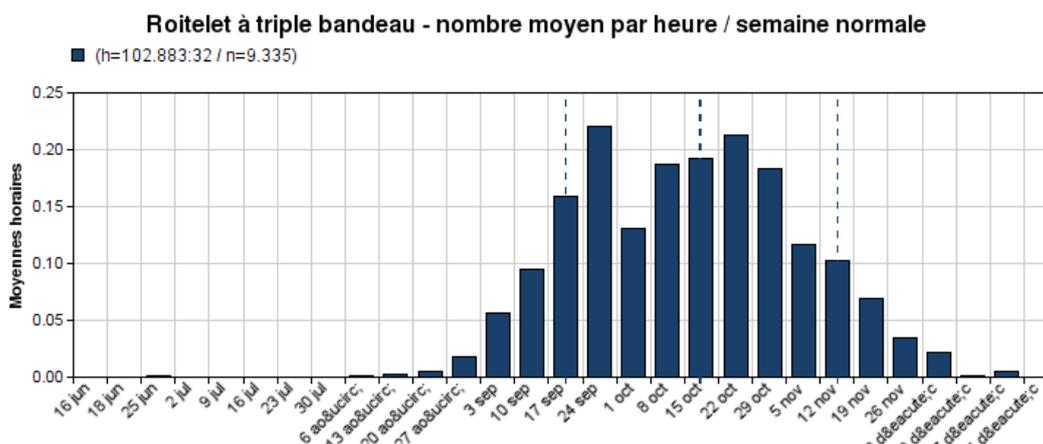


Figure 6 : Phénologie de la migration automnale du Roitelet triple-bandeau en France (source : www.trektellen.org)

Au vu des tailles de populations estimées en Europe (4,2 millions de couples selon BirdLife International, 2015), le nombre de cadavres recensé de 241 individus (au 7 janvier 2019 selon T. Dürr) implique une **sensibilité au risque de collision de niveau faible**. Toutefois, il s’agit d’un des oiseaux les plus concernés par le risque de collision (le 3^{ème} passereau après l’Alouette des champs et le Bruant proyer à l’échelle de l’Europe et le 1^{er} oiseau tous groupes confondus en France). Près de 60 % des cadavres de Roitelets triple-bandeau ont été découverts en France et en période de migration automnale, ce qui confère une responsabilité à ce pays. Il convient par ailleurs d’ajouter que les chiffres de mortalité sont très probablement sous-estimés du fait de la disparition rapide de leurs cadavres, due soit à la prédation soit aux travaux agricoles. Un autre facteur de sous-estimation lié à la phénologie de ces espèces vient s’ajouter : de nombreux suivis de mortalité, desquels sont issus une majorité des chiffres de Dürr, échantillonnent peu les périodes de vol de cette espèce (octobre/novembre). De récents suivis en France démontrent par exemple que les roitelets payent un tribut de plus en plus lourd qu’il convient d’analyser en termes d’impacts cumulatifs. Toutefois, cette espèce a une dynamique très favorable (âge adulte rapidement atteint, taux de reproduction important, etc.), et les tendances européenne et française montrent une stabilité voire une augmentation modérée des tailles de population. Au vu de cet ensemble de critères, **la sensibilité de l’espèce à ce type d’impact est maintenue faible**.

Le tableau en page suivante présente le niveau d’impact avéré du parc de Dammarie sur les oiseaux pour lesquels des cas de collision ont été relevés en 2018.

Tableau 23 : Statuts et enjeux des espèces d'oiseaux impactées

					1	2	1 x 2 = 3	4	3 x 4 = 5
	LRE	LRN nicheurs	LRN migrants	LRR	Portée de l'impact	Sensibilité à l'impact (Dürr 2019)	Intensité d'impact	Enjeu spécifique	Niveau d'impact constaté par la mortalité
Faucon crécerelle <i>Falco tinnunculus</i>	LC	NT	NA	LC	Faible 33 % de 2,9 cadavres /éol. /an (août) Individu local probable issu de populations de 409 000 couples nicheurs en Europe	Assez fort 562 en Europe, dont 100 en France	Moyenne	Faible	Faible
Martinet noir <i>Apus apus</i>	LC	NT	DD	LC	Faible 33 % de 2,9 cadavres /éol. /an (juil.) Individu local probable issu de populations de 19,1 millions couples nicheurs en Europe	Faible 387 en Europe, dont 122 en France	Faible	Faible	Négligeable
Roitelet triple-bandeau <i>Regulus ignicapilla</i>	LC	LC	NA	LC	Faible 33 % de 2,9 cadavres /éol. /an (sept.) Individu local probable issu de populations de 4,2 millions couples nicheurs en Europe	Faible 241 en Europe, dont 141 en France	Faible	Faible	Négligeable

LRE : liste rouge européenne ; LRN : liste rouge nationale ; LRR : liste rouge régionale

Ces trois espèces sont néanmoins protégées à l'échelle nationale en vertu de l'arrêté du 29 octobre 2009 (publié au J.O. du 5 décembre 2009) modifiant celui du 3 mai 2007, lui-même issu de l'arrêté du 17 avril 1981. Cette protection concerne les individus ainsi que les sites de reproduction et de repos des espèces.

❖ Analyse de la mortalité constatée sur les chauves-souris

Les chiroptères représentent également la moitié de la mortalité du parc de Dammarie.

La mortalité des chauves-souris est comprise entre le 10 et le 17 juillet. Deux espèces sont concernées : la Pipistrelle commune (2 cadavres) et la Noctule commune (1 cadavre). Le cadavre de Noctule commune était dans un état de décomposition avancé (squelette), suggérant une collision bien antérieure au 10 juillet. La présence de céréales mûres a empêché la découverte de celui-ci au moment de la collision.



Photo 7 : Noctule commune
découverte le 10/07/18 au pied de
l'éolienne 3 (M. Collet, Ecosphère)



Photo 8 : Pipistrelle commune
découverte le 17/07/18 au pied de
l'éolienne 1 (M. Collet, Ecosphère)



Photo 9 : Pipistrelle commune
découverte le 17/07/18 au pied de
l'éolienne 1 (M. Collet, Ecosphère)

La **Pipistrelle commune** est une espèce très commune sur l'ensemble de la région. Les individus découverts sont probablement issus des populations locales reproductrices des environs. En l'absence de critères morphologiques et dentaires déterminants à ce jour, les identifications réalisées ne peuvent exclure la Pipistrelle pygmée. Toutefois, cette espèce est plutôt présente au sud du pays (avec une répartition morcelée ailleurs) et sa présence en Eure-et-Loir ou dans les départements limitrophes est exceptionnelle.

La **Noctule commune** est assez commune dans la région. Au vu de la date estimée de la collision (fin juin), l'individu découvert correspondrait soit à un erratique (possiblement un mâle), soit à une femelle se reproduisant dans le secteur élargi. L'état du cadavre n'a pas permis de déterminer le sexe et l'âge de l'individu.

Le tableau en page suivante présente le niveau d'impact avéré du parc de Dammarie sur les chauves-souris dont des cas de collision ont été relevés en 2018.

NB : La portée de l'impact présentée dans le tableau est ici attribuable à l'impact sur les populations concernées. Pour les chauves-souris, les tailles de populations européennes ne sont pas connues et à l'échelle du parc, l'étude d'impact ne fournit pas ces éléments. Bien que la portée ne soit pas mesurable, elle est estimable dans le cas particulier du parc de Dammarie où le nombre de collisions brut et estimé est faible dans l'état actuel dans nos connaissances. À titre d'exemple, la plupart des colonies reproductrices de Pipistrelle commune ne dépassent généralement pas les 50-100 d'individus alors que le parc impacte environ une dizaine d'individus par an.

Tableau 24 : Statuts et enjeux des espèces de chauves-souris impactées

				1	2	1 x 2 = 3	4	3 x 4 = 5
	LRE	LRN	LRR	Portée de l'impact	Sensibilité à l'impact (maximum entre Dürr, janv. 19 et Eurobats, juin 18)	Intensité d'impact	Enjeu spécifique	Niveau d'impact mortalité
Noctule commune <i>Nyctalus noctula</i>	LC	VU	NT	Moyen 33 % de 2,6 cadavres /éol. /an (juil.) Individus migrants de populations de taille moyenne	Forte 1 497 en Europe, dont 104 en France	Assez forte	Moyen	Moyen
Pipistrelle commune <i>Pipistrellus pipistrellus</i>	LC	NT	LC	Faible 67 % de 2,6 cadavres /éol. /an (juil.) Individus locaux de grandes populations	Forte 2 344 en Europe, dont 979 en France	Faible	Faible	Négligeable

Ces deux espèces sont par ailleurs protégées à l'échelle nationale en vertu 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. Cette protection concerne les individus ainsi que les sites de reproduction et de repos des espèces.

4.1.4.2. [Parc éolien de Francourville](#)

❖ Répartition spatiale

La mortalité semble plutôt répartie au centre du parc éolien, mais le faible nombre de cadavres trouvés (2) ne permet pas de conclure formellement sur la répartition spatiale des cas de collision.

❖ Analyse de la mortalité constatée sur les oiseaux

Les oiseaux représentent la moitié de la mortalité du parc de Dammarie, avec un seul individu noté.

La mortalité des oiseaux semble ciblée sur le groupe des rapaces avec une Buse variable, et concernerait plutôt la période postnuptiale (et l'hiver sachant qu'un autre cadavre de Buse variable a été trouvé le 19 décembre 2017 sous E6, mais hors protocole du suivi de la mortalité). Cependant le faible nombre de cadavres observés ne permet pas de conclure plus finement.



Photo 10 : Buse variable découverte le 19/12/17 au pied de l'éolienne 6 (M. Collet, Ecosphère)



Photo 11 : Buse variable découverte le 06/08/18 au pied de l'éolienne 5 (M. Esline, Ecosphère)

Les deux Buses variables ont été impactées début août et mi-décembre, ce qui correspond vraisemblablement à des individus hivernants localement (1^{er} cadavre) et de la population nicheuse locale (2nd cadavre). Les oiseaux ont été trouvés au pied des éoliennes 5 et 6, machines ne se différenciant pas vraiment des 4 autres au niveau de l'occupation des sols au moment des collisions (plateforme non végétalisée et labours/chaumes). Le comportement de l'espèce lors de ses déplacements locaux et de sa recherche alimentaire l'amène à se rapprocher dangereusement de la zone de rotation des pales.

Au vu des tailles de populations estimées en Europe (814 000 couples selon BirdLife International, 2015), le nombre de cadavres recensés est élevé (710 cas au 7 janvier 2019 selon T. Dürr) et la **sensibilité de l'espèce à ce type d'impact est moyenne**.

Le tableau ci-dessous présente le niveau d'impact avéré du parc de Francourville sur les oiseaux dont des cas de collision ont été relevés en 2018.

Tableau 25 : Statuts et enjeux des espèces d'oiseaux impactées

	LRE	LRN nicheurs	LRN migrants	LRR	1	2	1 x 2 = 3	4	3 x 4 = 5
					Portée de l'impact	Sensibilité à l'impact (Dürr, 01/2019)	Intensité d'impact	Enjeu spécifique	Niveau d'impact constaté par la mortalité
Buse variable <i>Buteo buteo</i>	LC	LC	NA	LC	Faible 100 % de 1,1 cadavres /éol. /an (août) Individu local probable issu de populations de 409 000 couples nicheurs en Europe	Moyenne 710 en Europe, dont 75 en France	Faible	Faible	Négligeable

LRE : liste rouge européenne ; LRN : liste rouge nationale ; LRR : liste rouge régionale

Cette espèce est néanmoins protégée à l'échelle nationale en vertu de l'arrêté du 29 octobre 2009 (publié au J.O. du 5 décembre 2009) modifiant celui du 3 mai 2007, lui-même issu de l'arrêté du 17 avril 1981. Cette protection concerne les individus ainsi que les sites de reproduction et de repos des espèces.

❖ Analyse de la mortalité constatée sur les chauves-souris

Les chiroptères représentent également la moitié de la mortalité du parc de Francourville, avec un seul individu noté.

La mortalité des chauves-souris semble plutôt centrée sur la période postnuptiale. Une seule espèce est concernée : la Pipistrelle indéterminée (1 cadavre). Cependant le faible nombre de cadavres observés ne permet pas de conclure plus finement. Le cadavre était dans un état de décomposition avancé (reste sec), suggérant une collision bien antérieure au 19 septembre. Les labours successifs du champ de pommes de terre ont engendré une dissimulation du cadavre et une dégradation de celui-ci (incisives de la mâchoire supérieure manquantes), rendant impossible son identification à l'espèce.



Photo 12 : Pipistrelle indéterminée découverte le 19/09/18 au pied de l'éolienne 2 (M. Collet, Ecosphère)

Le tableau en page suivante présente le niveau d'impact avéré du parc de Francourville sur les chauves-souris dont un seul cas de collision a été relevé en 2018.

NB : La portée de l'impact présentée dans le tableau est ici attribuable à l'impact sur les populations concernées. Pour les chauves-souris, les tailles de populations européennes ne sont pas connues et à l'échelle du parc, l'étude d'impact ne fournit pas ces éléments. Bien que la portée ne soit pas mesurable, elle est estimable dans le cas particulier du parc de Francourville où le nombre de collisions brut et estimé est faible dans l'état actuel dans nos connaissances. À titre d'exemple, la plupart des colonies reproductrices de Pipistrelle commune ne dépassent généralement pas les 50-100 d'individus alors que le parc impacte environ une dizaine d'individus par an.

Tableau 26 : Statuts et enjeux des espèces de chauves-souris impactées

				1	2	1 x 2 = 3	4	3 x 4 = 5
	LRE	LRN	LRR	Portée de l'impact	Sensibilité à l'impact (maximum entre Dürr, janv. 19 et Eurobats, juin 18)	Intensité d'impact	Enjeu spécifique	Niveau d'impact mortalité
Pipistrelle indéterminée <i>Pipistrellus sp.</i>	LC	NT/LC	LC/NT/DD	Faible 100 % de 0,9 cadavres /éol. /an (sept.)	Forte 722 en Europe, dont 303 en France	Faible	Faible ou Moyen*	Faible

* les Pipistrelles commune et de Kuhl sont d'enjeu faible, tandis que la Pipistrelle de Nathusius en migration est d'enjeu moyen

Cette espèce est par ailleurs protégée à l'échelle nationale en vertu 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. Cette protection concerne les individus ainsi que les sites de reproduction et de repos des espèces.

4.1.5. Conclusion sur le suivi de mortalité

4.1.5.1. [Parc éolien de Dammarie](#)

Le suivi réalisé en 2018 sur le parc de Dammarie était constitué de **16 passages répartis entre le 12/04 et le 24/09/2018** avec un **intervalle moyen entre les passages de 11 jours**. Les **6 éoliennes** du parc ont été suivies sur l'ensemble de la période. Les recherches ont été réalisées dans un **rayon de 50 m** autour du mât. La **surface moyenne de prospection est de 66 % sur l'intégralité du suivi** (écart de 15 à 100 % selon la période de l'année).

6 cadavres ont été découverts, parmi lesquels :

- **3 chauves-souris appartenant à 2 espèces** (2 Pipistrelles communes [population sédentaire], 1 Noctule commune [population locale])
- **3 oiseaux appartenant à 3 espèces** (1 Faucon crécerelle [sédentaire probable], 1 Martinet noir [migrateur] et 1 Roitelet triple-bandeau [migrateur]).

Les résultats bruts de mortalité ont été corrigés selon 3 modèles (Erickson, Huso et Jones) à partir de nos calculs et de l'application EolApp développée par Besnard et Bernard. La moyenne des estimations d'Huso et Jones donne une mortalité d'environ **27 individus (IC 80 % compris entre 13 et 43), soit en moyenne 13,5 chiroptères et 13,5 oiseaux**.

En appliquant une correction liée à la période non suivie (+ 15 % pour les chiroptères, + 30 % pour les oiseaux), **la mortalité atteint 33 individus sur l'ensemble du parc et par an, soit 15,5 chauves-souris et 17,5 oiseaux**. **Chaque éolienne en fonctionnement causerait donc en moyenne la perte de 2,6 chauves-souris et 2,9 oiseaux par an (5,5 individus au total)**.

En conclusion, le **niveau d'impact constaté par la mortalité en 2018**, issu du croisement entre l'intensité de l'impact et de l'enjeu de conservation des espèces, est de niveau :

- moyen pour la Noctule commune en période de reproduction ;
- faible à négligeable pour la Pipistrelle commune, le Faucon crécerelle, le Martinet noir et le Roitelet triple bandeau.

4.1.5.2. Parc éolien de Francourville

Le suivi réalisé en 2018 sur le parc de Francourville était constitué de **16 passages répartis entre le 12/04 et le 25/09/2018** avec un **intervalle moyen entre les passages de 11 jours**. Les **6 éoliennes** du parc ont été suivies sur l'ensemble de la période. Les recherches ont été réalisées dans un **rayon de 50 m** autour du mât. La **surface moyenne de prospection est de 58 % sur l'intégralité du suivi** (écart de 15 à 100 % selon la période de l'année).

2 cadavres ont été découverts (et un supplémentaire hors protocole non pris en compte dans les estimations de la mortalité), parmi lesquels :

- **1 chauve-souris** (Pipistrelle indéterminée [population sédentaire ou migratrice])
- **1 oiseau** (Buse variable [population locale]).

Les résultats bruts de mortalité ont été corrigés selon 3 modèles (Erickson, Huso et Jones) à partir de nos calculs et de l'application EolApp développée par Besnard et Bernard. La moyenne des estimations d'Huso et Jones donne une mortalité d'environ **10 individus (IC 80 % compris entre 2 et 20), soit environ 5 chiroptères et 5 oiseaux**.

En appliquant une correction liée à la période non suivie (+ 15 % pour les chiroptères, + 30 % pour les oiseaux), **la mortalité atteint 12 individus sur l'ensemble du parc et par an, soit 5,5 chauves-souris et 6,5 oiseaux**. **Chaque éolienne en fonctionnement causerait donc en moyenne la perte de 0,9 chauves-souris et 1,1 oiseaux par an (2 individus au total)**.

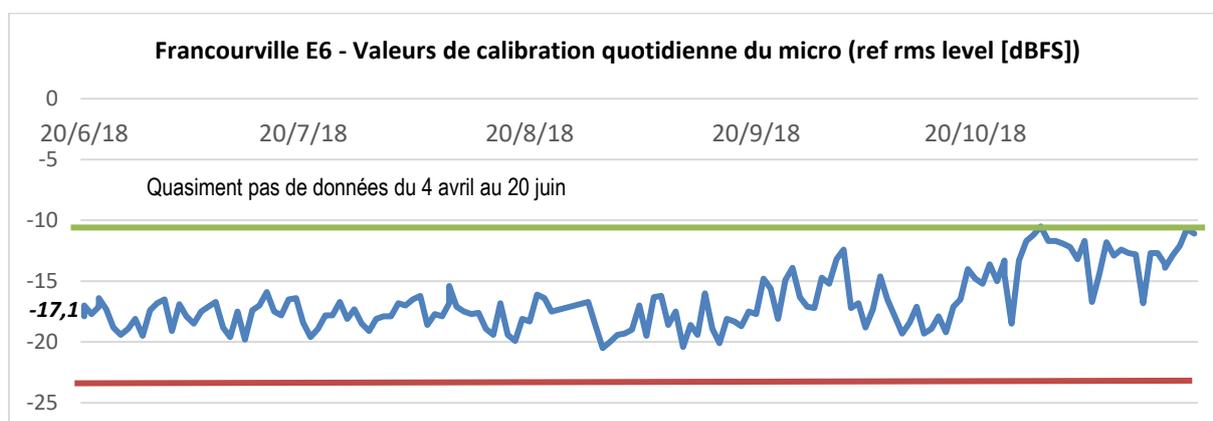
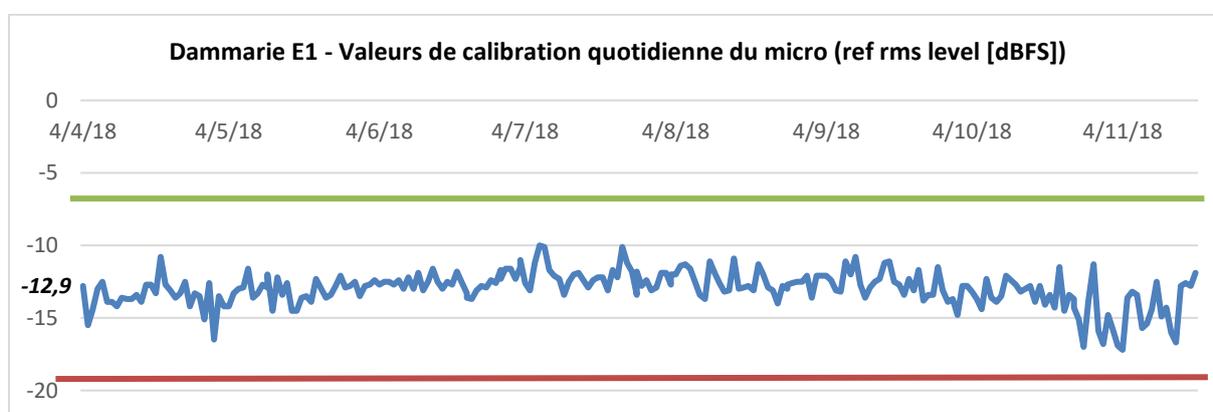
En conclusion, le **niveau d'impact constaté par la mortalité en 2018**, issu du croisement entre l'intensité de l'impact et de l'enjeu de conservation des espèces, est pour la Pipistrelle indéterminée de niveau faible (si P. commune) à moyen (si P. de Nathusius), et négligeable pour la Buse variable.

4.2. Suivi acoustique en nacelle

4.2.1. Validité du matériel utilisé

Le micro du Batmode S, et notamment sa capsule exposée aux intempéries extérieures, peut montrer des variations de sensibilité et ainsi affecter la bonne détectabilité des ultrasons émis par les chauves-souris. Un test de calibration quotidien à midi a été automatiquement effectué pour vérifier la qualité du micro tout au long du suivi. Les graphiques ci-dessous présentent les variations des résultats de la sensibilité mesurée du micro. Les horizontales verte et rouge représentent les limites supérieures et inférieures de valeurs considérées comme bonnes selon le constructeur (± 6 dBFS autour de la valeur initiale de la calibration certifiée). Les baisses de sensibilité peuvent s'expliquer notamment par la présence de poussière ou d'humidité (brouillard, condensation) sur la capsule du micro.

Pour les deux suivis, les micros ont bien été opérationnels tout au long de la période suivi.



En revanche, le Batmode S installé initialement sur l'éolienne E6 du parc de Francourville en avril a présenté plusieurs soucis techniques conduisant à des pannes du 13 avril au 19 mai, et du 26 mai au 19 juin. Les délais s'expliquent par les délais inhérents à la détection des pannes, aux différents tests de relance du système à distance et reboot directement en nacelle ; puis à la programmation d'une nouvelle installation avec un autre appareil le 20 juin.

4.2.2. Description des activités enregistrées

4.2.2.1. Bilan par mois et par espèce

Le tableau suivant compile les totaux de contacts par mois pour chaque espèce ou groupe d'espèces. Pour Dammarie E1, l'activité globale dominée par la Pipistrelle commune est très faible en avril et mai (< 10 contacts /mois), puis augmente progressivement en juin pour atteindre un maximum en juillet. Malgré une augmentation significative des contacts de la Noctule de Leisler, l'activité diminue en août d'abord, puis en septembre, pour être quasiment nulle en octobre.

Tableau 27 – Activités mensuelles enregistrées sur Dammarie E1

Dammarie E1	N. Leisler	N. indéterminée	N. commune	Sérotule	P. commune	P. Kuhl	P. Kuhl/ Nathusius	P. commune/ Nathusius	Total
Avril		2					2		4
Mai		1		1	4	1			7
Juin	3			3	25	47		12	90
Juillet	9		42	2	92	13			158
Août	57		6	7	21	1		2	94
Septembre	16	1			44	5			66
Octobre							1		1
Total	85	4	48	13	186	67	3	14	420

Pour Francourville E6, les données d'avril à juin sont lacunaires à la suite de soucis techniques (voir détails ci-après). Juillet et Août recueillent les plus grands nombres de contacts avec une fréquentation dominée par la Noctule de Leisler. L'activité était quasiment nulle en octobre et surtout novembre.

Tableau 28 – Activités mensuelles enregistrées sur Francourville E6

Francourville E6	N. Leisler	N. commune	N. indéterminée	Sérotule	P. commune	P. Kuhl/ Nathusius	P. Kuhl	Total
Avril°	panne technique du 13 avril au 19 mai							
Mai°	9	panne technique du 26 mai au 19 juin						9
Juin°	1							1
Juillet	63	37			43		6	149
Août	205	14	9	3	3	4	4	242
Septembre	17				39		5	61
Octobre	6					1		7

Francourville E6	N. Leisler	N. commune	N. indéterminée	Sérotule	P. commune	P. Kuhl/ Nathusius	P. Kuhl	Total
Novembre					1			1
Total	301	51	9	3	86	5	15	470

*Pas de données du 26 mai au 20 juin

4.2.2.2. Chronologie de l'activité

Les graphiques suivants présentent la chronologie quotidienne du suivi.

Pour Dammarie E1, les activités quotidiennes sont irrégulièrement distribuées avec l'apparition de pics ponctuels élevés en juin et juillet (> 30 contacts /nuit), et un peu plus réguliers en août et septembre mais de moindre mesure (10-20 contacts /nuit). Quasiment plus aucun contact n'a été enregistré après le 17 septembre.

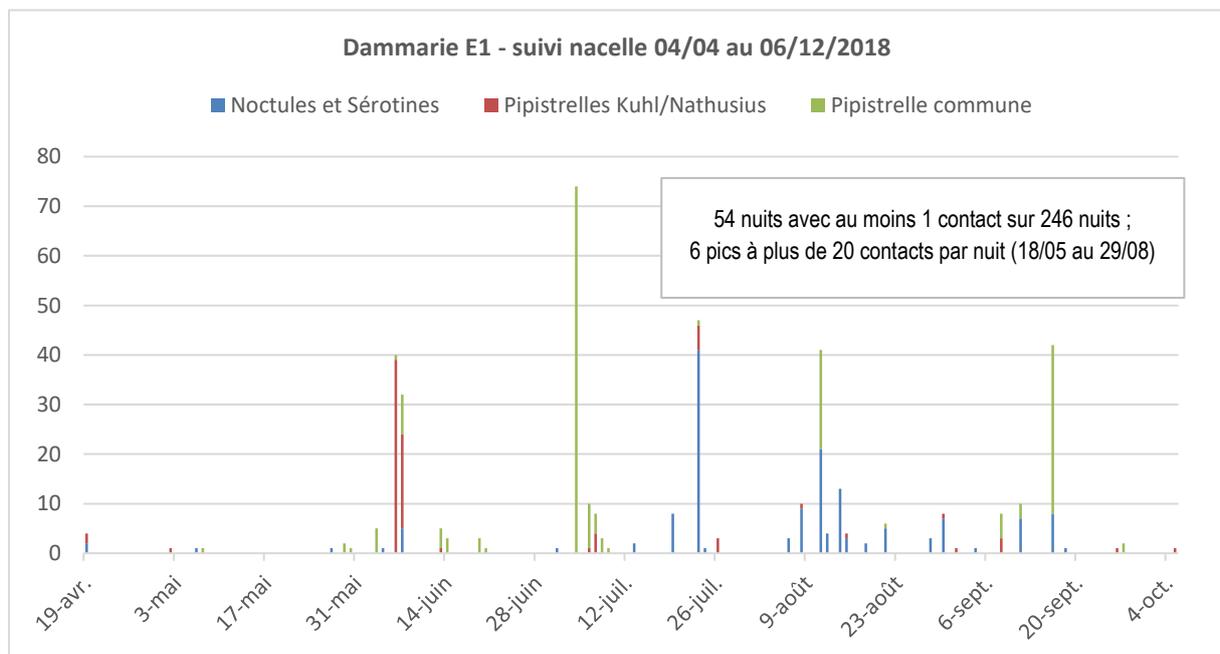


Figure 7 - Chronologie de l'activité chiroptérologique du suivi de Dammarie E1

Pour Francourville E6, les pics élevés sont davantage présents de fin juillet à fin août, avec un maxima à près de 100 contacts /nuit la nuit du 19-20 août. Quasiment plus aucun contact n'a été enregistré après le 8 septembre.

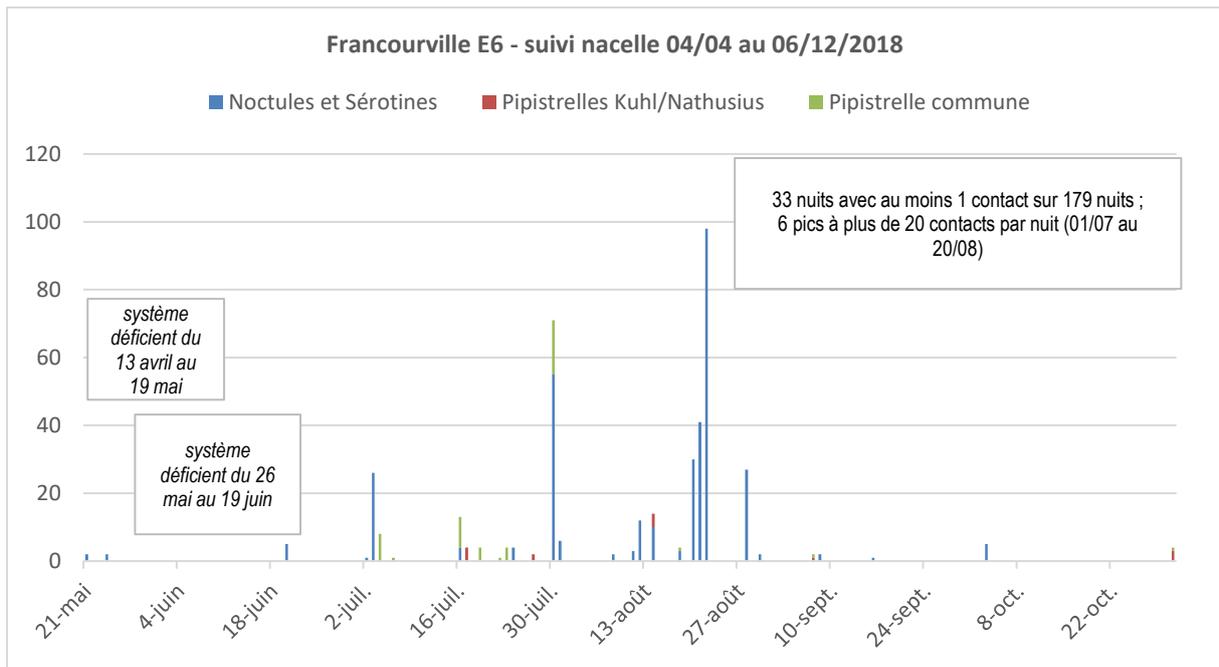


Figure 8 - Chronologie de l'activité chiroptérologique du suivi de Francourville E6

4.2.2.3. Distribution des contacts de chaque espèce selon la date et l'heure

Les graphiques ci-dessous présentent la distribution de tous les contacts en fonction de l'heure après le coucher du soleil.

Pour Dammarie E1, les contacts sont surtout enregistrés sur les 5-6 premières heures de la nuit, autant pour les pipistrelles que les noctules (sérotules). Les contacts les plus tardifs sont enregistrés en septembre.

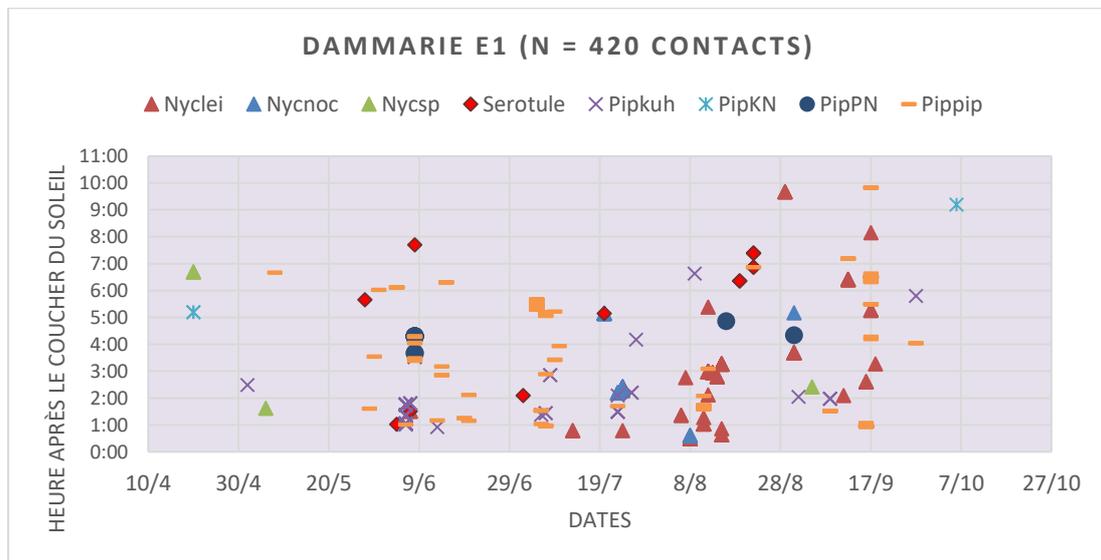


Figure 9 – Dammarie E1 : distribution des contacts en fonction de la date et de l'heure après le coucher du soleil

Pour Francourville E6, les contacts sont davantage enregistrés sur les 3-4 premières heures de la nuit, autant pour les pipistrelles que les noctules (sérotoles). Les contacts les plus tardifs sont surtout enregistrés fin août et début septembre.

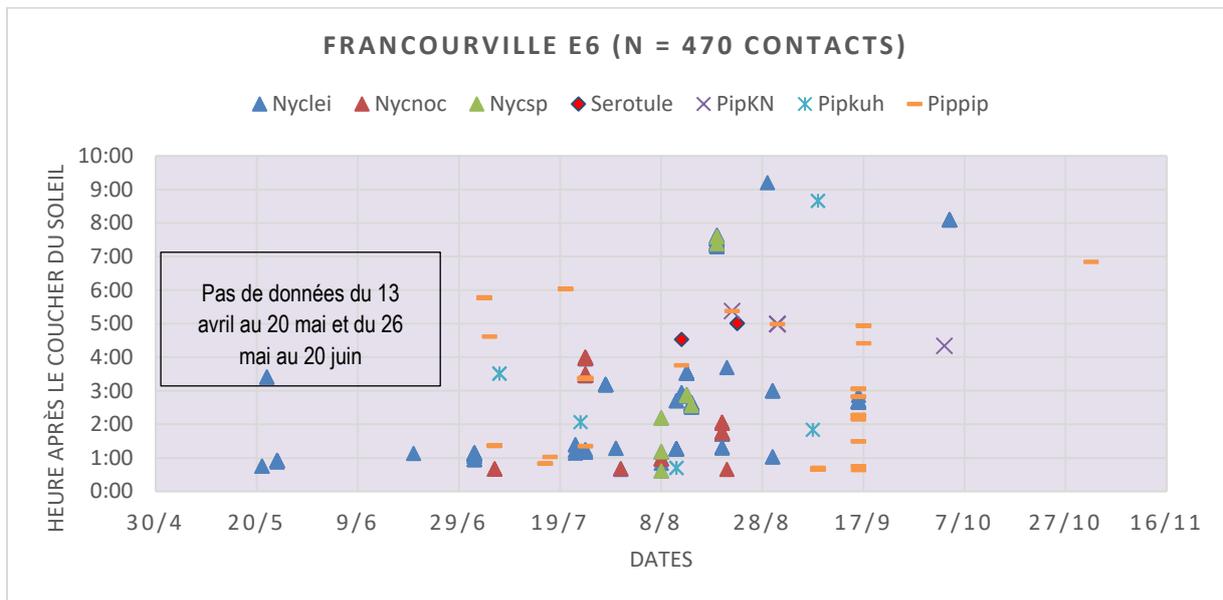
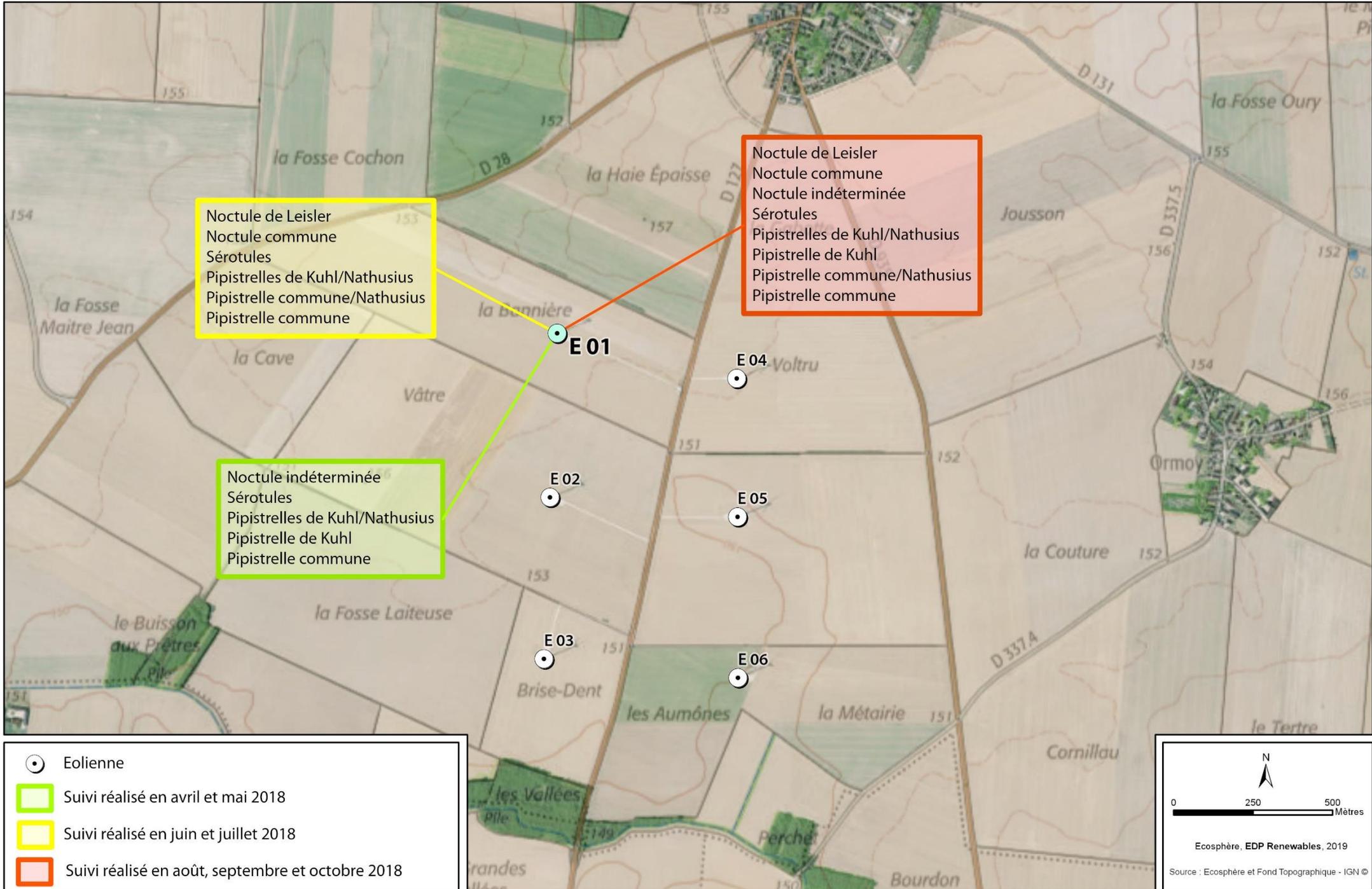
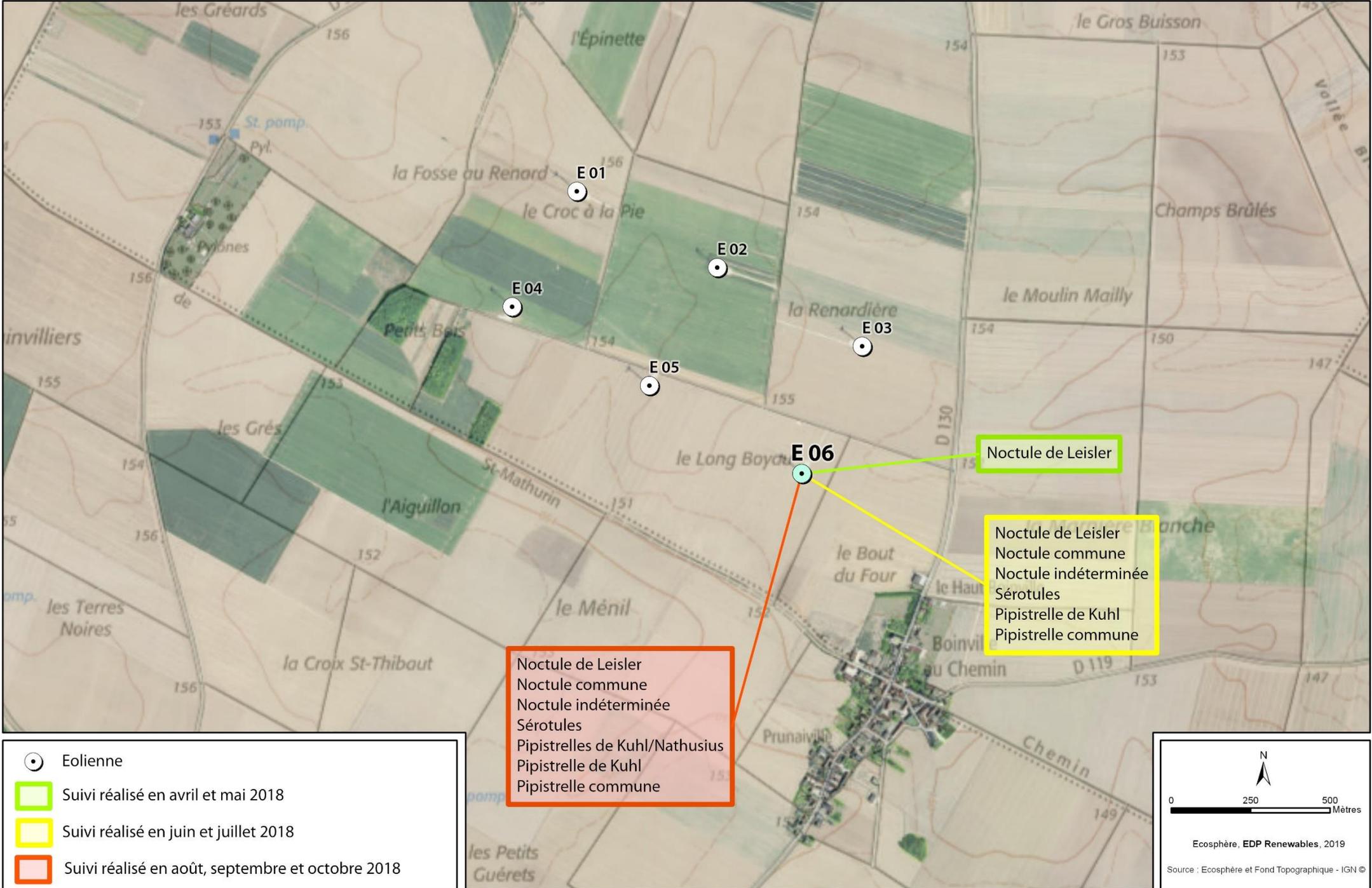


Figure 10 – Francourville E6 : distribution des contacts en fonction de la date et de l'heure après le coucher du soleil





4.2.3. Synthèse et évaluation des activités

4.2.3.1. Indicateurs de la fréquentation

Les tableaux suivants synthétisent l'ensemble de ces résultats à l'aide de plusieurs indicateurs :

- le nombre de nuits où le suivi a été opérationnel ;
- la moyenne par nuit des contacts (toutes espèces confondues) sur toutes les nuits suivies ;
- la moyenne par nuit des contacts des espèces dites migratrices* (noctules et Pipistrelle de Nathusius) sur toutes les nuits suivies ;
- le nombre de nuits avec au moins 1 contact enregistré (nuit positive) ;
- le nombre de nuits avec des totaux de contacts supérieurs ou égaux à 20 par nuit (pic) ;
- le nombre maximal de contacts (toutes espèces confondues) par nuit ;
- un estimateur du nombre d'individus calculé à partir du nombre cumulé de contacts consécutifs d'une même espèce ayant un intervalle de plus d' 1 heure entre eux¹⁴.

Pour Dammarie E1, seulement une petite partie des nuits du suivi ont enregistrés des contacts avec un maximum de 13 en juillet et 14 en août comptant au moins un contact. La moyenne des espèces*, soit les noctules, est maximale en juillet qui est le mois comptant le plus grand maximum de contacts par nuit (max = 74) et d'estimateur individus (i = 18). Tandis qu'en août et septembre comptent des estimateurs individus similaires (i =18 et 16) mais avec des maxima et des moyennes bien plus faibles (max = 25 et 29 contacts ; moy = 2,8 et 2,2 contacts/nuit)

Tableau 29 – Dammarie E1 : Bilan statistique du suivi en nacelle 2018

Dammarie E1	Nuit	Moyenne par nuit	Moyenne espèces* par nuit	Nuits avec au moins 1 contact	Nuits avec plus de 20 contacts	Nombre max par nuit	Nombre de contacts consécutifs à plus d'1 h d'intervalle
Avril	27	0,1	0,1	1	0	4	2
Mai	31	0,2	0,1	7	0	5	7
Juin	30	2,8	0,1	9	2	40	15
Juillet	31	4,6	1,3	13	2	74	18
Août	31	2,8	0,4	14	1	25	18
Septembre	30	2,2	0,0	9	1	29	16
Octobre	31	0,0	0,0	1	0	1	1
Novembre	19	0,0	0,0	0	0	0	0

¹⁴ Il est supposé que plus l'intervalle de temps entre deux contacts consécutifs d'une même espèce est grand (au moins 60 min), plus la probabilité qu'ils appartiennent à deux individus différents de la même espèce est élevée.

Pour Francourville E6 qui a subi des pannes à répétition jusqu'au 20 juin, les moyennes d'espèces* (noctules) sont les plus élevées en juillet et août ($m^* = 3,2$ et $7,5$). Ce sont les mois avec les plus grands nombres de nuit avec au moins un contact, pics supérieurs à 20 contacts par nuit ($p = 2$ et 4), maxima par nuit ($\max = 71$ et 98) et estimateurs d'individus ($i = 17$ et 26). Le mois de septembre enregistre des résultats comparables à ceux de Dammarie, excepté l'estimateur d'individus qui est plus de deux fois moindre ($i = 7$ contre 16).

Tableau 30 – Francourville E6 : Bilan statistique du suivi en nacelle 2018

Francourville E6	Nuit	Moyenne par nuit	Moyenne espèces* par nuit	Nuits avec au moins 1 contact	Nuits avec plus de 20 contacts	Nombre max par nuit	Nombre de contacts consécutifs à plus d'1 h d'intervalle
Avril°	panne technique du 13 avril au 20 mai						
Mai°	10	0,9	0,9	3	0	5	3
Juin°	10	0,1	0,1	1	0	1	0
Juillet	31	4,8	3,2	14	2	71	17
Août	31	7,8	7,5	13	4	98	26
Septembre	30	2,0	0,6	4	1	36	7
Octobre	31	0,2	0,2	2	0	6	2
Novembre	19	0,1	0,0	1	0	1	1

°Pas de données du 26 mai au 20 juin

4.2.3.2. Évaluation par comparaison avec des moyennes mensuelles (contacts par nuit) issues d'autres suivis en nacelle

Depuis quelques années, Ecosphère a réalisé plusieurs suivis acoustiques en nacelle similaires à celui-ci (micro orienté vers le bas de la zone de rotation des pales) dans **la moitié nord de la France**. Les résultats se basant simplement sur **la moyenne mensuelle des contacts par nuit de l'activité globale** (toutes espèces) sont synthétisés dans le tableau suivant (le minimum correspond à la plus petite moyenne mensuelle, et le maximum à la plus grande).

Les moyennes mensuelles de ce suivi **inférieures à 2 contacts par nuit** correspondent à des résultats souvent rencontrés en plaine agricole intensive sans et avec boisements à proximité ; c'est donc une **activité faible** considérée comme relativement commune.

=> Pour les deux suivis, c'est le cas des mois d'avril, mai, octobre, novembre.

Les moyennes mensuelles de ce suivi comprises **approximativement entre 2 et 5 contacts par nuit** sont donc considérées comme des activités significatives (au-dessus de l'activité de fond) mais restant **moyennes**.

=> Pour Dammarie E1, c'est le cas des mois de juin, juillet, août et septembre. Pour Francourville E6, c'est le cas du mois de juillet et septembre.

Les moyennes mensuelles de ce suivi comprises **approximativement entre 5 et 10 contacts par nuit** sont donc considérées comme des activités **supérieures à la moyenne, et donc assez importantes.**

=> Pour Francourville E6 seulement, c'est le cas du mois d'août.

Les moyennes mensuelles de ce suivi comprises **supérieures à approximativement 10 contacts par nuit** sont donc considérées comme des activités **importantes**, sans être néanmoins exceptionnelles (supérieures à 15, voire 20 contacts par nuit).

=> Aucun cas.

La moyenne arithmétique est donc un indicateur statistique simple avec une bonne robustesse si l'échantillonnage est conséquent (le cas ici), malgré des différences selon le type d'appareil utilisé (capacité de détection des micros selon leur gain et qualité). Cependant, elle a tendance à lisser grandement les valeurs du fait qu'il y ait souvent une majorité de nuits sans aucun contact enregistré et au contraire quelques-unes avec beaucoup de contacts (grande variance).

Tableau 31 – Compilation de résultats obtenus pour des suivis chiroptérologiques en nacelle

Lieu	Habitats	Hauteur de nacelle	Matériel	Période	Résultats (moyennes mensuelles de contacts/nuit de toutes espèces)	Auteur
France (28)	Plaine agricole intensive à proximité de boisements	87 m (Enercon E66/2000)	SM4bat	08/08 au 26/09	Min 8,2 à Max 24,8 Moyenne de 17,6	Écosphère, 2017
France (28)	Plaine agricole intensive à proximité de boisements	87 m (Enercon E66/2000)	SM4bat	08/08 au 10/11	Min 1,8 à Max 13,4 Moyenne de 7	Écosphère, 2017
France (18)	Plaine agricole intensive à proximité de boisements	100 m (Nordex 100)	Anabat SD1	15/07 au 15/10	Min 1,5 à Max 3,6 Moyenne de 2,2	Ecosphère, 2016
France (36)	Plaine agricole intensive à proximité de boisements	100 m (Nordex 100)	Anabat SD1	15/07 au 15/10	Min 1,5 à Max 3,4 Moyenne de 2,3	Ecosphère, 2016
France (36)	Plaine agricole intensive	70 m (Gamesa 90)	Anabat SD1	04/07 au 31/10	Min 0,2 à Max 1,3 Moyenne de 0,7	Écosphère, 2017
France (36)	Plaine agricole intensive	70 m (Gamesa 90)	Anabat SD1	04/07 au 31/10	Min 0,1 à Max 3,3 Moyenne de 1,2	Écosphère, 2017
France (36)	Plaine agricole intensive	70 m (Gamesa 90)	Anabat SD1	04/07 au 31/10	Min 0 à Max 2,2 Moyenne de 0,8	Écosphère, 2017
France (36)	Plaine agricole intensive	90 m (Alsthom Eco 100) micro posé sur le toit	Anabat SD1	06/08 au 10/10	Min 0,27 à Max 2,3 Moyenne de 0,87	Écosphère, 2015

Lieu	Habitats	Hauteur de nacelle	Matériel	Période	Résultats (moyennes mensuelles de contacts/nuit de toutes espèces)	Auteur
France (21)	Forêt de feuillus	80 m (Vestas V100)	Batmode S	17/05 au 30/11	Min 1 à Max 22,3 Moyenne de 7,3	Écosphère, 2017
France (21)	Forêt de feuillus	80 m (Vestas V100)	Batmode S	17/05 au 30/11	Min 1,1 à Max 5,3 Moyenne de 7,3	Écosphère, 2017
France (21)	Forêt de feuillus	80 m (Vestas V100)	SM2bat	12/05 au 30/11	Min 1,9 à Max 4,3 Moyenne de 1,6	Écosphère, 2017
France (21)	Forêt de feuillus	80 m (Vestas V100)	SM2bat	12/05 au 30/11	Min 0,7 à Max 5,2 Moyenne de 2,0	Écosphère, 2017
France (68)	Forêt de pins	90 m (Vestas V90)	Batmode S	27/07 au 28/10	Moyenne de 33,9	Écosphère, 2017
France (68)	Forêt de pins	90 m (Vestas V90)	Batmode S	27/07 au 02/09	Moyenne de 67,1	Écosphère, 2017
France (25)	Forestier	90 m (Vestas 90)	Anabat SD1	07/08 au 04/11	Moyenne de 7 Min 1,36 à Max 11,5	Écosphère, 2014

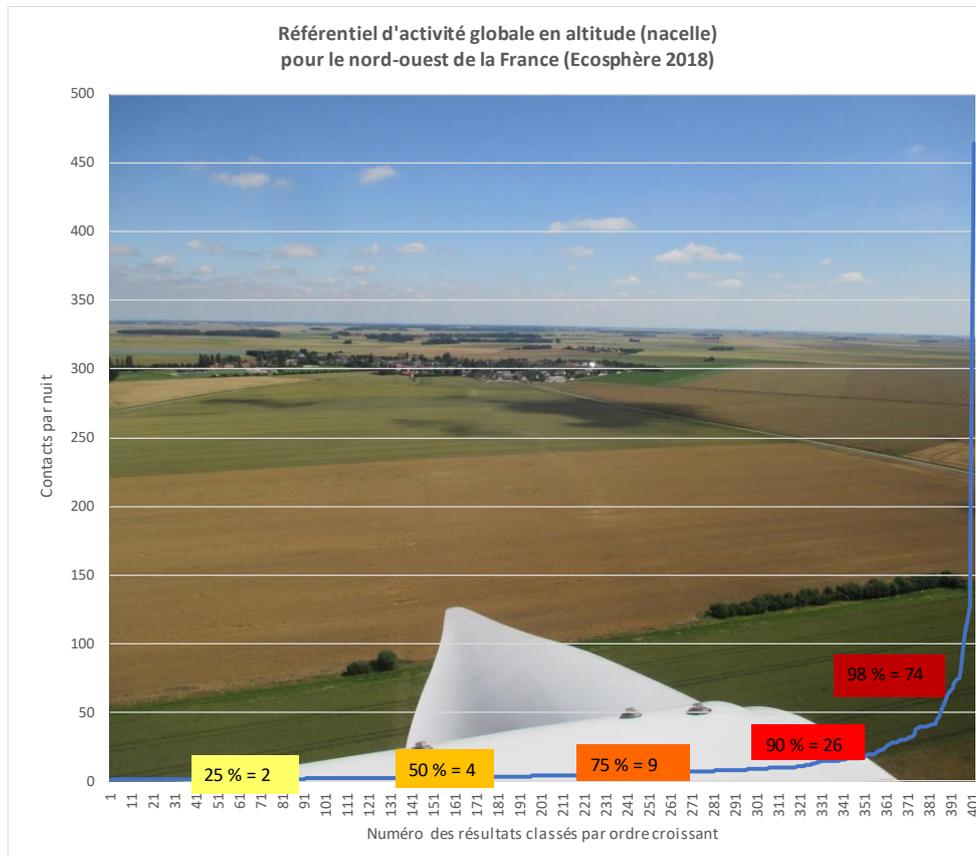
4.2.3.1. Évaluation par comparaison avec un référentiel d'activité (compilation des résultats en contacts par nuit) issus d'autres suivis en nacelle

Une approche basée sur l'agrégation de nombreux résultats, issus de nombreux suivis d'une grande région, permet d'établir des classes statistiques délimitées par des seuils que sont les quantiles des données (valeurs qui divisent un jeu de données en intervalles).

Le graphique ci-après présente les données du référentiel d'Écosphère¹⁵ classés en ordre croissant, et les valeurs correspondant aux quantiles 25 %, 50 % (= médiane), 75 %, 95 % et 98 %. Ils permettent ainsi de décomposer les résultats en 6 classes distinctes : 1 à 25 % ; 25 à 50 % ; 50 à 75 % ; 75 à 90 % ; 90 à 98 % ; et 98 à 100 %.

¹⁵ Valeurs issues d'une compilation de 408 nuits d'écoute au cours desquelles au moins 1 contact a été enregistré. Données pour 10 éoliennes réparties sur 7 sites différents implantés à plus de 50m d'altitude en milieu ouvert (2014-18).

La même logique peut alors être appliquée par espèce, ce qui a l'avantage de prendre en compte de manière empirique, a contrario de théorique, les différences de détectabilité et de comportement de vol de chacune.



A partir de ce référentiel, le tableau ci-dessous présente **les résultats par espèce (nombre de contacts par nuit) sur toute la période du suivi**.

Pour Dammarie E1, les trois espèces qui ont le plus grand nombre de résultats avec des activités assez rare à très rare¹⁶ (quantiles de 75 à 100) sont d'abord la Noctule de Leisler et la Pipistrelle commune ($Q^{>75} = 6$), viennent ensuite la Noctule commune ($Q^{>75} = 2$), et enfin la Pipistrelle de Kuhl ($Q^{>75} = 1$ à Q^{98-100}).

¹⁶ C'est bien la rareté d'occurrence d'un tel résultat qui est analysé ici. Exemple analogue : 25 °C au mois de novembre en Bretagne est un événement rare... si pas très rare !

Tableau 32 – Dammarie E1 : Évaluation des résultats par espèce sur l'ensemble du suivi en fonction du référentiel d'activité des suivis nacelles dans le nord-ouest de la France (Ecosphère, 2014-2018)

Dammarie E1	Q1-25 %	Q25-50 %	Q50-75 %	Q75-90 %	Q90-98 %	Q98-100 %
Noctule de Leisler	3	2	7	4	2	
Noctule commune	1		2	1	1	
Noctule indéterminée	2	1				
Sérotule	6	1	1			
Pipistrelle de Kuhl	7	3	4			1
Pipistrelle de Kuhl/Nathusius	1	1				
Pipistrelle commune/Nathusius	2			1		
Pipistrelle commune	10	7	3	3	3	
TOUTES	26	8	9	7	4	

Pour Francourville E6, les trois espèces qui ont le plus grand nombre de résultats avec des activités assez rare à très rare (quantiles de 75 à 100) sont d'abord la Noctule de Leisler ($Q^{>75}= 10$), viennent ensuite la Pipistrelle commune et les autres noctules/sérotules ($Q^{>75}= 5$), et enfin la Noctule commune ($Q^{>75}= 2$).

Tableau 33 – Francourville E6 : Évaluation des résultats par espèce sur l'ensemble du suivi en fonction du référentiel d'activité des suivis nacelles dans le nord-ouest de la France (Ecosphère, 2014-2018)

Francourville E6	Q1-25 %	Q25-50 %	Q50-75 %	Q75-90 %	Q90-98 %	Q98-100 %
Noctule de Leisler	4	5	4	3	5	2
Noctule commune	2	1			2	
Noctule indéterminée			2	3	1	
Sérotule	5	3		1		
Pipistrelle de Kuhl		3	2			
Pipistrelle de Kuhl/Nathusius	4		1			
Pipistrelle commune	6		3	2	3	
TOUTES	14	8	5	6	4	1

Les résultats pour l'activité globale de ces suivis sont également classés mois par mois dans les tableaux ci-dessous.

Pour Dammarie E1, les cas d'activités qualifiés d'assez rare à très rare (Q75 à 100) ont surtout été observés en juillet et août ($Q^{>75} = 4$ et 3), et dans une moindre mesure en juin et septembre ($Q^{>75} = 2$ et 2).

Tableau 34 – Dammarie E1 : évaluation des résultats du suivi (toutes espèces) en fonction du référentiel d'activité des suivis nacelles dans le nord-ouest de la France (Ecosphère, 2014-2018)

Dammarie E1	Q1-25	Q25-50	Q50-75	Q75-90	Q90-98	Q98-100
Avril		1				
Mai	7					
Juin	3	2	2	1	1	
Juillet	6	1	2	2	2	
Août	5	3	3	3		
Septembre	4	1	2	1	1	
Octobre	1					
Novembre						

Pour Francourville E6, les cas d'activités qualifiés d'assez rare à très rare ont surtout été observés en août ($Q^{>75} = 3$ et 6), et dans une moindre mesure en juillet et septembre ($Q^{>75} = 3$ et 2 respectivement).

Tableau 35 – Francourville E6 : évaluation des résultats du suivi (toutes espèces) en fonction du référentiel d'activité des suivis nacelles dans le nord-ouest de la France (Ecosphère, 2014-2018)

Mois	Q1-25	Q25-50	Q50-75	Q75-90	Q90-98	Q98-100
Avril						
Mai	2		1			
Juin	1					
Juillet	4	5	2	2	1	
Août	4	2	1	3	2	1
Septembre	1	1		1	1	
Octobre	1		1			
Novembre	1					

A ces niveaux de fréquentation détaillés, il faut ensuite intégrer les niveaux d'enjeu propres à chaque espèce afin d'en déduire les niveaux de risque de collision, impact principal concernant les chiroptères.

4.3. Suivi de fréquentation ornithologique

Voir l'annexe 4 pour le détail des espèces observées ainsi que les deux cartes ci-après.

Un total de 37 espèces a été contacté sur le parc de Dammarie et ses abords, et un total de 31 espèces sur le parc de Francourville et ses abords, au cours des suivis de 2018.

4.3.1. Parc éolien de Dammarie

4.3.1.1. Oiseaux nicheurs

24 espèces se reproduisent sur le parc et dans un rayon de 500 m autour de celui-ci. Ce périmètre comprend principalement des grandes cultures mais également quelques friches (au nord de E1), un fourré arbustif (au nord de E6) et une formation boisée linéaire le long de la vallée humide au sud du parc. On trouve ainsi principalement des espèces des milieux cultivés (Alouette des champs, Bergeronnette printanière, etc.) réparties sur l'ensemble du site, et des espèces nichant dans les boisements au sud du parc (mésanges, Rougegorge familier, Pouillot véloce, etc.).

Une autre espèce se reproduit aux abords plus lointains. Il s'agit du Busard Saint-Martin, probablement nicheur dans la parcelle de céréales située entre la RD 935 et le bourg d'Ormoy (lieu-dit « la Couture »). Le couple a été observé à de nombreuses reprises au sein du parc éolien, et notamment lors d'un échange de proie entre le mâle et la femelle le 14 juin 2018.

Parmi les espèces nicheuses, 2 sont à enjeu de conservation (Bruant des roseaux [assez fort] et Busard Saint-Martin [moyen]) et 3 sont considérées comme sensibles au risque de collision :

- le **Busard Saint-Martin** et la **Buse variable** (sensibilité moyenne) ;
- le **Faucon crécerelle** (sensibilité assez forte).

4.3.1.2. Oiseaux migrateurs, hivernants ou erratiques

12 espèces appartiennent à cette catégorie et ne nichent pas dans l'aire d'étude, 9 autres espèces sont également nicheuses. Il s'agit de **migrateurs** qui traversent seulement le secteur, s'y arrêtant ou pas, d'**hivernants** en provenance du nord de l'Europe, ou encore d'**oiseaux au comportement erratique**, qui peuvent fréquenter la zone même en période estivale (immatures, adultes ayant raté leur reproduction...).

Parmi ces 12 espèces non nicheuses, 4 sont considérées comme moyennement sensibles au risque de collision :

- le **Busard des roseaux**, avec deux femelles stationnant et chassant entre E1 et E4 lors de la migration postnuptiale ;
- l'**Epervier d'Europe**, avec un individu en migration pré-nuptiale au sud de E3 ;
- le **Goéland leucopnée**, avec quelques juvéniles traversant ou contournant le parc lors de la migration postnuptiale ;

- le **Héron cendré**, avec au minimum un individu s'alimentant dans les cultures et les friches entre E1 et E4 juste après la période de reproduction.

Quelques autres espèces sont connues pour leur niveau de risque de collision élevé, mais leur statut de conservation est favorable et leur sensibilité reste faible (**Roitelet à triple-bandeau** notamment).

4.3.1.3. Réactions et comportement de l'avifaune vis-à-vis des éoliennes

Les mouvements locaux ont été finement renseignés lors des passages sur le terrain.

Le comportement et les effectifs des 37 espèces fréquentant régulièrement le parc et ses abords ont été renseignés lors des **18 passages consacrés au suivi avifaunistique** afin d'évaluer si l'activité éolienne avait des conséquences sur leurs mouvements, leur alimentation...

Les hauteurs de vol sont globalement faibles et à hauteur de pales mais sont variables selon les conditions météorologiques. Par beau temps, certains rapaces peuvent voler à plusieurs centaines de mètres au-dessus du parc éolien (non observé ici).

On recense les espèces suivantes :

- ❖ **Celles cantonnées qui circulent très peu et qui se déplacent très majoritairement au ras du sol en période de reproduction** : Accenteur mouchet, Merle noir, Rougegorge familier, Troglodyte mignon, etc. Il s'agit principalement d'espèces nichant dans les boisements au sud du parc, à proximité relative des machines. Pour ces dernières, aucun comportement particulier par rapport aux éoliennes n'a été observé. Le parc éolien ne modifie pas les fonctionnalités locales de ces espèces. D'autres espèces liées aux cultures se reproduisent à proximité immédiate des éoliennes, et ne montrent aucune réaction d'effarouchement (Bergeronnette printanière, Bruant des roseaux...);
- ❖ **Celles cantonnées qui circulent et effectuent ponctuellement des vols de transit et sont susceptibles de monter en altitude** : Alouette des champs, Pigeon ramier, Fauvette grise, Pie bavarde, etc. Il semble que les individus nicheurs se préoccupent très peu des éoliennes. Certains postes de chant figurent assez proche des mâts. Les vols s'effectuent en majorité en dessous du rayon d'action des pales mise à part pour quelques espèces telles que le Pigeon ramier, capable lors de ses vols territoriaux de monter à hauteur de pales sans pour autant que d'éventuelles réactions aient été vues ;
- ❖ **Celles qui utilisent un large domaine vital en période de reproduction**, comme la Corneille noire, le Busard Saint-Martin, la Buse variable, le Faucon crécerelle.

Plusieurs comportements vis-à-vis des éoliennes ont pu être mis en évidence :

- ✓ **lorsque les éoliennes sont à l'arrêt**, les individus ne présentent pas de comportement particulier vis-à-vis des machines. Des observations de Buses variables et de Faucons crécerelles passant à proximité directe des pales ont été notées ;
- ✓ **lorsque les éoliennes sont en mouvement**, un comportement d'évitement a pu être mis en évidence chez la plupart des oiseaux observés (prise d'altitude, évitement par la gauche ou la droite). En revanche, pour certaines espèces comme le Busard Saint-Martin, aucun comportement d'évitement n'a été noté. Leurs activités alimentaires semblent se produire indépendamment de l'activité des éoliennes. Un échange de proie à hauteur de pales entre les deux membres du couple a même été observé au cœur du parc éolien. Des Faucons crécerelles ont également été observés posés sur

les escaliers d'accès des éoliennes (alors que celles-ci tournaient). Le risque de collision est notable (un cadavre de Faucon crécerelle trouvé sous E4 en 2018).

NB : les suivis ont été réalisés avec des conditions météorologiques généralement favorables à l'observation. Il est probable que le risque de collision augmente lorsque les conditions de visibilité sont médiocres par temps de brouillard ou de pluie.

- ❖ **Celles traversant le parc et ses abords en vol migratoire ou effectuant des stationnements ponctuels dans le temps :** Busard des roseaux, Busard pâle, Goéland leucophée, Héron cendré, Pluvier doré, Vanneau huppé, etc. Certaines espèces, voire certains individus, préfèrent contourner le parc plutôt que le traverser lors de vols migratoires ou de déplacements supra-locaux, comme l'Épervier d'Europe, le Pluvier doré et le Goéland leucophée. Cependant la grande majorité des espèces ne s'occupent pas des éoliennes et sont présentes au sein même du parc éolien :
 - ✓ **En alimentation :** Héron cendré s'alimentant sur la plateforme de E1 ; Busard pâle chassant sous E6... ;
 - ✓ **En stationnement :** 1000 Vanneaux huppés et 100 Pluviers dorés à 200-300 mètres au sud-ouest de E6, en halte migratoire (aucun indice d'effarouchement alors que l'éolienne tournait) ; Busard des roseaux posé à proximité immédiate de E1 ; Traquet motteux posé sur la plateforme de E4... ;
 - ✓ **En vol :** Goéland leucophée passant sous les pales de E1 et entre E5 et E6...

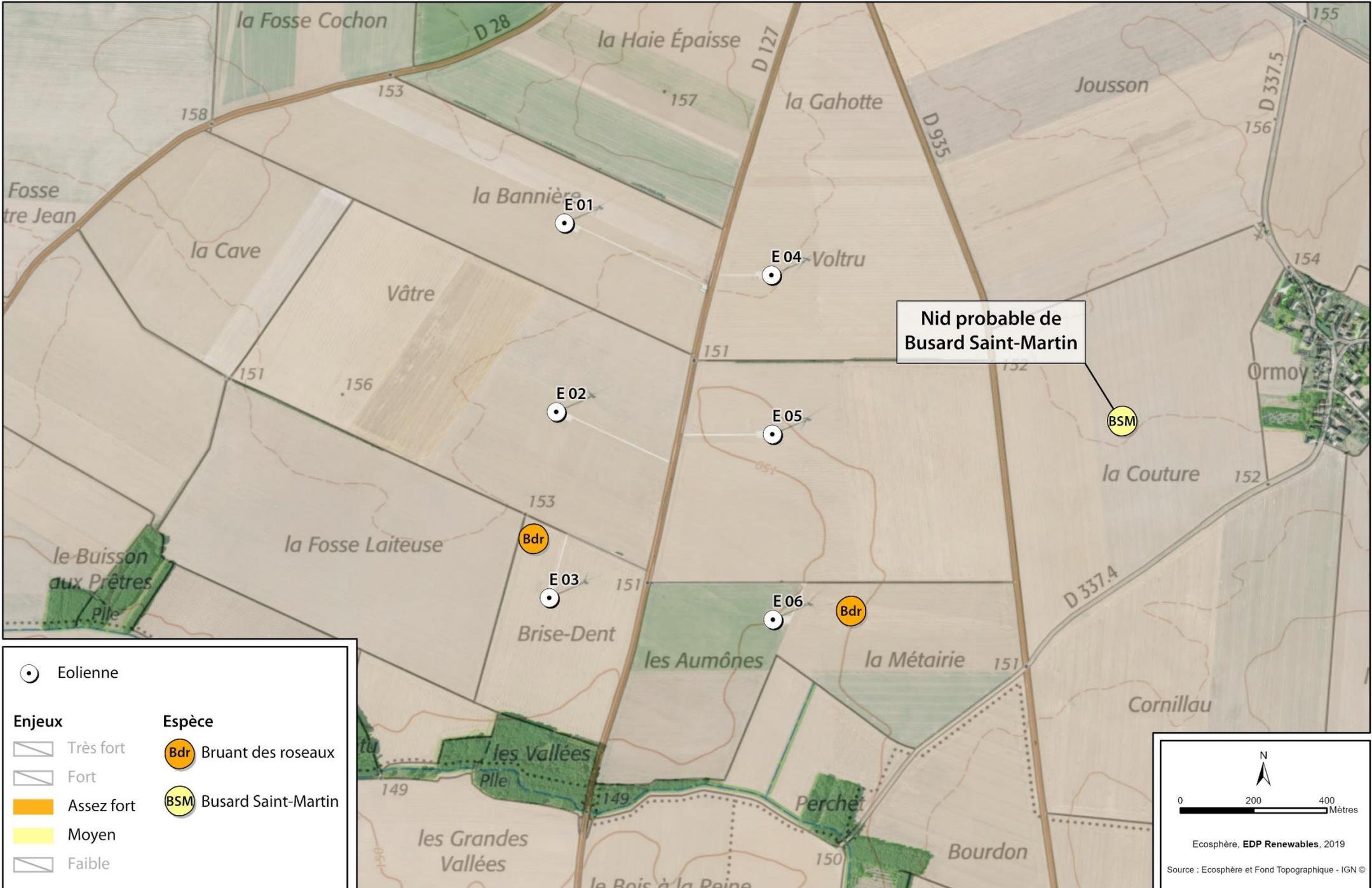
4.3.1.4. Conclusion sur le suivi de fréquentation ornithologique du parc éolien de Dammarie

7 espèces observées sur le parc sont considérées comme sensibles au risque de collision. Il s'agit de :

- **5 rapaces :** la Buse variable, le Busard Saint-Martin, le Faucon crécerelle (présents toute l'année et nicheurs à proximité du parc), le Busard des roseaux et l'Épervier d'Europe (migrateurs) ;
- **1 échassier :** le Héron cendré (erratique, vient s'alimenter à proximité des éoliennes) ;
- **1 laridé :** le Goéland leucophée (en transit).

L'observation des mouvements locaux révèle que **les espèces nicheuses caractérisées par de faibles domaines vitaux adoptent des comportements peu risqués vis-à-vis de l'éolien**. La plupart d'entre elles évolue dans l'espace de garde au sol des éoliennes. Le constat est plus nuancé pour les espèces à vastes domaines vitaux. Certaines s'adaptent en évitant les éoliennes (prise d'altitude, évitement par la gauche ou la droite), alors que d'autres intègrent les éoliennes à leur territoire sans présenter de méfiance particulière, ce qui génère un risque plus élevé (rapaces diurnes notamment).

Il existe par conséquent des comportements à risque qui concernent plusieurs espèces de rapaces diurnes pour la plupart nicheuses à proximité directe du parc éolien (Buse variable, Busard Saint-Martin, Faucon crécerelle).



	Eolienne
Enjeux	
	Très fort
	Fort
	Assez fort
	Moyen
	Faible
Espèce	
	Bdr Bruant des roseaux
	BSM Busard Saint-Martin

N

0 200 400 Mètres

Écosphère, EDP Renewables, 2019
Source : Écosphère et Fond Topographique - IGN ©

4.3.2. Parc éolien de Francourville

4.3.2.1. Oiseaux nicheurs

17 espèces se reproduisent sur le parc et dans un rayon de 500 m autour de celui-ci. Ce périmètre comprend principalement des grandes cultures mais également trois petits boisements au sud-ouest de E4. On trouve ainsi principalement des espèces des milieux cultivés (Alouette des champs, Bruant proyer, etc.) réparties sur l'ensemble du site, et quelques espèces nichant dans les boisements au sud-ouest du parc (mésanges, Pic épeiche, Sittelle torchepot, etc.).

Deux autres espèces se reproduisent aux abords plus lointains. Il s'agit du Busard Saint-Martin, avec plusieurs observations d'individus observés au sein du parc éolien en période de reproduction (nid non trouvé), et du Faucon crécerelle, présent de manière régulière à proximité des éoliennes.

Parmi ces espèces nicheuses, 2 sont à enjeu de conservation (Busard Saint-Martin et Perdrix grise [moyen]) et 3 sont considérées comme sensibles au risque de collision :

- le **Busard Saint-Martin** et la **Buse variable** (sensibilité moyenne) ;
- le **Faucon crécerelle** (sensibilité assez forte).

4.3.2.2. Oiseaux migrateurs, hivernants ou erratiques

12 espèces appartiennent à cette catégorie et ne nichent pas dans l'aire d'étude, 6 autres espèces sont également nicheuses. Il s'agit de **migrateurs** qui traversent seulement le secteur, s'y arrêtant ou pas, d'**hivernants** en provenance du nord de l'Europe, ou encore d'**oiseaux au comportement erratique**, qui peuvent fréquenter la zone même en période estivale (immatures, adultes ayant raté leur reproduction...).

Parmi ces 12 espèces non nicheuses, une seule est considérée comme **moyennement** sensibles au risque de collision : le Goéland leucophée, avec un maximum de 60 individus (adultes, subadultes et juvéniles) en stationnement dans les cultures au cœur du parc.

4.3.2.3. Réactions et comportement de l'avifaune vis-à-vis des éoliennes

Les mouvements locaux ont été finement renseignés lors des passages sur le terrain.

Le comportement et les effectifs des 31 espèces fréquentant régulièrement le parc et ses abords ont été renseignés lors des **18 passages consacrés au suivi avifaunistique** afin d'évaluer si l'activité éolienne avait des conséquences sur leurs mouvements, leur alimentation...

Les hauteurs de vol sont globalement faibles et à hauteur de pales mais sont variables selon les conditions météorologiques. Par beau temps, certains rapaces peuvent voler à plusieurs centaines de mètres au-dessus du parc éolien (non observé ici).

On recense les espèces suivantes :

- ❖ **Celles cantonnées qui circulent très peu et qui se déplacent très majoritairement au ras du sol en période de reproduction** : Fauvette à tête noire, Merle noir, Rougegorge familier, Troglodyte mignon, etc. Il s'agit principalement d'espèces nichant dans les boisements au sud-ouest du parc, à proximité de l'éolienne 4. Pour ces dernières, aucun comportement particulier par rapport aux éoliennes n'a été observé. Le parc éolien ne modifie pas les fonctionnalités locales de ces espèces. D'autres espèces liées aux cultures se reproduisent à proximité immédiate des éoliennes, et ne montrent aucune réaction d'effarouchement (Bergeronnette printanière, Perdrix grise...);
- ❖ **Celles cantonnées qui circulent et effectuent ponctuellement des vols de transit et sont susceptibles de monter en altitude** : Alouette des champs, Bruant proyer. Il semble que les individus nicheurs se préoccupent très peu des éoliennes. Certains postes de chant figurent assez proche des mâts. Les vols s'effectuent en majorité en dessous du rayon d'action des pales ;
- ❖ **Celles qui utilisent un large domaine vital en période de reproduction**, comme le Corbeau freux, la Corneille noire, le Busard Saint-Martin, la Buse variable, le Faucon crécerelle.

Plusieurs comportements vis-à-vis des éoliennes ont pu être mis en évidence :

- ✓ **lorsque les éoliennes sont à l'arrêt**, les individus ne présentent pas de comportement particulier vis-à-vis des machines. Des observations de Buses variables et de Faucons crécerelles passant à proximité directe des pales ont été notées ;
- ✓ **lorsque les éoliennes sont en mouvement**, un comportement d'évitement a pu être mis en évidence chez la plupart des oiseaux observés (prise d'altitude, évitement par la gauche ou la droite). En revanche, pour certaines espèces comme le Faucon crécerelle, aucun comportement d'évitement n'a été noté. Leurs activités alimentaires semblent se produire indépendamment de l'activité des éoliennes. Des individus ont également été observés posés sur les escaliers d'accès des éoliennes (alors que celles-ci tournaient). Le risque de collision est notable.

NB : les suivis ont été réalisés avec des conditions météorologiques généralement favorables à l'observation. Il est probable que le risque de collision augmente lorsque les conditions de visibilité sont médiocres par temps de brouillard ou de pluie.

- ❖ **Celles traversant le parc et ses abords en vol migratoire ou effectuant des stationnements ponctuels dans le temps** : Étourneau sansonnet, Goéland leucopnée, Pigeon ramier, Pipit farlouse, etc. Certaines espèces, voire certains individus, préfèrent contourner le parc plutôt que le traverser lors de vols migratoires ou de déplacement supra-locaux, comme le Pluvier doré. Cependant la grande majorité des espèces ne s'occupent pas des éoliennes et sont présentes au sein même du parc éolien :
 - ✓ **En alimentation** : 10 Étourneaux sansonnets entre E2 et E3, de nombreux Pigeons ramiers s'alimentant dans les cultures au sein du parc... ;
 - ✓ **En stationnement** : 60 Goélands leucopnées, en halte migratoire ou erratisme au cœur du parc (aucun indice d'effarouchement alors que les éoliennes tournaient) ; Traquet motteux posé sur la plateforme de E3... ;
 - ✓ **En vol** : Hirondelle rustique passant sous les pales entre E5 et E6...

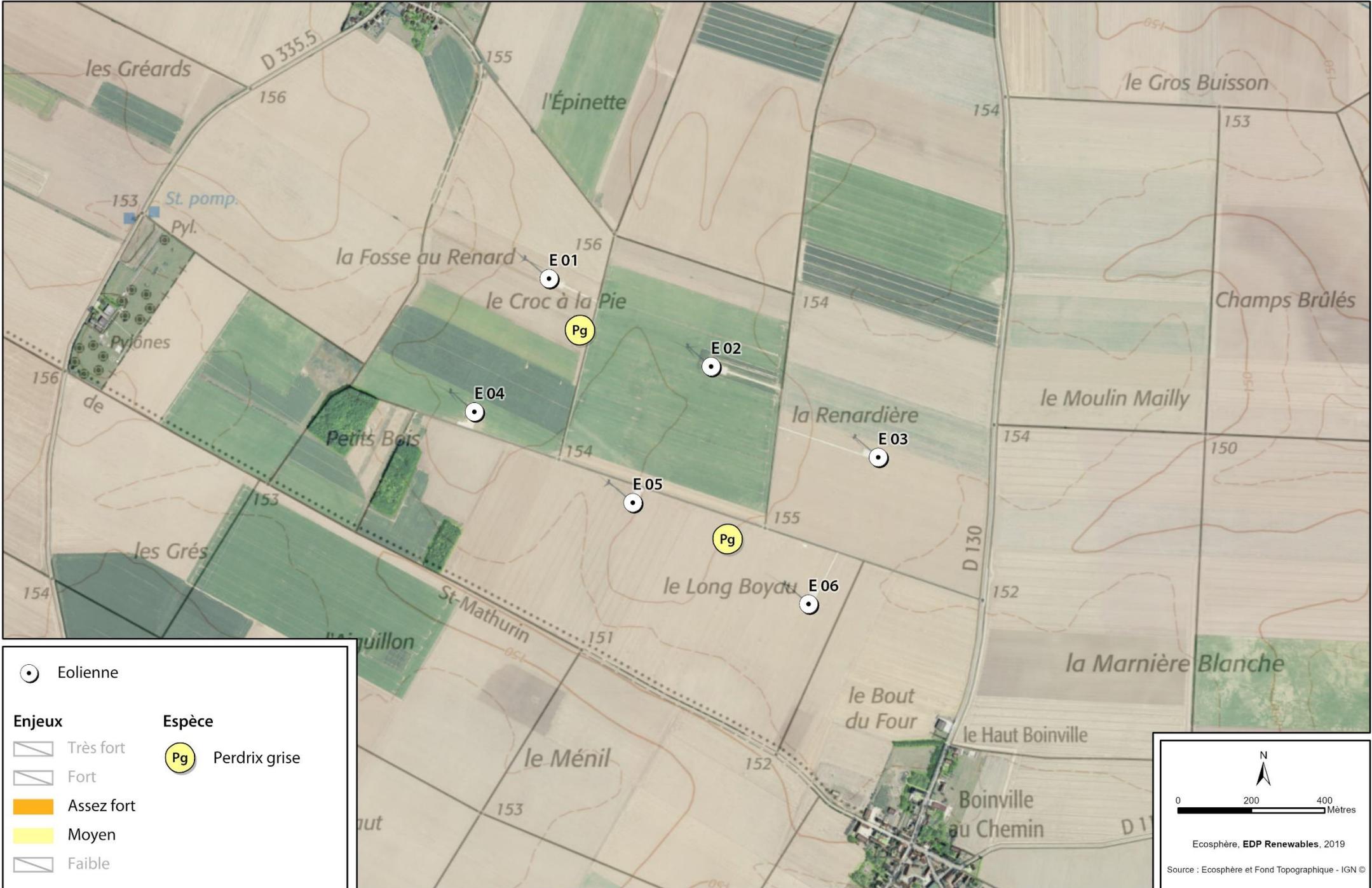
4.3.2.4. Conclusion sur le suivi de fréquentation ornithologique du parc éolien de Francourville

4 espèces observées sur le parc sont considérées comme sensibles au risque de collision. Il s'agit de :

- **3 rapaces** : la Buse variable, le Busard Saint-Martin, le Faucon crécerelle (présents toute l'année et nicheurs à proximité du parc) ;
- **1 laridé** : le Goéland leucophée (en stationnement et en transit).

L'observation des mouvements locaux révèle que les espèces nicheuses caractérisées par de faibles domaines vitaux adoptent des comportements peu risqués vis-à-vis de l'éolien. La plupart d'entre elles évolue dans l'espace de garde au sol des éoliennes. Le constat est plus nuancé pour les espèces à vastes domaines vitaux. Certaines s'adaptent en évitant les éoliennes (prise d'altitude, évitement par la gauche ou la droite), alors que d'autres intègrent les éoliennes à leur territoire sans présenter de méfiance particulière ce qui génère un risque plus élevé (rapaces diurnes notamment).

Il existe par conséquent des comportements à risque qui concernent plusieurs espèces de rapaces diurnes pour la plupart nicheuses à proximité directe du parc éolien (Buse variable, Busard Saint-Martin, Faucon crécerelle).



5. ÉVALUATION DES IMPACTS

5.1. Chauves-souris

5.1.1. Évaluation des impacts par collision spécifiques au parc

Le tableau ci-dessous détaille les niveaux de risque de collision par secteur et pour chaque mois du suivi.

Tableau 36 – Dammarie E1 : Évaluation des risques de collision contextualisés par mois sur la base de la sensibilité des espèces (forte), les activités enregistrées et les cadavres découverts

	Critères d'évaluation	Niveau de risque de collision selon l'activité en altitude
Avril	Activités très faibles (< 10 contacts par mois)	Négligeable
Mai	Activités très faibles (< 10 contacts par mois)	Négligeable
Juin	Activités moyennes dominées par les pipistrelles (2,8 contacts / nuit) avec 2 pics (>20 contacts/nuit), 15 individus estimés et 2 nuits avec Q>75%	Moyen
Juillet	Activités plus que moyennes avec des dizaines de contacts de Noctule commune (VU), avec 2 pics, 18 individus estimés et 4 nuits avec Q>75% + 1 cas de mortalité brute de N. commune sous E3 le 10/07/18 et 2 de P. commune sous E1 le 17/07/18	Assez fort
Août	Activités moyennes mais avec des dizaines de contacts de Noctule de Leisler (NT), avec 18 individus estimés et 3 nuits avec Q>75%, mais 1 seul pic	Moyen
Septembre	Activités moyennes mais avec moins d'une vingtaine de contacts de noctules, 16 individus estimés et 2 nuits avec Q>75%, mais 1 seul pic	Moyen
Octobre	Activités très faibles (< 10 contacts par mois)	Négligeable

	Critères d'évaluation	Niveau de risque de collision selon l'activité en altitude
Novembre	Activités nulles	Négligeable

Tableau 37 – Francourville E6 : Évaluation des impacts contextualisés par mois sur la base de la sensibilité des espèces (forte), les activités enregistrées et les cadavres découverts

	Critères d'évaluation	Niveau de risque de collision selon l'activité en altitude
Avril	Probablement activités très faibles (< 10 contacts par mois)	Négligeable
Mai	Probablement activités très faibles (< 10 contacts par mois)	Négligeable
Juin	Probablement activités faibles à moyennes	Faible à moyen
Juillet	Activités un peu plus que moyennes avec des dizaines de contacts de Noctule commune (VU) et de N. de Leisler (NT), avec 2 pics (>20), 17 individus estimés mais que 3 nuits avec Q>75%	Assez fort
Août	Activités assez importantes avec des centaines de contacts de Noctule de Leisler et des dizaines de N. commune, 4 pics, 26 individus estimés et 6 nuits avec Q>75%	Assez fort
Septembre	Activités à peine moyennes avec moins d'une vingtaine de contacts de noctules, 1 seul pic, 7 individus estimés et 2 nuits avec Q>75% + 1 cas de mortalité brute de Pipistrelle indéterminée le 19/09/18 sous E2	Moyen
Octobre	Activités très faibles (< 10 contacts par mois)	Négligeable
Novembre	Activités quasi nulles (< 5 contacts par mois)	Négligeable

Note importante : Toutes ces données recueillies sur une seule année ne permettent pas de prévoir les activités futures (variations interannuelles) mais seulement d'évaluer a priori les conditions du risque de collision/barotraumatisme. Par contre, une récente étude britannique (Matthews et al., 2016) a montré que, bien qu'on ne puisse pas traduire directement par corrélation l'activité en nombre de cadavres, la proportion des groupes d'espèces est généralement conservée entre les activités enregistrées à hauteur de nacelle et les nombres de cadavres trouvés au sol.

5.1.2. Impact indirect sur la fréquentation des habitats par les chiroptères

Jusqu'à récemment, il y avait peu d'informations publiées sur l'impact des parcs éoliens en exploitation sur l'habitat des chauves-souris, si ce n'est à des échelles territoriales assez larges (Roscioni et al., 2014). Toutefois, Bach (2001) avait mis en évidence une diminution du nombre de Sérotines communes chassant sur une zone bocagère après la mise en fonctionnement des éoliennes mais aussi une habituation pour les pipistrelles (Bach, 2002 in Million et al., 2015).

Néanmoins, des travaux de recherche récents ont été menés sur ce sujet au niveau d'un parc éolien de 30 éoliennes situé dans la Marne (51) sur la commune de Germinon et sur un site agricole de référence situé à 35 km plus au nord (Millon et al., 2015). Les auteurs ont ainsi montré qu'il y avait significativement moins d'activité des chauves-souris dans les zones de grandes cultures avec des éoliennes. Enfin, la présence ou non de gîtes dans les environs ne pouvait être testée ; ce qui peut éventuellement limiter la portée des résultats. Les auteurs ont aussi émis l'hypothèse que la relative désertion des parcs par certaines espèces n'empêchait pas les phénomènes d'attraction des turbines en elles-mêmes par d'autres. Ils ont par ailleurs montré l'effet positif des haies et des bandes enherbées sur le groupe des pipistrelles et celui des sérotines/noctules, ainsi qu'un effet positif des jachères sur le groupe oreillard/murins. Cependant, ces résultats n'étaient pas valides sur l'ensemble des saisons, voire étaient contradictoires.

Dans une thèse du Museum National d'Histoire Naturelle, Barré (2017) a mis en évidence des changements dans la fréquentation par les chiroptères sur un rayon atteignant un kilomètre autour du parc éolien. Ces changements augmentent au fur et à mesure que l'on s'approche des machines avec un phénomène de désertion avéré mais non expliqué qui concerne la quasi-totalité des espèces de chiroptères. Ces résultats, obtenus en Bretagne, sont néanmoins à prendre en compte en ayant bien en tête les éléments suivants :

- **l'échantillonnage était relativement faible** : 23 nuits d'écoute sur 29 parcs situés en Bretagne entre septembre et octobre 2016 avec la pose d'en moyenne 9 enregistreurs par nuit le long de haies ;
- **le travail n'a porté que sur une seule saison en transit postnuptiale**, pourtant la variabilité saisonnière des données est un phénomène déterminant dans les études acoustiques de chiroptères ;
- **une identification automatique des espèces ou groupes d'espèces a été pratiquée** (logiciel TADARIDA du MNHN), ce qui pose des problèmes de choix méthodologiques par exemple sur le seuil à partir duquel la donnée est jugée fiable et la quantité de données in fine utilisables. La prise en compte des différences de détectabilité (Barataud, 2015) entre les espèces ne semble pas avoir été réalisée ;
- **diverses covariables n'étaient pas précisées** : les informations sur l'état des haies, les conditions météorologiques, l'éclairage, proximité ou éloignement des gîtes, type de machine et ses caractéristiques (bruit, cut-in-speed, synchrone ou asynchrone, garde au sol...) sont

manquantes et n'ont pas fait l'objet de tests spécifiques. Les particularités de l'étude sont donc multiples et une transposition à tout autre cas est très délicate.

Rappelons en particulier que les parcs sont implantés à distance des habitations où se situent de nombreux gîtes pour plusieurs espèces (pipistrelles, oreillards, murins, etc.), et que la prise en compte de ce facteur n'est pas expliquée.

Ainsi, les conclusions sur l'aversion des chiroptères pour les parcs éoliens sont encore difficiles à interpréter même si des aspects comme le bruit pourraient apporter des explications. Par ailleurs, cette aversion pour certaines espèces doit coexister avec les phénomènes d'attraction mieux connus pour les pipistrelles ou les noctules/sérotines qui génèrent les risques de collision. Enfin, l'impact réel de l'aversion est à relativiser en fonction de la quantité de territoires de chasse ou de corridors disponibles dans un rayon de quelques kilomètres autour des gîtes.

Cet impact sur les territoires de chasse est dans le cas présent limité étant donné que les parcs de Dammarie et Francourville se situent en plaine agricole intensive sans haies ou boisements à proximité immédiate, à l'exception de trois bosquets localisés à 200 m au sud-ouest de E6 pour Francourville.

5.2. Oiseaux

5.2.1. Parc éolien de Dammarie

Les inventaires, réalisés en parallèle du suivi de la mortalité en 2017-2018, ont permis de mettre en évidence une fréquentation assez peu diversifiée dans et aux abords du parc.

En période de reproduction, l'impact du parc éolien sur les populations d'oiseaux nicheurs est **faible**. Le domaine vital des deux espèces à enjeu de conservation, à savoir le Bruant des roseaux et le Busard Saint-Martin, se situe tout ou partie au sein du parc éolien en fonctionnement, sans qu'il remette en cause le bon accomplissement de leur nidification.

En période de migration et d'hivernage, une partie des oiseaux évite effectivement le parc éolien, mais l'autre le traverse ou passe au travers, en présentant ponctuellement des réactions d'effarouchement.

L'impact du parc éolien de Dammarie est estimé **faible** lors de ces deux périodes.

5.2.2. Parc éolien de Francourville

Les inventaires, réalisés en parallèle du suivi de la mortalité en 2017-2018, ont permis de mettre en évidence une fréquentation assez peu diversifiée dans et aux abords du parc.

En période de reproduction, l'impact du parc éolien sur les populations d'oiseaux nicheurs est **faible**. Le domaine vital des deux espèces à enjeu de conservation, à savoir le Busard Saint-Martin et la Perdrix grise, se situe tout ou partie au sein du parc éolien en fonctionnement, sans qu'il remette en cause le bon accomplissement de leur nidification.

En période de migration et d'hivernage, une partie des oiseaux évite effectivement le parc éolien, mais l'autre le traverse ou passe au travers, en présentant ponctuellement des réactions d'effarouchement.

L'impact du parc éolien de Dammarie est estimé **faible** lors de ces deux périodes.

6. MESURES DE REDUCTION DES RISQUES DE COLLISION

Pour rappel, l'article L110-1 (principes généraux du Code de l'Environnement) définit que :

- ✓ Le principe de précaution et ses incertitudes ne doivent pas empêcher la mise en place de mesures proportionnées à un coût économiquement acceptable ;
- ✓ Le principe d'action préventive et de correction à la source des atteintes à l'environnement prévoit l'utilisation des meilleures techniques disponibles à un coût économiquement acceptable et la mise en place de mesures Éviter-Réduire-Compenser (ERC).

6.1. Bridage des éoliennes proportionné aux niveaux du risque sur les chauves-souris

6.1.1. Principe général

Le moyen technique le plus communément utilisé par les exploitants pour brider les éoliennes est la **mise en drapeau des pales (« blade feathering »)** : les pales peuvent pivoter sur leur axe de rotation pour ne plus avoir de prise au vent (90°) et ainsi s'arrêter en moins d'une minute en général. **Le bridage a pour objectif de réduire les risques de collision, tout en maintenant l'éolienne active, en augmentant le seuil de vent (« cut-in speed ») à partir duquel elle commence à produire.** L'unité élémentaire retenue est 0,5 m/s de vitesse moyenne sur 10 min, car cela suffit pour avoir un impact notable sur la production sur une période de plusieurs mois.

Dans le tableau ci-dessous, est indiqué le pourcentage d'activité globale enregistrée lors des suivis acoustiques qui serait à protéger par le bridage selon les niveaux de risque évalués mois par mois.

Tableau 38 – Proportions d'activité globale en fonction du niveau d'impact avéré ou risque d'impact déclinées par mois et éolienne

	Négligeable	Faible	Moyen	Assez fort	Fort	Très fort
Proportion de l'activité globale (toutes espèces confondues)	0 %	30-45 % (biodiversité ordinaire)	45-60 %	60-75 %	75-90 %	> 90 %

Pour les éoliennes suivies E1 à Dammarie et E6 à Francourville, les pourcentages d'activités ont été calculés en fonction des vitesses moyennes de vent et des plages horaires. Les paramètres retenus devront ainsi être appliqués à toutes les éoliennes de chaque parc.

6.1.2. Répartition de l'activité selon l'heure de la nuit

Pour Dammarie E1, le tableau ci-dessous montre que plus de 90 % de l'activité globale sur l'ensemble du suivi a été enregistrée entre 30 min avant le coucher du soleil jusqu' à 6h30 après, et ce malgré l'allongement de la durée de la nuit en été (juin à septembre).

Tableau 39 - Dammarie E1 : Pourcentages d'activité en fonction de l'heure après le coucher du soleil pour toute la période du suivi

Dammarie E1	avril	mai	juin	juil	août	sept	oct	Total général
-30 min à +30 min	0,00	0,00	0,24	1,67	2,86	2,14	0,00	6,90
+30 min à +1h30 min	0,00	0,48	12,62	4,52	9,05	4,29	0,00	30,95
+1h30 min à +2h30 min	0,00	0,71	13,33	15,95	14,52	5,71	0,00	50,24
+2h30 min à +3h30 min	0,00	0,95	15,71	16,67	18,57	5,95	0,00	57,86
+3h30 min à +4h30 min	0,00	0,95	19,29	16,90	19,05	6,90	0,00	63,10
+4h30 min à +5h30 min	0,48	1,19	19,29	37,62	19,52	8,81	0,00	86,90
+5h30 min à +6h30 min	0,95	1,67	21,19	37,62	20,95	14,05	0,00	96,43
+6h30 min à +7h30 min	0,95	1,67	21,43	37,62	21,67	14,76	0,00	98,10
+7h30 min à +8h30 min	0,95	1,67	21,43	37,62	21,67	15,00	0,00	98,33
+8h30 min à +9h30 min	0,95	1,67	21,43	37,62	22,38	15,71	0,24	100,00

Pour Francourville E6, le tableau ci-dessous montre que plus de 90 % de l'activité globale sur l'ensemble du suivi a été enregistrée entre 30 min avant le coucher du soleil jusqu' à 7h30 après, notamment à cause d'un pic de noctules enregistré plus tardivement au mois d'août.

Tableau 40 – Francourville E6 : Pourcentages d'activité en fonction de l'heure après le coucher du soleil pour toute la période du suivi

Francourville E6	avril°	mai°	juin°	juil	août	sept	oct	nov	Total général
-30 min à +30 min		1,49	0,00	3,19	2,55	4,04	0,00	0,00	11,28
+30 min à +1h30 min		1,49	0,21	12,77	9,79	4,89	0,00	0,00	29,15
+1h30 min à +2h30 min		1,49	0,21	13,19	24,89	10,64	0,00	0,00	50,43
+2h30 min à +3h30 min		1,91	0,21	28,51	28,51	11,49	0,00	0,00	70,64
+3h30 min à +4h30 min		1,91	0,21	29,15	29,36	12,34	0,21	0,00	73,19
+4h30 min à +5h30 min		1,91	0,21	30,85	30,43	12,34	0,21	0,00	75,96
+5h30 min à +6h30 min		1,91	0,21	31,70	30,43	12,34	0,21	0,21	77,02
+6h30 min à +7h30 min		1,91	0,21	31,70	51,28	12,34	0,21	0,21	97,87
+7h30 min à +8h30 min		1,91	0,21	31,70	51,28	12,98	1,49	0,21	99,79

Francourville E6	avril°	mai°	juin°	juil	août	sept	oct	nov	Total général
+8h30 min à +9h30 min		1,91	0,21	31,70	51,49	12,98	1,49	0,21	100,00

°Quasiment pas de données de début avril jusqu'au 20 juin

6.1.3. Distribution de l'activité selon les vitesses de vent

Le graphique ci-dessous montre comment les contacts de chauves-souris se distribuent par rapport aux vitesses moyennes de vent enregistrées la nuit sur l'ensemble de la période de suivi.

Pour Dammarie E1, la très grande majorité des contacts ont été enregistrés à des vitesses moyennes inférieures à 5 m/s (environ 83 %).

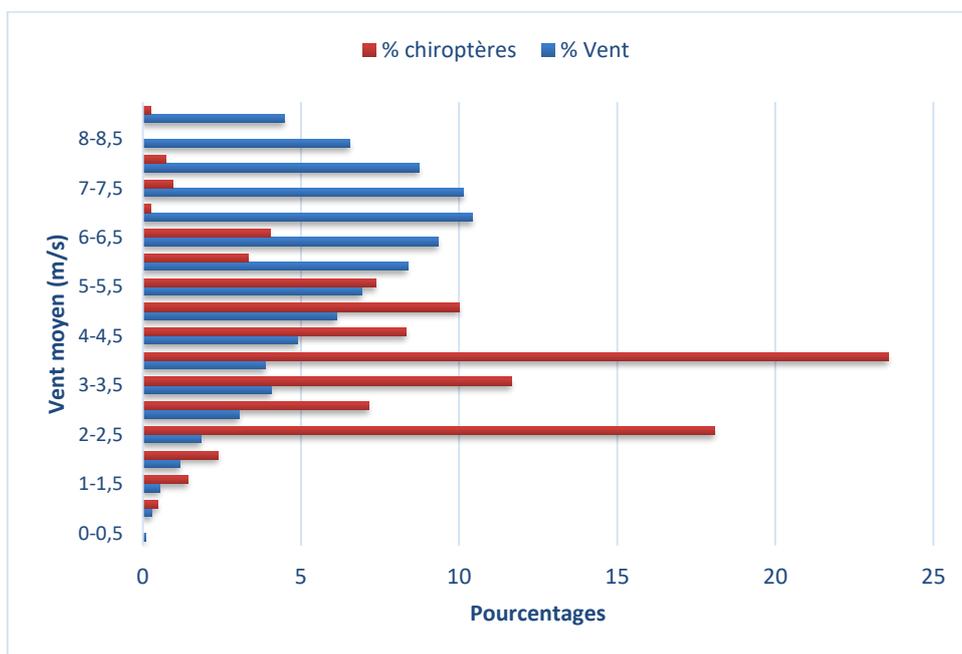


Figure 11 - Dammarie E1 : Distribution de l'activité selon les vitesses moyennes de vent (de nuit seulement)

Pour Francourville E6, la très grande majorité des contacts ont été enregistrés à des vitesses moyennes inférieures à 3,5 m/s (environ 82 %).

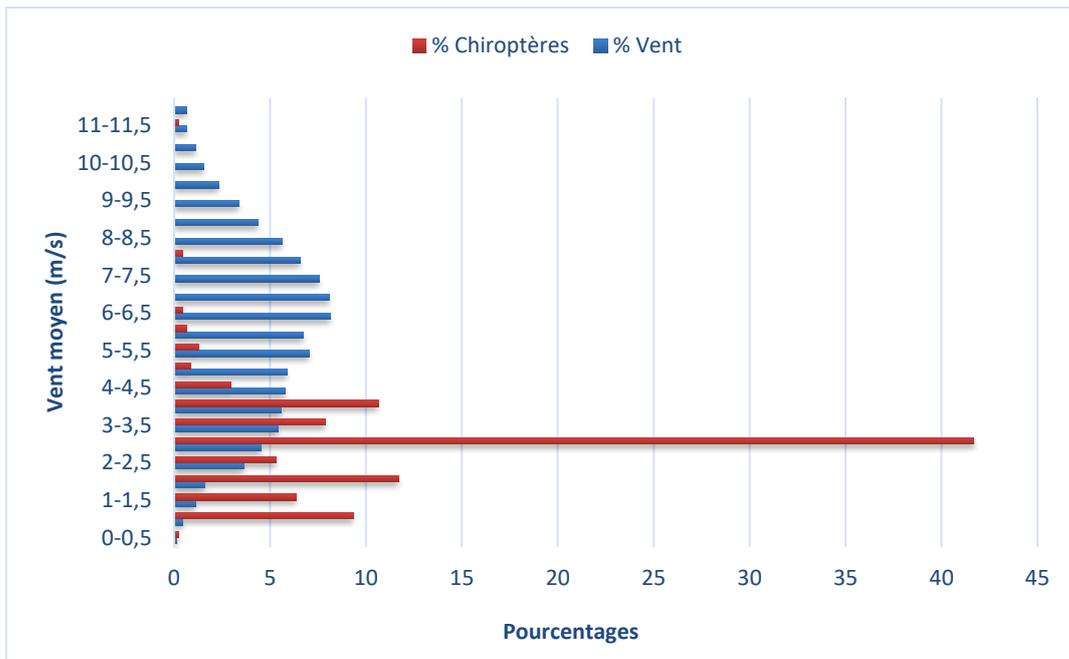


Figure 12 – Francourville E6 : Distribution de l'activité selon les vitesses moyennes de vent (de nuit seulement)

6.1.4. Distribution de l'activité selon la température

Le graphique ci-dessous montre comment les contacts de chauves-souris se distribuent par rapport aux températures moyennes enregistrées la nuit sur l'ensemble de la période de suivi.

Pour Dammarie E1, la plupart des contacts ont été enregistrés à des températures moyennes supérieures à 18°C (environ 95 %).

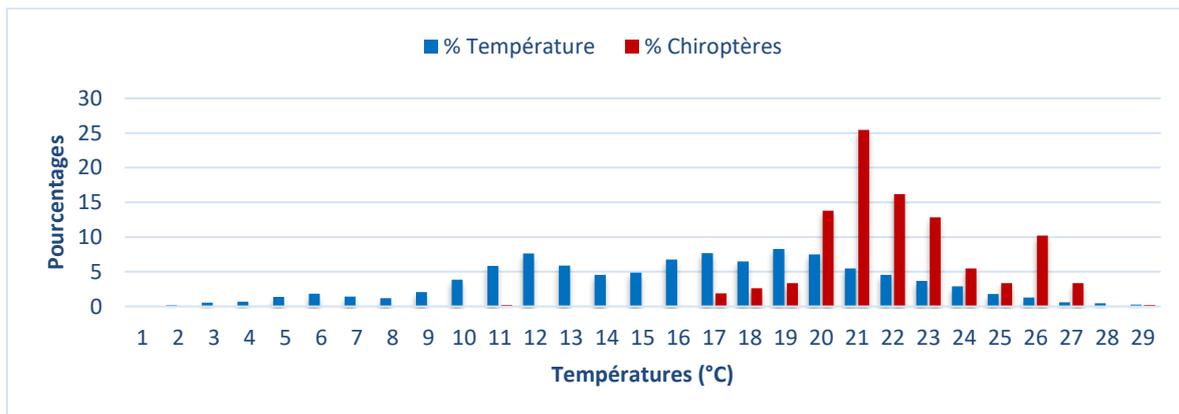


Figure 13 - Dammarie E1 : Distribution de l'activité selon les températures (de nuit seulement)

Dans le détail mois après mois pour le suivi de Dammarie E1, le tableau montre que les températures moyennes pour lesquelles au moins un contact de chauves-souris a été enregistré sont toutes supérieures à 18,4°C d'avril à octobre, malgré une baisse des températures nocturnes en avril, mai et octobre (environ 14°C).

Tableau 41 – Dammarie E1 : Températures détaillées par mois

Dammarie E1	Températures nocturnes moyennes mensuelles	Températures moyennes mensuelles avec contacts de chiroptères
avril	14,4	23,0
mai	14,9	18,4
juin	18,6	20,4
juillet	21,9	23,4
août	20,2	22,3
Septembre	17,6	21,9
Octobre	14,1	19,0
novembre	9,9	(aucun contact)

Pour Francourville E6, la plupart des contacts ont été enregistrés à des températures moyennes supérieures à 16°C (environ 96 %).

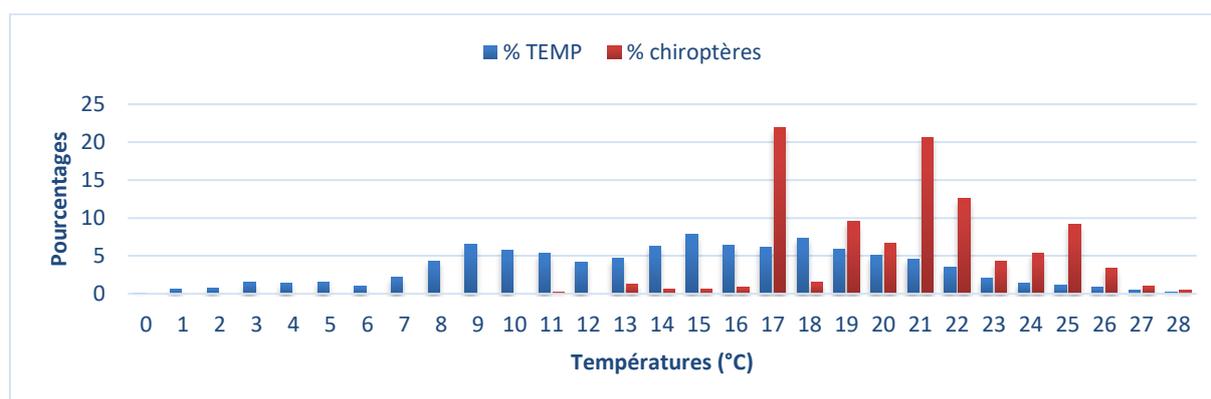


Figure 14 – Francourville E6 : Distribution de l'activité selon les températures (de nuit seulement)

Dans le détail mois après mois pour le suivi de Francourville E6, le tableau montre que les températures moyennes pour lesquelles au moins un contact de chauves-souris a été enregistré sont toutes supérieures à 18,7°C d'avril à septembre ; alors que les moyennes nocturnes descendent à 13-14°C en avril, mai et octobre.

Tableau 42 – Francourville E6 : Températures détaillées par mois

Francourville E6	Températures nocturnes moyennes mensuelles	Températures moyennes mensuelles avec contacts de chiroptères
avril	12,9	(aucun contact)
mai	14,5	18,7
juin	17,9	24,0
juillet	21,8	23,4
août	20,0	19,1
Septembre	16,8	20,7
Octobre	13,0	13,3
novembre	7,8	11,0

6.1.5. Proportion de l'activité protégée par mois selon la vitesse de vent en-dessous de laquelle l'éolienne est bridée

6.1.5.1. Dammarie E1

En n'incluant que les contacts enregistrés **entre 30 min avant le coucher du soleil et 6h30 après (et couvrant donc près de 90 % de l'activité globale)**, l'autre tableau ci-dessous présente les pourcentages des activités globales en ordre croissant des vitesses moyennes de vent pour les mois ayant été évalué avec **un risque de collision au moins moyen**.

Tableau 43 – Dammarie E1 : Scénarios de bridage

en grisé : vitesse moyenne de vent la plus basse qui permet d'atteindre le bon pourcentage de protection visé selon le niveau de risque d'impact évalué

MOIS	RISQUE	VENT	CUMUL %
Juin	Moyen	3-3,5	50,0
		3,5-4	55,6
		4-4,5	72,2
		6-6,5	88,9
		7,5-8	90,0
Juillet	Assez fort	3-3,5	31,0
		3,5-4	75,3
		4-4,5	78,5
		4,5-5	83,5
		5-5,5	89,2
		5,5-6	96,8
		7-7,5	98,7
7,5-8	100,0		

MOIS	RISQUE	VENT	CUMUL %
Août	Moyen	3-3,5	30,9
		3,5-4	40,4
		4-4,5	44,7
		4,5-5	73,4
		5-5,5	85,1
Septembre	Moyen	5,5-6	87,2
		3-3,5	30,3
		3,5-4	47,0
		4-4,5	48,5
		4,5-5	50,0
		5-5,5	53,0
		7-7,5	54,5
		8,5-9	56,1

*La cut-in speed normale de l'éolienne étant déjà à 3 m/s, le bridage ne peut être pour des vitesses inférieures

6.1.5.2. Francourville E6

En n'incluant que les contacts enregistrés **entre 30 min avant le coucher du soleil et 7h30 après (et couvrant donc près de 90 % de l'activité globale)**, l'autre tableau ci-dessous présente les pourcentages des activités globales en ordre croissant des vitesses moyennes de vent pour les mois ayant été évalué avec **un risque de collision au moins moyen**.

Tableau 44 – Francourville E6 : Scénarios de bridage

en grisé : vitesse moyenne de vent la plus basse qui permet d'atteindre le bon pourcentage de protection visé selon le niveau de risque d'impact évalué

MOIS	RISQUE	VENT	CUMUL %
Juin* <i>données manquantes => cf. données Dammarie</i>	Faible à Moyen	3-3,5	50,0
Juillet	Assez fort	3-3,5	69,8
		3,5-4	85,9
		4-4,5	91,3
		4,5-5	93,3
		5-5,5	96,6
		5,5-6	98,7
		6-6,5	100,0

MOIS	RISQUE	VENT	CUMUL %
Août	Assez fort	2,5-3	86,8
		3-3,5	96,7
		3,5-4	97,5
		4-4,5	97,9
		4,5-5	98,3
		5-5,5	99,2
		7,5-8	99,6
Septembre	Moyen	2,5-3	91,8
		4-4,5	95,1

6.1.6. Récapitulatif des algorithmes de bridage pour les deux parcs

Pour raison d'homogénéité, il est proposé de brider l'ensemble des éoliennes sur la même plage horaire de 30 min avant le coucher du soleil à 6h30 après (sauf en août pour Francourville où cela réduit drastiquement la proportion d'activité protégée), et pour des températures supérieures à 16°C.

Tableau 45 – Algorithmes de bridage par tranches et mois de l'année

(niveau d'impact : blanc : négligeable/faible (= non significatif) ; jaune = moyen ; orange = assez fort ; rouge = fort ; marron = très fort)

	DAMMARIE E1	FRANCOURVILLE E6
Janvier	Aucun bridage	Aucun bridage
Février	Aucun bridage	Aucun bridage
Mars	Aucun bridage	Aucun bridage
Avril	(Mise en drapeau)*	(Mise en drapeau)*
Mai	(Mise en drapeau)*	(Mise en drapeau)*
Juin	≤ 3,5 m/s -0h30 à +06h30 >16°C	≤ 3 m/s -0h30 à +06h30 >16°C
Juillet	≤ 4 m/s -0h30 à +06h30 >16°C	≤ 3,5 m/s -0h30 à +06h30 >16°C
Août	≤ 4,5 m/s -0h30 à +06h30 >16°C	≤ 3 m/s -0h30 à +07h30 >16°C
Septembre	≤ 4 m/s -0h30 à +06h30 >16°C	≤ 3 m/s -0h30 à +06h30 >16°C
Octobre	(Mise en drapeau)*	(Mise en drapeau)*
Novembre	Aucun bridage	Aucun bridage
Décembre	Aucun bridage	Aucun bridage

* mesure d'accompagnement facultative : la mise en drapeau aux vitesses moyennes inférieures à la cut-in speed permet de réduire encore un peu le risque de collision tout en n'impactant quasiment pas la production.

Pour Francourville, au vu des résultats de l'impact faible constaté par le suivi de mortalité, le bridage de ces éoliennes ne semble pas requis. Néanmoins, du fait que l'intervalle moyen entre les passages était relativement long (11 jours) et que les seuils de vent permettant de protéger une grande partie de l'activité globale des chauves-souris sont faibles (3 m/s), il est tout de même préconisé de l'appliquer.

Considérant que les vitesses de vent sont des moyennes assez basses (< 4 m/s) et que les deux parcs sont voisins et similaires (même nombre d'éoliennes du même modèle), il est préconisé de prendre le seuil le plus élevé pour chaque mois afin de minimiser les impacts des rafales (Cryan et al., 2014) et de prendre en compte le phénomène d'hystérésis¹⁷.

En cas de précipitations continues dans le temps pour une durée supérieure à 15 min et marquées en intensité (>5 mm/h soit 0,83 mm sur 10 min en moyenne), les mesures de bridage pourraient être levées quels que soient les autres paramètres étant donné que les chauves-souris sont généralement très peu actives dans ces conditions.

Enfin, ces bridages nocturnes bénéficieront indirectement aux oiseaux migrateurs de nuit (passereaux, canards...).

6.1.7. Bridage des autres éoliennes de chaque parc

Étant donné l'homogénéité globale des habitats des deux parcs (plaine agricole intensive), il est préconisé de brider de la même manière les 5 autres éoliennes de chaque parc.

6.2. Contrôle de l'éclairage nocturne

Chaque éolienne est équipée d'une lampe halogène blanche au niveau de sa porte d'accès, laquelle se déclenche grâce à un détecteur de mouvement pour permettre la montée des escaliers en sécurité de nuit. **La durée pendant laquelle la lampe reste allumée ne devrait pas dépasser les deux minutes afin de limiter les risques de pollution lumineuse.** En effet, en premier lieu les pipistrelles sont connues pour chasser les insectes volants se réunissant autour des halos lumineux, d'où des risques de collisions et de mortalité augmentés. D'autres espèces au contraire sont davantage lucifuges et évitent les points lumineux (murins, Barbastelle, oreillards...), ce qui crée un dérangement de ces espèces avec un risque de désertion de la zone.

¹⁷ Par exemple, durant les périodes où la cut-in-speed définie par l'algorithme de bridage est de 3,5 m/s, le rotor s'arrête lorsque la vitesse de vent est inférieure à 3,5 m/s mais il recommence seulement à tourner lorsque la vitesse de vent dépasse 4 m/s. Ce procédé permet de réduire le nombre de démarrages et ainsi, de limiter l'usure des composants de l'éolienne.

6.3. Gestion des habitats autour des éoliennes

Les friches herbacées aux abords de la plateforme des éoliennes constituent des habitats privilégiés par les chauves-souris pour la chasse en particulier. **Afin de limiter leur attractivité, il est recommandé de les maintenir à ras le plus longtemps possible tout au long de la saison active (mars à octobre en général).** Moins la végétation herbacée se développera, moins les invertébrés (papillons, mouches, araignées...) auront la possibilité de proliférer et donc d'attirer leurs prédateurs que sont les chiroptères.

6.4. Réduction des turbulences aux abords des pales

Plusieurs constructeurs mettent en avant l'utilisation de **serrations** pour réduire le bruit du souffle, et aussi de **générateurs de vortex** pour réduire les effets de décrochages aérodynamiques au niveau des pales¹⁸ et donc augmenter de quelques pourcents le rendement de la machine.

La réduction des effets de turbulences pourrait aussi potentiellement réduire également les risques de barotraumatisme et de chute pour les chiroptères.



Photo 13 – Serrations sur le bord de fuite d'une pale (N. Flamand - Ecosphère)



Photo 14 - « Vortex generator » pour éoliennes Vestas
(source : <https://www.sparesinmotion.com/fr/pièces/matériau-de-reparation-pour-pales/vortex-générateur-pour-différentes-technologies-lm-aerpac>)

¹⁸ Exemple : <https://www.vestas.com/en/campaignsites/aerodynamicupgrades/home#!> (consulté le 16.04.19)

7. MESURES DE SUIVI

Parallèlement à la mise en œuvre du bridage préconisé et au vu des risques de collision assez fort en juillet mis en évidence par ce suivi acoustique, au moins pour le parc de Dammarie, il est recommandé de réaliser un nouveau suivi de mortalité suivant les préconisations techniques du protocole national 2018 (*a minima* 20 passages de fin mai à fin septembre). Les algorithmes de bridage pourront être alors réévalués à la lumière de l'éventuelle mortalité résiduelle constatée.

En outre, un second suivi acoustique en nacelle permettra une comparaison interannuelle des données collectées (à condition d'utiliser le même matériel), et d'ainsi de minimiser les biais propres à une météorologie particulière d'une année sur l'autre.

BIBLIOGRAPHIE

2018. Protocole de suivi environnemental des parcs éoliens terrestres. Révision 2018.

ARNET E. 2005. Relationships between Bats and Wind Turbines in Pennsylvania and West Virginia : An Assessment of Fatality Search Protocols, Patterns of Fatality, and Behavioral Interactions with Wind Turbines. Final report prepared for the Bats and Wind Energy Cooperative. 187p.

ARTHUR L. & LEMAIRE M. 2015. Les Chauves-souris de France, Belgique, Luxembourg et Suisse. Collection Parthénope, éditions Biotope, Mèze. MNHN, Paris, 2^{ème} éd. 544 p.

BARCLAY R., 2013. It is Time to Stop Counting Bat Fatalities per Wind Turbine. In: Abstracts 16th International Bat Research Conference & 43rd North American Symposium on bat Research. San Jose, Costa Rica, 11 au 15 août 2013. p.16

BASTOS R., SANTOS M. & CABRAI J.A. 2013. A new stochastic dynamic tool to improve the accuracy of mortality estimates for bats killed at wind farms. *Ecological Indicators*, 34: 428-440. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2013.06.003>

BEHR O, BRINKMANN R, NIERMANN I, KORNER-NIEVERGELT F. 2011. Akustische Erfassung der Fledermausaktivität an Windenergieanlagen. In BRINKMANN R, BEHR O, NIERMANN I, Reich Michael (eds.), 2011. Entwicklung von Methoden zur Untersuchung und Reduktion des Kollisionsrisikos von Fledermäusen an Onshore-Windenergieanlagen. Umwelt und Raum, Cuvillier Verlag, Göttingen, Bd. 4: 177–286.

BERNARDINO J. & AL. 2011. Attesting bird displacement in Portuguese wind farms. Poster in Conference in Wind energy and Wildlife impacts. Trondheim, Norvège, 2 au 5 mai 2011.

BERNARDINO J. & AL. 2011. Enhancing Carcass Removal Trials at Three Wind Energy Facilities in Portugal. Portuguese Wildlife Society. In: *Wildlife Biologie Practice*, 2011 Décembre 7(2): 1-14.

BERNARDINO J., BISPO R., COSTA H. & MASCARENHAS M. 2013. Estimating bird and bat fatality at wind farms: a practical overview of estimators, their assumptions and limitations. *New Zealand Journal of Zoology* 41(1) : 63-74.

BESNARD A. 2017. L'estimation des mortalités : éléments clés pour leur réalisation... et leur bon usage. Présentation Séminaire Éolien et biodiversité 21 et 22 novembre 2017. Bordeaux. 40p.

BEUCHER Y., KELM V., ALBESPY F., GEYELIN M., NAZON L. & PICK D. 2013. Parc éolien de Castelnau-Pégayrols (12). Suivi pluriannuel des impacts sur les chauves-souris. Bilan des campagnes des 2^{ème}, 3^{ème} et 4^{ème} années d'exploitation (2009-2011). EXEN & KJM Conseil Environnement, 111 p.

BIRDLIFE INTERNATIONAL. 2015. Detailed regional assessment and species account from the European Red List of Birds. [on line : <http://www.birdlife.org/datazone/species/>]

BIRDLIFE INTERNATIONAL. 2015. European Red List of Birds. Luxembourg : Office for Official Publications of the European Communities.

BISPO R. & AL. 2011. A web based application to estimate wildlife fatality: from the bias correction factors to the corrected fatality estimates. In: NINA Report 693 Conference on Wind energy and Wildlife impacts, 2-5 May 2011, Trondheim, Norway, 2011. p. 13

BRINKMANN R. & AL. 2011. Zusammenfassung der praxisrelevanten Ergebnisse und offene Fragen. In: Entwicklung von Methoden zur Untersuchung und Reduktion des Kollisions-risikos von Fledermäusen an Onshore-Windenergie-anlagen. Cuvillier Verlag, Göttingen 2011, p. 425-453.

BROWN R., FERGUSON J., LAWRENCE M., LEES D. & CUISIN M. 1989. Reconnaître les plumes, les traces et les indices des oiseaux. Bordas, Paris, 232 p.

CONSEIL DES COMMUNAUTÉS EUROPEENNES - 2009 - Directive 2009/147/CE du 30 novembre 2009 concernant la conservation des Oiseaux sauvages (Directive "Oiseaux"). Journal Officiel des Communautés européennes du 26 janvier 2010.

CORNUT J. & VINCENT S. 2010. Suivi de la mortalité des chiroptères sur 2 parcs éoliens du sud de Rhône-Alpes. LPO Drôme. 32 p. http://www.sfepm.org/pdf/Rapport_suivieolien2010_RhoneAlpes.pdf

CRYAN P.M., GORRESEN P. M., HEIN C.D., SCHIRMACHER M.R., DIEHL R.H., HUSO M.M., HAYMAN D.T.S., FRICKER P.D., BONACORSON F.J., JOHNSON D.H., HEIST K. & DALTON D.C. 2014. Behavior of bats at wind turbines. PNAS, 2014, Vol. 111, 42, pp. 15126–15131. doi: 10.1073/pnas.1406672111..

DALTHORP D., HUSO M. & DAIL D. 2017. Evidence of absence (v 2.0) software user guide: U.S. geological Survey Data Series 1055, 109p. <https://doi.org/10.3133/ds1055>

DEMONGIN L. 2015. Guide d'identification des oiseaux en main. Les 250 espèces les plus baguées en France. Beauregard-Vendon.

DIETZ C. & VON HELVERSEN O. 2004. Clé d'identification illustrée des chauves-souris d'Europe.

DIETZ C., VON HELVERSEN O. & NILL D. 2009. L'encyclopédie des chauves-souris d'Europe et d'Afrique du Nord. Delachaux & Niestlé, Paris, 400 p.

DODELIN B. 2002. Identification des chiroptères de France à partir de restes osseux. Fédération Française de Spéléologie. 48 p

ERICKSON W., JEFFREY J., KRONNER K. & BAY K. 2004. Stateline wind project wildlife monitoring final report, July 2001 December 2003. Technical report peer-reviewed by and submitted to FPL Energy, Oregon Energy Facility Siting Council and Stateline Technical Advisory Committee. 98 p.

ERICKSON W., M.D. STRICKLAND, G.D. JOHNSON & KERN J.W. 2000. Examples of statistical methods to assess risk of impacts to birds from wind plants. Proceedings of the National Avian-Wind Power Planning Meeting III. National Wind Coordinating Committee, c/o RESOLVE, Inc., Washington, D.C.

FRAIGNEAU C. 2014. Reconnaître facilement les plumes, Delachaux & Niestlé.

FRAIGNEAU C. 2017. Identifier les plumes des oiseaux d'Europe occidentale. Delachaux & Niestlé, Paris. 400 p.

GRÜNKORN, T., A. DIEDERICHS, B. STAHL, D. DÖRTE & G. NEHLS. 2005. Entwicklung einer Methode zur Abschätzung des Kollisions-risikos von Vögeln an Windenergieanlagen. Rapport inédit pour Landes-amt für Natur und Umwelt Schleswig-Holstein, 92 pp

GRÜNKORN, T., BLEW, J., COPPACK, O., KRÜGER, O., NEHLS, G., POTIEK, A., REICHENBACH, M., VON RÖNN, J., TIMMERMANN, H., & WEITEKAM, S. 2016. Ermittlung der Kollisionsraten von (Greif)Vögeln und Schaffung planungsbezogener Grundlagen für die Prognose und Bewertung des Kollisionsrisikos durch Windenergieanlagen (PROGRESS). Schlussbericht zum durch das Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi) im Rahmen des 6. Energieforschungsprogrammes der Bundesregierung geförderten Verbundvorhaben PROGRESS, FKZ 0325300A-D.

GRÜNKORN, T., BLEW, J., KRÜGER, O., POTIEK, A., REICHENBACH, M., VON RÖNN, J., TIMMERMANN, H., WEITEKAM, S. & NEHLS, G. 2017. A large-scale, multispecies assessment of avian mortality rates at land-based wind turbines in Northern Germany. In: Köppel, J. (ed.) *Wind Energy and Wildlife Interactions*, DOI 10.10007/978-3-319-51272-3_3.

HEITZ C. & JUNG L. 2017. Impact de l'activité éolienne sur les populations de chiroptères : enjeux et solutions (Etude bibliographique). *Ecosphère*. 149 p.

HUSO M. 2010. An estimator of wildlife fatality from observed carcasses. *Environmetrics* 22 : 318-329.

HUSO M., DALTHORP D., MILLIER T., J. & BRUNS D. 2016. Wind energy development: methods to assess bird and bat fatality rates postconstruction. *Human-Wildlife Interactions* 10(1):62–70, Spring 2016

HUSO M., WILSON Z. & ARNETT E. 2011. Expanding fatality estimates from the search plot to the entire site. In: NINA Report 693 Conference on Wind energy and Wildlife impacts, 2-5 May 2011, Trondheim, Norway, 2011. p. 29

HUSO M.M.P. & D. DALTHORP. 2014. Accounting for unsearched Areas in Estimating wind turbine-caused fatality. *The Journal of Wildlife Management*, 78(2): 347–358.

HUSO M.M.P., D.H. DALTHORP, D.A. DAIL & L.J. MADSEN. 2014. Estimating wind-turbine caused bird and bat fatality when zero carcasses are observed. *Ecological Applications*. DOI: 0.1890/14-0764.1.

JOHNSON, G.D., ERICKSON, W.P., STRICKLAND, M.D., SHEPHERD, M.F., SHEPHERD, D.A., SARAPPO, S.A., 2003. Mortality of bats at a large-scale wind power development at Buffalo Ridge, Minnesota. *Am. Midl. Nat.* 150, 332–342.

JONES G. & VAN PARIJS S. 1993. Bimodal echolocation in *Pipistrelle* bats: are cryptic species present? *Proceedings of the Royal Society Lond. B.* 251, 119-125. doi: 10.1098/rspb.1993.0017

JONES G., COOPER-BOHANNON R., BARLOW K. & PARSONS K. 2009. Scoping and method development report. Determining the potential ecological impact of wind turbine bat populations in Britain. University of Bristol and Bat Conservation Trust. 158 p.

KORNER-NIEVERGELT F., BEHR O., BRINKMANN R., ETERSON M., HUSO M., DALTHORP D., KORNER-NIEVERGELT P., ROTH T. & NIERMANNI. 2015. Mortality estimation from carcass searches using the R-package carcass - a tutorial. *Wildlife Biology*, 21(1):30-43. 15p. doi: 10.2981/wlb.00094

KORNER-NIEVERGELT F., BRINKMANN R., NIERMANN O. & BEHR O. 2013. Estimating Bat and Bird Mortality Occurring at Wind Energy Turbines from Covariates and Carcass Searches Using Mixture Models. *PLoS ONE* 8(7) : e67997.

KORNER-NIEVERGELT F., KORNER-NIEVERGELT P., BEHR O., NIERMANN I., BRINKMANN R. & HELLRIEGEL B. 2011. A new method to determine bird and bat fatality at wind energy turbines from carcass searches. *Wildlife Biology* .NKV 17: 350-363.

LIMPENS H., BOONMAN M., KORNER-NIEVERGELT F., JANSEN E., VANDERVALK M., LA HAYE M., DIRKSEN S. & VREUGDENHIL S. 2013. Wind turbines and bats in the Netherlands – Measuring and predicting. Report 2013. 12, Zoogdierveniging & Bureau Waardenburg. 120p.

LPO RHONE ALPES. 2015. Liste Rouge des chauves-souris menacées en Rhône Alpes. Lyon, France.

MARCHESI, BLANT & CAPT. 2011. Clé morphologique et clé des crânes présentes dans le guide : Mammifères de Suisse : clés de détermination. Fauna Helvetica.

MARX G. 2017. Le parc éolien français et ses impacts sur l'avifaune. Étude des suivis de mortalité réalisés en France de 1997 à 2015. LPO : 80 p. + annexes.

MENU H. & POPELARD J-B. 1987. Utilisation des caractères dentaires pour la détermination des Vespertilionines de l'ouest européen. Le Rhinolophe, bulletin de la coordination ouest pour l'étude et la protection des chauves-souris. N°4. Museum d'Histoire Naturelle de Genève.

MINISTERE DE L'ECOLOGIE, DE L'ENERGIE, DU DEVELOPPEMENT DURABLE ET DE LA MER. 2016. Guide relatif à l'élaboration des études d'impacts des projets de parcs éoliens terrestres. MEEDDM – DREAL – SER – MNHN – ONF – LPO – ADEME, Actualisation 2016, p. 188 - www.developpement-durable.gouv.fr

NIERMANN I., BRINKMANN R., KÖRNER-NIEVERGELT F. & BEHR O. 2011. Systematische Schlagopfersuche-Methodische Rahmenbedingungen, statistische Analyseverfahren und Ergebnisse. In : BRINKMANN R., BEHR O., NIERMANN I. & REICH M. (Hrsg.): Entwicklung von Methoden zur Untersuchung und Reduktion des Kollisionsrisikos von Fledermäusen an Onshore-Windenergieanlagen. Umwelt und Raum Bd. 4, 40-115, Cuvillier Verlag, Göttingen.

OLIOSO, G. 1991. Le passage postnuptial du Gobemouche noir (*Ficedula hypoleuca*) à Grignan (Drôme) : stationnement et biométrie. *Bièvre*, 12 : 101-110.

PÉRON G., 2018. Process-based vs. ad-hoc methods to estimate mortality using carcass surveys data: A review and a note about evidence complacency. *Ecological Modelling* 384 (2018) 111-118

RODRIGUES L., BACH L., DUBOURG-SAVAGE M.J., GOODWIN J. & HARBUSCH C. 2008. Lignes directrices pour la prise en compte des chauves-souris dans les projets éoliens. Publication Series No 3. PNUE/EUROBATS. 29p.

RODRIGUES L., BACH L., DUBOURG-SAVAGE M.-J., KARAPANDZA B., KOVAC D., KERVYN T., DEKKER J., KEPEL A., BACH P., COLLINS J., HARBUSCH C., PARK K., MICEVSLI B. AND MINDERMAN J. 2015. Guidelines for consideration of bats in wind farm projects – Revision 2014. EUROBATS Publication Series No. 6 (English version). UNEP/EUROBATS Secretariat, Bonn, Germany. 133p.

SANTOS S.M., CARVALHO F. & MIRA A. 2011. How long do the dead survive on the road ? Carcass Persistence Probability and Implications for Road-Kill Monitoring Surveys. *PLoS ONE* 6(9): e25383.

SOCIETE FRANÇAISE POUR L'ETUDE ET LA PROTECTION DES MAMMIFERES (SFPEM) : Groupe Chiroptères. 2016. Diagnostic chiroptérologique des projets éoliens terrestres Actualisation 2016 des recommandations SFPEM. Société Française pour l'Étude et la Protection des Mammifères. Paris : s.n., Version 2.1 (février 2016). p. 33.

SOCIETE FRANÇAISE POUR L'ETUDE ET LA PROTECTION DES MAMMIFERES (SFPEM) 2006. Recommandations pour une expertise chiroptérologique dans le cadre d'un projet éolien. Fasc. 7 p.

SVENSSON L., GRANT P., MULLARNEY K. & ZETTERSTRÖM D. 2010. Le guide ornitho. Delachaux & Niestlé, Paris, 2^e édition, 447 p.

SYNDICAT DES ENERGIES RENOUVELABLES, FRANCE ENERGIE EOLIENNE, SOCIETE FRANÇAISE POUR L'ETUDE ET LA PROTECTION DES MAMMIFERES & LPO, 2011. Protocole d'étude chiroptérologique sur les projets de parcs éoliens : document de cadrage. 7 p.

THONNERIEUX, Y. 1985. Coup d'œil sur la migration du Gobemouche noir *Ficedula hypoleuca* dans la région Rhône-Alpes. *Bièvre* 7 : 31-36.

UICN FRANCE, MNHN, LPO, SEOF & ONCFS. 2016. La Liste rouge des espèces menacées en France – Chapitre Oiseaux de France métropolitaine. Paris, France.

UICN FRANCE, MNHN, SFEPM & ONCFS. 2017. La Liste rouge des espèces menacées en France – Chapitre Mammifères de France métropolitaine. Paris, France.

WINKELMAN J. E. 1992. The impact of the Sep wind park near Oosterbierum (Fr.), the Netherlands, on birds, 1: collision victims. DLO-Instituut voor Bos-en Natuuronderzoek. RIN-rapport 92/2. 4 volumes. En hollandais avec résumé anglais.

ZUCCA, M. 2015. La migration des oiseaux. Editions du Sud-Ouest. 350 p.

ANNEXE 1 : DATES DE PASSAGES DEDIES AU SUIVI DE LA MORTALITE

✓ Parc éolien de Dammarie

N° passage	Date	Eoliennes concernées	Observateurs
1	12/04/2018	Toutes les éoliennes	Maxime COLLET
2	26/04/2018	Toutes les éoliennes	Maxime COLLET
3	03/05/2018	Toutes les éoliennes	Maxime COLLET
4	28/05/2018	Toutes les éoliennes	Maxime COLLET
5	04/07/2018	Toutes les éoliennes	Maxime COLLET
6	10/07/2018	Toutes les éoliennes	Maxime COLLET
7	17/07/2018	Toutes les éoliennes	Maxime COLLET
8	23/07/2018	Toutes les éoliennes	Matthieu ESLINE
9	01/08/2018	Toutes les éoliennes	Matthieu ESLINE
10	06/08/2018	Toutes les éoliennes	Matthieu ESLINE
11	16/08/2018	Toutes les éoliennes	Maxime COLLET
12	22/08/2018	Toutes les éoliennes	Maxime COLLET
13	04/09/2018	Toutes les éoliennes	Maxime COLLET
14	11/09/2018	Toutes les éoliennes	Maxime COLLET
15	18/09/2018	Toutes les éoliennes	Maxime COLLET
16	24/09/2018	Toutes les éoliennes	Maxime COLLET

✓ Parc éolien de Francourville

N° passage	Date	Eoliennes concernées	Observateurs
1	12/04/2018	Toutes les éoliennes	Maxime COLLET
2	26/04/2018	Toutes les éoliennes	Maxime COLLET
3	03/05/2018	Toutes les éoliennes	Maxime COLLET
4	28/05/2018	Toutes les éoliennes	Maxime COLLET
5	04/07/2018	Toutes les éoliennes	Maxime COLLET
6	10/07/2018	Toutes les éoliennes	Maxime COLLET
7	17-18/07/2018	Toutes les éoliennes	Maxime COLLET
8	23/07/2018	Toutes les éoliennes	Matthieu ESLINE
9	01/08/2018	Toutes les éoliennes	Matthieu ESLINE
10	06/08/2018	Toutes les éoliennes	Matthieu ESLINE
11	16-17/08/2018	Toutes les éoliennes	Maxime COLLET
12	23/08/2018	Toutes les éoliennes	Maxime COLLET
13	03/09/2018	Toutes les éoliennes	Maxime COLLET
14	12/09/2018	Toutes les éoliennes	Maxime COLLET
15	19/09/2018	Toutes les éoliennes	Maxime COLLET
16	25/09/2018	Toutes les éoliennes	Maxime COLLET

ANNEXE 2 : DATES DE PASSAGES DEDIES AU SUIVI AVIFAUNISTIQUE

✓ Parc éolien de Dammarie

Date	Conditions météorologiques	Observateurs
19/12/2017	Brouillard puis soleil / 2°C / vent nul	Maxime COLLET
30/01/2018	Bruine puis couvert / 7°C / vent faible	Maxime COLLET
29/03/2018	Partiellement ensoleillé / 8°C / vent faible	Laurent SPANNEUT
12/04/2018	Couvert / 17°C / vent faible	Maxime COLLET
26/04/2018	Ensoleillé / 15°C / vent faible	Maxime COLLET
03/05/2018	Ensoleillé / 17°C / vent faible	Maxime COLLET
28/05/2018	Ensoleillé / 34°C / vent faible	Maxime COLLET
14/06/2018	Partiellement ensoleillé / 20°C / vent faible	Maxime COLLET
04/07/2018	Ensoleillé / 27°C / vent faible	Maxime COLLET
10/07/2018	Ensoleillé / 26°C / vent faible	Maxime COLLET
17/07/2018	Ensoleillé / 25°C / vent faible	Maxime COLLET
16/08/2018	Ensoleillé / 30°C / vent faible	Maxime COLLET
22/08/2018	Ensoleillé / 28°C / vent faible	Maxime COLLET
04/09/2018	Partiellement ensoleillé / 24°C / vent faible	Maxime COLLET
11/09/2018	Ensoleillé / 28°C / vent faible	Maxime COLLET
18/09/2018	Couvert / 24°C / vent faible	Maxime COLLET
24/09/2018	Ensoleillé / 19°C / vent faible	Maxime COLLET
17/10/2018	Couvert / 19°C / vent faible	Maxime COLLET

✓ Parc éolien de Francourville

Date	Conditions météorologiques	Observateurs
19/12/2017	Brouillard puis soleil / 2°C / vent nul	Maxime COLLET
30/01/2018	Bruine puis couvert / 7°C / vent faible	Maxime COLLET
29/03/2018	Partiellement ensoleillé / 8°C / vent faible	Laurent SPANNEUT
12/04/2018	Couvert / 17°C / vent faible	Maxime COLLET
26/04/2018	Ensoleillé / 15°C / vent faible	Maxime COLLET
03/05/2018	Ensoleillé / 17°C / vent faible	Maxime COLLET
28/05/2018	Ensoleillé / 34°C / vent faible	Maxime COLLET
14/06/2018	Partiellement ensoleillé / 20°C / vent faible	Maxime COLLET
04/07/2018	Ensoleillé / 27°C / vent faible	Maxime COLLET
10/07/2018	Ensoleillé / 26°C / vent faible	Maxime COLLET
17-18/07/2018	Ensoleillé / 26°C / vent faible	Maxime COLLET
16-17/08/2018	Ensoleillé / 21-30°C / vent faible	Maxime COLLET
23/08/2018	Ensoleillé / 27°C / vent faible	Maxime COLLET
03/09/2018	Partiellement ensoleillé / 25°C / vent faible	Maxime COLLET
12/09/2018	Ensoleillé / 30°C / vent faible	Maxime COLLET
19/09/2018	Ensoleillé / 26°C / vent faible	Maxime COLLET
25/09/2018	Ensoleillé / 16°C / vent faible	Maxime COLLET
17/10/2018	Couvert / 19°C / vent faible	Maxime COLLET

ANNEXE 3 : OCCUPATION DU SOL SIMPLIFIEE ET SURFACES PROSPECTEES PAR EOLIENNES

✓ Parc éolien de Dammarie

	E1_TB	E1_Nulle	E2_TB	E2_Nulle	E3_TB	E3_Moy	E3_Nulle	E4_TB	E4_Nulle	E5_TB	E5_Nulle	E6_TB	E6_Moy	E6_Nulle
du 12/04 au 04/07	plateforme (1189)	céréales (6606) + jachère (38)	plateforme (1091)	céréales (6742)	plateforme (1118)		colza (6715)	plateforme (1166)	céréales (6667)	plateforme (1120)	céréales (6713)	plateforme (1247)		colza (6586)
du 10/07 au 22/08	plateforme (1189) + chaume/labour (6606)	jachère (38)	plateforme (1091) + chaume/labour (6742)		plateforme (1118)	chaume/repousse colza (6715)		plateforme (1166) + chaume/labour (6667)		plateforme (1120) + chaume/labour (6713)		plateforme (1247)	chaume/repousse colza (6586)	
du 04/09 au 24/09	plateforme (1189) + labour (6606)	jachère (38)	plateforme (1091) + labour (6742)		plateforme (1118)		repousse colza (6715)	plateforme (1166) + labour/betterave (6667)		plateforme (1120) + labour (6713)		plateforme (1247)		repousse colza (6586)

✓ Parc éolien de Francourville

	E1_TB	E1_Nulle	E2_TB	E2_Nulle	E3_TB	E3_Nulle	E4_TB	E4_Nulle	E5_TB	E5_Nulle	E6_TB	E6_Nulle
du 12/04 au 23/07	plateforme (1135)	céréales (6698)	plateforme (1076)	pommes de terre (6757)	plateforme (1070)	céréales (479) + colza (6284)	plateforme (1464)	céréales (6369)	plateforme (1258)	céréales (6575)	plateforme (1145)	céréales (6688)
du 01/08 au 25/09	plateforme (1135) + labour (6698)		plateforme (1076) + pommes de terre/labour (6757)		plateforme (1070) + labour/céréales (6763)		plateforme (1464) + labour (6369)		plateforme (1258) + labour (6575)		plateforme (1145) + labour (6688)	

ANNEXE 4 : SYNTHÈSE DES CADAVRES DÉCOUVERTS LORS DU SUIVI DE MORTALITÉ

✓ Parc éolien de Dammarie

Ordre	Nom français	Nom scientifique	Age	Sexe	Date de découverte	Coord_X_L93	Coord_Y_L93	Distance mât	Orientation mât	N° éolienne	Découvreur	Identificateur	Contexte
Chiroptère	Noctule commune	Nyctalus noctula	VOL	?	10/07/2018	587557,605	6803652,43	39	Nord-Nord-Ouest	E3	COLLET MAXIME	COLLET MAXIME	SUIVI ICPE
Chiroptère	Pipistrelle commune	Pipistrellus	VOL	?	17/07/2018	587567,773	6804628,94	46	Ouest	E1	COLLET MAXIME	MANON ACQUEBERGE	SUIVI ICPE
Chiroptère	Pipistrelle commune	Pipistrellus pipistrellus	VOL	?	17/07/2018	587653,199	6804609,42	46	Est-Sud-Est	E1	COLLET MAXIME	MANON ACQUEBERGE	SUIVI ICPE
Oiseau	Martinet noir	Apus apus	1a	?	23/07/2018	587587,667	6804103,9	17	Sud	E2	ESLINE MATTHIEU	ESLINE MATTHIEU	SUIVI ICPE
Oiseau	Faucon crécerelle	Falco tinnunculus	1a	M	01/08/2018	588170,506	6804472	21	Sud-Sud-Ouest	E4	ESLINE MATTHIEU	ESLINE MATTHIEU	SUIVI ICPE
Oiseau	Roitelet triple-bandeau	Regulus ignicapilla	1a	M	11/09/2018	588210,664	6804476,31	35	Est-Sud-Est	E4	COLLET MAXIME	COLLET MAXIME	SUIVI ICPE

✓ Parc éolien de Francourville

Ordre	Nom français	Nom scientifique	Age	Sexe	Date de découverte	Coord_X_L93	Coord_Y_L93	Distance mât	Orientation mât	N° éolienne	Découvreur	Identificateur	Contexte
Oiseau	Buse variable	Buteo buteo	VOL	?	19/12/2017	600514,472	6810365,62	30	Est	E6	COLLET MAXIME	COLLET MAXIME	SUIVI ICPE (hors protocole)
Oiseau	Buse variable	Buteo buteo	VOL	?	06/08/2018	599982,757	6810603,21	38	Sud-Ouest	E5	ESLINE MATTHIEU	ESLINE MATTHIEU	SUIVI ICPE
Chiroptère	Pipistrelle indéterminée	Pipistrellus sp	VOL	?	19/09/2018	600254,28	6811005,29	35	Est	E2	COLLET MAXIME	MANON ACQUEBERGE	SUIVI ICPE

ANNEXE 5 : COEFFICIENT SURFACIQUE D'ARNETT

✓ Parc éolien de Dammarie

du 12/04 au 04/07 (5 passages)

Bandes prospectées	Nombre de cadavres (Ck)	Nombre de cadavres de chiros (Ck)	Nombre de cadavres d'oiseaux (Ck)	Surface de bande (m ²)	Surface prospectée (m ²)	Surface prospectée (%) (Sk)	Surface TB (%)	Surface Moy (%)	Surface Nulle (%)	d (=Pk)	TOTAL Ck/(d*Sk)	TOTAL Ck/d	somme [Ck/(d*Sk)] / somme [Ck/d]
0-10m	0	0	0	314	312	99%	99%	0%	1%	0,29	0,90	0,00	NA
11-20m	0	0	0	942	282	30%	30%	0%	70%		0,27	0,00	
21-30m	0	0	0	1570	209	13%	13%	0%	87%		0,12	0,00	
31-40m	0	0	0	2198	205	9%	9%	0%	91%		0,08	0,00	
41-50m	0	0	0	2808	147	5%	5%	0%	95%		0,05	0,00	
TOTAL	0												

du 10/07 au 22/08 (7 passages)

Bandes prospectées	Nombre de cadavres (Ck)	Nombre de cadavres de chiros (Ck)	Nombre de cadavres d'oiseaux (Ck)	Surface de bande (m ²)	Surface prospectée (m ²)	Surface prospectée (%) (Sk)	Surface TB (%)	Surface Moy (%)	Surface Nulle (%)	d (=Pk)	Ck/(d*Sk)	Ck/d	somme [Ck/(d*Sk)] / somme [Ck/d]
0-10m	0	0	0	314	314	100%	100%	0%	0%	0,83	0,91	0,00	1,00
11-20m	1	0	1	942	942	100%	77%	23%	0%		0,83	1,20	
21-30m	1	0	1	1570	1570	100%	71%	29%	0%		0,81	1,23	
31-40m	1	1	0	2198	2198	100%	70%	30%	0%		0,81	1,23	
41-50m	2	2	0	2808	2802	100%	68%	31%	0%		0,80	2,49	
TOTAL	5												

du 04/09 au 24/09 (4 passages)

Bandes prospectées	Nombre de cadavres (Ck)	Nombre de cadavres de chiros (Ck)	Nombre de cadavres d'oiseaux (Ck)	Surface de bande (m ²)	Surface prospectée (m ²)	Surface prospectée (%) (Sk)	Surface TB (%)	Surface Moy (%)	Surface Nulle (%)	d (=Pk)	Ck/(d*Sk)	Ck/d	somme [Ck/(d*Sk)] / somme [Ck/d]	
0-10m	0	0	0	314	313	100%	100%	0%	0%	0,70	0,91	0,00	1,43	
11-20m	0	0	0	942	722	77%	77%	0%	23%		0,70	0,00		0,00
21-30m	0	0	0	1570	1117	71%	71%	0%	29%		0,65	0,00		0,00
31-40m	1	0	1	2198	1534	70%	70%	0%	30%		0,64	2,26		1,57
41-50m	0	0	0	2808	1923	68%	68%	0%	32%		0,62	0,00		0,00
TOTAL	1													

Coefficient surfacique d'Arnett global

du 12/04 au 24/09 (16 passages)

Bandes prospectées	Nombre de cadavres (Ck)	Nombre de cadavres de chiros (Ck)	Nombre de cadavres d'oiseaux (Ck)	Surface de bande (m ²)	Surface prospectée (m ²)	Surface prospectée (%) (Sk)	Surface TB (%)	Surface Moy (%)	Surface Nulle (%)	d (=Pk)	Ck/(d*Sk)	Ck/d	somme [Ck/(d*Sk)] / somme [Ck/d]	
0-10m	0	0	0	314	313	100%	100%	0%	0%	0,63	0,91	0,00	1,54	
11-20m	1	0	1	942	681	72%	62%	10%	28%		0,62	2,22		1,60
21-30m	1	0	1	1570	1032	66%	53%	13%	34%		0,56	2,74		1,80
31-40m	2	1	1	2198	1409	64%	51%	13%	36%		0,54	5,78		3,70
41-50m	2	2	0	2808	1752	62%	49%	14%	38%		0,52	6,13		3,83
TOTAL	6													

✓ Parc éolien de Francourville

du 12/04 au 23/07 (8 passages)

Bandes prospectées	Nombre de cadavres (Ck)	Nombre de cadavres de chiros (Ck)	Nombre de cadavres d'oiseaux (Ck)	Surface de bande (m ²)	Surface prospectée (m ²)	Surface prospectée (%) (Sk)	Surface TB (%)	Surface Moy (%)	Surface Nulle (%)	d (=Pk)		TOTAL Ck/(d*Sk)	TOTAL Ck/d	somme [Ck/(d*Sk)] / somme [Ck/d]
0-10m	0	0	0	314	311	99%	99%	0%	1%	0,29	0,90	0,00	0,00	NA
11-20m	0	0	0	942	273	29%	29%	0%	71%		0,26	0,00	0,00	
21-30m	0	0	0	1570	209	13%	13%	0%	87%		0,12	0,00	0,00	
31-40m	0	0	0	2198	209	10%	10%	0%	90%		0,09	0,00	0,00	
41-50m	0	0	0	2808	190	7%	7%	0%	93%		0,06	0,00	0,00	
TOTAL	0													

du 01/08 au 25/09 (8 passages)

Bandes prospectées	Nombre de cadavres (Ck)	Nombre de cadavres de chiros (Ck)	Nombre de cadavres d'oiseaux (Ck)	Surface de bande (m ²)	Surface prospectée (m ²)	Surface prospectée (%) (Sk)	Surface TB (%)	Surface Moy (%)	Surface Nulle (%)	d (=Pk)		Ck/(d*Sk)	Ck/d	somme [Ck/(d*Sk)] / somme [Ck/d]
0-10m	0	0	0	314	314	100%	100%	0%	0%	0,91	0,91	0,00	0,00	1,00
11-20m	0	0	0	942	942	100%	100%	0%	0%		0,91	0,00	0,00	
21-30m	0	0	0	1570	1570	100%	100%	0%	0%		0,91	0,00	0,00	
31-40m	2	1	1	2198	2198	100%	100%	0%	0%		0,91	2,20	2,20	
41-50m	0	0	0	2808	2808	100%	100%	0%	0%		0,91	0,00	0,00	
TOTAL	2													

Coefficient surfacique d'Arnett global

du 12/04 au 25/09 (16 passages)

Bandes prospectées	Nombre de cadavres (Ck)	Nombre de cadavres de chiros (Ck)	Nombre de cadavres d'oiseaux (Ck)	Surface de bande (m ²)	Surface prospectée (m ²)	Surface prospectée (%) (Sk)	Surface TB (%)	Surface Moy (%)	Surface Nulle (%)	d (=Pk)	Ck/(d*Sk)	Ck/d	somme [Ck/(d*Sk)] / somme [Ck/d]	
0-10m	0	0	0	314	312	99%	99%	0%	1%	0,60	0,90	0,00	1,83	
11-20m	0	0	0	942	608	64%	64%	0%	36%		0,59	0,00		
21-30m	0	0	0	1570	890	57%	57%	0%	43%		0,52	0,00		
31-40m	2	1	1	2198	1204	55%	55%	0%	45%		0,50	7,33		4,01
41-50m	0	0	0	2808	1499	53%	53%	0%	47%		0,49	0,00		0,00
TOTAL	2													

ANNEXE 6 : LISTE DES OISEAUX FREQUENTANT LES PARCS DE DAMMARIE ET DE FRANCOURVILLE ET LEURS ABORDS

Légende pour les oiseaux :

Dir.Ois. : directive 2006/105 modifiant la directive 79/409/CEE (directive « Oiseaux ») du Conseil concernant la conservation des oiseaux sauvages

Annexe I : espèces faisant l'objet de mesures spéciales de conservation en particulier en ce qui concerne leur habitat (Zone de Protection Spéciale).

PN : protection nationale

Liste des espèces protégées à l'échelle nationale en vertu de l'arrêté du 29 octobre 2009 (publié au J.O. du 5 décembre 2009) modifiant celui du 3 mai 2007, lui-même issu de l'arrêté du 17 avril 1981 :

Cet arrêté du 29/10/2009 modifie substantiellement les dispositions applicables aux oiseaux protégés, en ajoutant notamment la notion de protection des habitats : « sont interdites [...] la destruction, l'altération ou la dégradation des sites de reproduction et des aires de repos des animaux. Ces interdictions s'appliquent aux éléments physiques ou biologiques réputés nécessaires à la reproduction ou au repos de l'espèce considérée, [...] pour autant que la destruction, l'altération ou la dégradation remette en cause le bon accomplissement de ces cycles biologiques ». Les oiseaux nicheurs sont répartis sur la quasi-totalité des habitats terrestres et une attention devra être portée non seulement sur les sites de nid réguliers, mais également sur les zones d'alimentation et de repos.

x : espèces inscrites à l'article 3 pour lesquelles la destruction, la perturbation des individus et des sites de reproduction et de repos sont interdits ainsi que le transport et le commerce ;

LRN : liste rouge nationale

UICN France, MNHN, LPO, SEOF et ONCFS, 2016. *Liste rouge des oiseaux nicheurs de France métropolitaine*. 32p.

LRN nich : en période de nidification ; LRN migr : en période de migration ; LRN hiv : en période d'hivernage

(CR = en danger critique ; EN = en danger ; VU = vulnérable ; NT = quasi menacée ; LC = préoccupation mineure ; DD = données insuffisantes ; NA = non applicable).

LRR : liste rouge régionale

Liste rouge des oiseaux nicheurs de la région Centre-Val de Loire (validée CSRPN 11/2013).

(CR = en danger critique ; EN = en danger ; VU = vulnérable ; NT = quasi menacée ; LC = préoccupation mineure ; DD = données insuffisantes ; NA = non applicable).

Rareté régionale : fondée sur l'estimation du nombre de couples nicheurs en s'appuyant en particulier sur les références suivantes

- Perthuis, 2002. L'avifaune de la région Centre : synopsis des connaissances. *Recherches Naturalistes en Région Centre*, 11 : 17-30 ;
- Thiollay & Bretagnolle (coord.), 2004. *Rapaces nicheurs de France. Distribution, effectifs et conservation*. Delachaux et Niestlé, Paris, 175 p ;
- DIREN Centre, 2004. *Natura 2000 - Les milieux et espèces d'intérêt européen connus en région Centre* ;
- Atlas des Oiseaux nicheurs de France (2005-2012) : nombre de mailles (probable + certain / possible) par région [www.atlas-ornitho.fr].

Niveau d'enjeu régional : niveau d'enjeu établi d'après le niveau de menace et de rareté de l'espèce au niveau régional.

Niveau d'enjeu sur le site (local) : niveau d'enjeu établi d'après le niveau de menace et de rareté de l'espèce au niveau régional et ajusté au regard de la rareté infra-régionale de l'espèce (rareté départementale...), de la dynamique de la métapopulation concernée, de l'état de conservation de la population du site (nombre d'individus, qualité de l'habitat...) et de la responsabilité de la station pour la conservation de l'espèce dans son aire de répartition naturelle (espèce biogéographiquement localisée, endémisme restreint).

Sensibilité au risque de collision : Sensibilité établie d'après le nombre de cadavres trouvés en Europe et l'estimation des tailles de populations à l'échelle européenne (BirdLife, 2015).

✓ Liste des oiseaux observés en période de reproduction sur le parc éolien de Dammarie

Parc	Abords proches (500m)	Abords lointains	Nom français	Nom scientifique	Dir.Ois.	PN	LRN nich	LRR	Rareté régionale	Niveau d'enjeu régional	Niveau d'enjeu sur le site (local)	Sensibilité au risque de collision	Remarques	Boisements	Formations arbustives et lisières	Cultures et friches
	x		Accenteur mouchet	<i>Prunella modularis</i>		x	LC	LC	TC	Faible	Faible	Faible		x		
x			Alouette des champs	<i>Alauda arvensis</i>			NT	NT	TC	Moyen	Faible	Faible	Migration marquée au-dessus du parc le 17/10/18			x
x			Bergeronnette grise	<i>Motacilla alba</i>		x	LC	LC	TC	Faible	Faible	Faible				x
x			Bergeronnette printanière	<i>Motacilla flava</i>		x	LC	LC	AC	Faible	Faible	Faible				x
x			Bruant des roseaux	<i>Emberiza schoeniclus</i>		x	EN	VU	AC	Assez fort	Assez fort	Faible	Dans le colza au nord de E3 le 12/04/18 ; Dans le colza à l'est de E6 le 28/05/18			x
		x	Busard Saint-Martin	<i>Circus cyaneus</i>	Ann. I	x	LC	NT	AC	Moyen	Moyen	Moyenne	1 mâle aux abords lointains le 19/12/17 ; 1 mâle et 1 femelle chasse sur le parc le 30/01/18 ; 1 mâle et 1 femelle chasse dans et au nord du parc le 12/04/18 ; 1 mâle chasse entre E1 et E4 le 26/04/18 ; échange de proie entre E1 et E4 le 14/06/18 ; nid très probable en 2018 dans une parcelle entre la RD935 et Ormoy, à l'est du parc ; le couple chasse autour de E6 le 04/07/18 ; 1 mâle se bat avec une buse à hauteur de pale au sud de E3 le 10/07/18 ; 1 mâle passe au nord du parc le 16/08/18 ; 1 femelle posée au pied de E2 le 04/09/18 ; 1 mâle posé aux bord de la RD 935, au sud-est de E6 le 11/09/18 ; 1 mâle chasse autour de E6, sous les pales, le 18/09/18 ; 1 mâle chasse à l'ouest de E6 le 24/09/18 ; 1 femelle chasse au nord-est de E1 le 17/10/18			x
	x		Buse variable	<i>Buteo</i>		x	LC	LC	C	Faible	Faible	Moyenne	Nicheuse dans les bois au sud du parc en 2018 ; fréquente régulièrement le parc sous et à hauteur des pales en 2018	x		
	x		Corneille noire	<i>Corvus corone</i>			LC	LC	TC	Faible	Faible	Faible		x		

Parc	Abords proches (500m)	Abords lointains	Nom français	Nom scientifique	Dir.Ois.	PN	LRN nich	LRR	Rareté régionale	Niveau d'enjeu régional	Niveau d'enjeu sur le site (local)	Sensibilité au risque de collision	Remarques	Boisements	Formations arbustives et lisières	Cultures et friches
	x		Étourneau sansonnet	<i>Sturnus vulgaris</i>			LC	LC	TC	Faible	Faible	Faible	35 posés entre E1 et E4 le 04/09/18 ; 6 posés entre E3 et E6 le 04/09/18 ; 15 en vol sud sous E4 le 11/09/18 ; 15 passent en vol sud-est sous les pales de E6 le 18/09/18 ; 300 individus posés à 200-300m au sud-ouest de E6 le 17/10/18 (l'éolienne tournait et les oiseaux n'étaient pas effarouchés)	x		
	x		Faisan de Colchide	<i>Phasianus colchicus</i>			LC	NA	INT	Faible	Faible	Faible				x
	x		Faucon crécerelle	<i>Falco tinnunculus</i>		x	NT	LC	C	Faible	Faible	Assez forte	1 individus à l'ouest de E1 le 29/03/18 ; fréquente régulièrement le parc sous et à hauteur des pales en 2018	x		
x			Fauvette grisette	<i>Sylvia communis</i>		x	LC	LC	TC	Faible	Faible	Faible				x
	x		Grimpereau des jardins	<i>Certhia brachydactyla</i>		x	LC	LC	TC	Faible	Faible	Faible		x		
	x		Merle noir	<i>Turdus merula</i>			LC	LC	TC	Faible	Faible	Faible		x		
	x		Mésange bleue	<i>Cyanistes caeruleus</i>		x	LC	LC	TC	Faible	Faible	Faible		x		
	x		Mésange charbonnière	<i>Parus major</i>		x	LC	LC	TC	Faible	Faible	Faible		x		
x			Pie bavarde	<i>Pica pica</i>			LC	LC	TC	Faible	Faible	Faible				x
	x		Pigeon ramier	<i>Columba palumbus</i>			LC	LC	TC	Faible	Faible	Faible	Fréquente très régulièrement le parc en 2018	x		
	x		Pinson des arbres	<i>Fringilla coelebs</i>		x	LC	LC	TC	Faible	Faible	Faible		x		
	x		Pipit des arbres	<i>Anthus trivialis</i>		x	LC	LC	C	Faible	Faible	Faible				x
	x		Pouillot véloce	<i>Phylloscopus collybita</i>		x	LC	LC	TC	Faible	Faible	Faible		x		
	x		Roitelet triple-bandeau	<i>Regulus ignicapilla</i>		x	LC	LC	C	Faible	Faible	Faible		x		
	x		Rougegorge familier	<i>Erithacus rubecula</i>		x	LC	LC	TC	Faible	Faible	Faible		x		

Parc	Abords proches (500m)	Abords lointains	Nom français	Nom scientifique	Dir.Ois.	PN	LRN nich	LRR	Rareté régionale	Niveau d'enjeu régional	Niveau d'enjeu sur le site (local)	Sensibilité au risque de collision	Remarques	Boisements	Formations arbustives et lisières	Cultures et friches
	x		Sittelle torchepot	<i>Sitta europaea</i>		x	LC	LC	TC	Faible	Faible	Faible		x		
	x		Troglodyte mignon	<i>Troglodytes troglodytes</i>		x	LC	LC	TC	Faible	Faible	Faible		x		

✓ Liste des oiseaux observés en période de reproduction sur le parc éolien de Francourville

Parc	Abords proches (500m)	Abords lointains	Nom français	Nom scientifique	Dir.Ois.	PN	LRN nich	LRR	Rareté régionale	Niveau d'enjeu régional	Niveau d'enjeu sur le site (local)	Sensibilité au risque de collision	Remarques	Boisements	Cultures et friches	
	x		Alouette des champs	<i>Alauda arvensis</i>				NT	NT	TC	Moyen	Faible	Faible		x	
	x		Bergeronnette printanière	<i>Motacilla flava</i>			x	LC	LC	AC	Faible	Faible	Faible		x	
	x		Bruant proyer	<i>Emberiza calandra</i>			x	LC	NT	C	Faible	Faible	Faible		x	
		x	Busard Saint-Martin	<i>Circus cyaneus</i>	Ann. I		x	LC	NT	AC	Moyen	Moyen	Moyenne	1 femelle posée entre E5 et E6 et 1 mâle posé à l'est de E1 le 12/04/18 ; 1 mâle se pose entre E5 et E6 puis part vers le nord le 26/04/18 ; 1 femelle posée au nord-est de E6 puis s'envole en passant sous cette éolienne le 03/05/18 ; 1 mâle en vol nord juste à l'ouest de E6 le 28/05/18 ; 1 femelle chasse sur le parc et se pose au nord de E5 le 14/06/18 ; 1 cadavre d'une jeune femelle trouvé entre E2 et E3 le 01/08/19 ; 1 mâle posé à l'est de E1 en bord de chemin le 25/09/18		x
	x		Buse variable	<i>Buteo buteo</i>			x	LC	LC	C	Faible	Faible	Moyenne	1 autour de E3 le 29/03/18 ; 1 au sud de E4 le 17/07/18 ; niche possiblement dans les boisements au sud de E4 en 2018	x	

Parc	Abords proches (500m)	Abords lointains	Nom français	Nom scientifique	Dir.Ois.	PN	LRN nich	LRR	Rareté régionale	Niveau d'enjeu régional	Niveau d'enjeu sur le site (local)	Sensibilité au risque de collision	Remarques	Boisements	Cultures et friches
	x		Corbeau freux	<i>Corvus frugilegus</i>			LC	LC	C	Faible	Faible	Faible	Corbeautière dans le bois au sud-ouest de E4 (15-20 nids) en 2018 ; 15 au pied de E2 le 26/04/18 ; 100 individus au centre du parc le 03/09/18 ; 30 le 12/09/18 ; fréquente le parc très régulièrement, voire quotidiennement	x	
	x		Corneille noire	<i>Corvus corone</i>			LC	LC	TC	Faible	Faible	Faible	Fréquente très régulièrement le parc en 2018	x	
	x		Faisan de Colchide	<i>Phasianus colchicus</i>			LC	NA	INT	Faible	Faible	Faible			x
		x	Faucon crécerelle	<i>Falco tinnunculus</i>		x	NT	LC	C	Faible	Faible	Assez forte	Fréquente régulièrement le parc en 2018	x	
	x		Fauvette à tête noire	<i>Sylvia atricapilla</i>		x	LC	LC	TC	Faible	Faible	Faible		x	
	x		Merle noir	<i>Turdus merula</i>			LC	LC	TC	Faible	Faible	Faible		x	
	x		Mésange bleue	<i>Cyanistes caeruleus</i>		x	LC	LC	TC	Faible	Faible	Faible		x	
	x		Mésange charbonnière	<i>Parus major</i>		x	LC	LC	TC	Faible	Faible	Faible		x	
x			Perdrix grise	<i>Perdix perdix</i>			LC	NT	C	Moyen	Moyen	Faible	1 couple à proximité de E1 en 2018 ; 1 entre E5 et E6 le 16/08/18		x
	x		Pic épeiche	<i>Dendrocopos major</i>		x	LC	LC	C	Faible	Faible	Faible		x	
	x		Pinson des arbres	<i>Fringilla coelebs</i>		x	LC	LC	TC	Faible	Faible	Faible		x	
	x		Rougegorge familier	<i>Erithacus rubecula</i>		x	LC	LC	TC	Faible	Faible	Faible		x	
	x		Sittelle torchepot	<i>Sitta europaea</i>		x	LC	LC	TC	Faible	Faible	Faible		x	
	x		Verdier d'Europe	<i>Chloris chloris</i>		x	VU	LC	TC	Faible	Faible	Faible		x	

✓ Liste des oiseaux observés en migration, hivernage ou erratisme sur le parc éolien de Dammarie

Nom français	Nom scientifique	Dir.Ois.	PN	LRN migr	LRN hiv	Sensibilité au risque de collision	Remarques
Busard des roseaux	<i>Circus aeruginosus</i>	Ann. I	x			Moyenne	1 femelle posée entre E1 et E4 le 04/09/18 ; 1 femelle posée puis chasse entre E1 et E4 le 18/09/18
Busard pâle	<i>Circus macrourus</i>	Ann. I	x	NA		Faible	1 mâle adulte chasse et se pose entre E3 et E6, toujours sous les pales, puis part vers l'est le 04/09/18
Épervier d'Europe	<i>Accipiter nisus</i>		x			Moyenne	1 individu au sud de E3 en vol sud le 29/03/18
Goéland leucophée	<i>Larus michahellis</i>		x			Moyenne	2 juvéniles contournent E6 par le sud à hauteur de pale le 04/09/18 ; 1 juvénile passe sous E1 le 11/09/18 ; 1 juvénile passe entre E5 et E6 vers le sud-est sous les pales le 18/09/18
Grand Cormoran	<i>Phalacrocorax carbo</i>		x			Faible	45 en vol nord-est aux Bordes (abords lointains) le 29/03/18
Grive draine	<i>Turdus viscivorus</i>					Faible	
Héron cendré	<i>Ardea cinerea</i>		x			Moyenne	Chasse entre E1 et E4 le 10/07/18 et le 16/08/18
Linotte mélodieuse	<i>Carduelis cannabina</i>		x			Faible	
Pipit farlouse	<i>Anthus pratensis</i>		x		DD	Faible	
Pluvier doré	<i>Pluvialis apricaria</i>	Ann. I				Faible	11+40+150 en vol vers le sud-ouest de part et d'autre du parc le 30/01/18 ; 100 individus posés à 200-300m au sud-ouest de E6 le 17/10/18 (l'éolienne tournait et les oiseaux n'étaient pas effarouchés)
Traquet motteux	<i>Oenanthe oenanthe</i>		x	DD		Faible	1 posé au pied de E4 le 04/09/18
Vanneau huppé	<i>Vanellus vanellus</i>					Faible	1000 individus posés à 200-300m au sud-ouest de E6 le 17/10/18 (l'éolienne tournait et les oiseaux n'étaient pas effarouchés)

✓ Liste des oiseaux observés en migration, hivernage ou erratisme sur le parc éolien de Francourville

Nom français	Nom scientifique	Dir.Ois.	PN	LRN migr	LRN hiv	Sensibilité au risque de collision	Remarques
Bergeronnette grise	<i>Motacilla alba</i>		x			Faible	
Chardonneret élégant	<i>Carduelis carduelis</i>		x			Faible	
Étourneau sansonnet	<i>Sturnus vulgaris</i>					Faible	40 en vol ouest au sud de E5 le 29/03/18 ; 10 entre E2 et E3 le 14/06/18
Goéland leucophée	<i>Larus michahellis</i>		x			Moyenne	3 individus en vol sud-ouest à l'est du parc le 30/01/18 ; 60 individus au centre du parc avec des vols à faible hauteur (sous le bas de pale) le 03/09/18 ; 10 individus au centre du parc le 12/09/18 ; 3 le 19/09/18
Grive draine	<i>Turdus viscivorus</i>					Faible	
Hirondelle rustique	<i>Hirundo rustica</i>		x	DD		Faible	6 en vol sud entre E5 et E6 le 19/09/18
Linotte mélodieuse	<i>Carduelis cannabina</i>		x			Faible	
Pie bavarde	<i>Pica pica</i>					Faible	
Pigeon ramier	<i>Columba palumbus</i>					Faible	Fréquente très régulièrement le parc en 2018
Pipit farlouse	<i>Anthus pratensis</i>		x		DD	Faible	
Pluvier doré	<i>Pluvialis apricaria</i>	Ann. I				Faible	120 individus en vol nord à l'ouest du parc le 30/01/18
Traquet motteux	<i>Oenanthe oenanthe</i>		x	DD		Faible	1 individu posé sous E3 le 23/08/18