



Parc éolien de Guilleville (28) Suivi post-implantation 2019

ÉCOSPHÈRE Agence Centre-Bourgogne
112 rue du Nécotin, 45000 ORLEANS

09/12/2020

INFORMATIONS & CONTACTS ●●●

Parc éolien de Guilleville (28) Suivi post-implantation 2019

Étude réalisée pour : EDF Renewables

Agence de Béziers
Centre d'Affaires Wilson
1, carrefour de l'Hours CS 5002
34500 Béziers

Julie PASTOR
Chargée d'affaires environnement
04 67 62 77 64 / 06 34 78 66 44
julie.pastor@edf-en.com

Étude réalisée par : ÉCOSPHÈRE Agence Centre-Bourgogne

112 rue du Nécotin, 45000 ORLEANS
02 38 42 12 90

Coordination	Elodie BRUNET <i>Chargée d'études flore, habitats naturels et zones humides</i>
Suivi de mortalité	Léa BOUTAULT, Elodie BRUNET <i>Chargées d'études</i>
Suivi acoustique en nacelle	Maxime COLLET <i>Chargé d'études faune</i>
Analyses faunistiques	Léa BOUTAULT, Manon ACQUEBERGE, Maxime COLLET, Guillaume MARCHAIS <i>Chargés d'études et de projet faune</i>
Cartographie des habitats naturels	Elodie BRUNET <i>Chargée d'études flore, habitats naturels et zones humides</i>
SIG et cartographie	Ulysse BOURGEOIS <i>Géomaticien</i>
Contrôle qualité	Guillaume MARCHAIS <i>Chef de projets</i>

CONTEXTE ●●●

Le parc éolien de Guilleville est constitué de 4 éoliennes de type Nordex N117/3600 et d'1 éolienne de type Nordex N117/3300. Il a été mis en service en février 2019. Le parc se situe sur les communes de Guilleville, Trancrainville et de Fresnay-l'Evêque dans le département de l'Eure-et-Loir (28), en contexte agricole.

Afin de se conformer à la réglementation ICPE, la société EDF Renewables souhaite faire réaliser les suivis post-implantation selon le protocole national réglementaire 2018.

Mission d'Écosphère :

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

- Réaliser un suivi acoustique en altitude sur une éolienne durant 7,5 mois ;
- Effectuer des recherches de cadavres ;
- Évaluer les impacts par collision ou barotraumatisme ;
- Proposer le cas échéant des mesures de réduction proportionnées.

SOMMAIRE

INFORMATIONS & CONTACTS	2
CONTEXTE	2
SOMMAIRE	3
1. CADRE TECHNIQUE ET RÉGLEMENTAIRE D'UN SUIVI POST-IMPLANTATION	4
2. PRÉSENTATION DU PARC ÉOLIEN	5
2.1 LOCALISATION ET CONTEXTE ÉCOLOGIQUE	5
2.2 CARACTÉRISTIQUES GÉNÉRALES DU PARC ÉOLIEN	5
2.3 CARACTÉRISTIQUES TECHNIQUES DES ÉOLIENNES EN SERVICE	5
2.4 SITUATION ÉCOLOGIQUE ANTÉRIEURE AU PARC – RAPPEL DE L'ÉTUDE D'IMPACT ÉCOLOGIQUE (EIE)	5
3. MÉTHODES DE TRAVAIL	8
3.1 SUIVI DE MORTALITÉ DES CHAUVES-SOURIS ET DES OISEAUX	8
3.2 SUIVI ACOUSTIQUE EN NACELLE	14
3.3 MÉTHODE D'ÉVALUATION DES ESPÈCES FRÉQUENTANT LE PARC.....	15
3.4 MÉTHODE DE DÉFINITION DES IMPACTS ET DES MESURES DE RÉDUCTION ADAPTÉES AU PARC	18
3.5 IDENTIFICATION DES HABITATS	18
4. RÉSULTATS	19
4.1 CARTOGRAPHIE DES HABITATS	19
4.2 SUIVI DE MORTALITÉ.....	22
4.3 SUIVI ACOUSTIQUE EN NACELLE	33
5. ÉVALUATION DES IMPACTS	38
5.1 ÉVALUATION DES RISQUES DE COLLISION SPÉCIFIQUES AU PARC DE GUILLEVILLE	38
5.2 IMPACT INDIRECT DES ÉOLIENNES SUR LA FRÉQUENTATION DES HABITATS PAR LES CHIROPTÈRES ET LES OISEAUX	40
5.3 ÉLÉMENTS DE COMPARAISON AVEC L'ÉTUDE D'IMPACT (2014).....	40
5.4 EFFETS CUMULÉS	41
6. MESURES DE RÉDUCTION DES RISQUES DE COLLISION	42
6.1 PROTECTION DES CHAUVES-SOURIS FRÉQUENTANT LE PARC PAR UN BRIDAGE NOCTURNE DIFFÉRENCIÉ	42
6.2 CONTRÔLE DE L'ÉCLAIRAGE NOCTURNE	43
6.3 GESTION DES HABITATS AUTOUR DES ÉOLIENNES	43
6.4 RÉDUCTION DES TURBULENCES AUX ABORDS DES PALES	43
7. MESURES DE SUIVI	44
8. BIBLIOGRAPHIE	45
ANNEXE 1 : DATES DE PROSPECTION DU SUIVI DE MORTALITÉ	47
ANNEXE 2 : OCCUPATION DU SOL ET DÉTAIL DES SURFACES PROSPECTÉES PAR ÉOLIENNE AU	48
ANNEXE 3 : SYNTHÈSE DES CADAVRES DÉCOUVERTS LORS DU SUIVI DE MORTALITÉ	51
ANNEXE 4 : ESTIMATIONS DE LA MORTALITÉ RÉELLE OBTENUES À PARTIR D'EOLAPP	52

1. CADRE TECHNIQUE ET RÉGLEMENTAIRE 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.

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 & SFPEM) 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.**

Ce protocole de suivi environnemental des parcs éoliens terrestres révisé en 2018 préconise **un suivi de mortalité constitué au minimum de 20 passages (entre les semaines 20 à 43)**. Le suivi pourra être renforcé sur cette même période (augmentation de la fréquence des passages) ou élargi à d'autres périodes de l'année selon les conclusions de l'étude d'impact, les prescriptions potentielles des arrêtés

préfectoraux ou si les premiers résultats des suivis de mortalité indiquent des niveaux de mortalité significatifs.

Aussi, **un suivi d'activité en hauteur des chiroptères sera couplé au suivi de mortalité à minima des semaines 31 à 43**, et qui pourra également être élargi en fonction des enjeux et risques d'impact identifiés.

Le tableau suivant synthétise les périodes de suivi préconisées selon les caractéristiques du parc éolien.

Tableau 1 : Période sur laquelle doit être effectué le suivi de mortalité de l'avifaune et le suivi d'activité des chiroptères en hauteur en fonction des enjeux (tiré du Protocole de suivi environnemental des parcs éoliens terrestres. Révision 2018)

Semaine n°	1 à 19	20 à 30	31 à 43	44 à 52
Le suivi de mortalité doit être réalisé ...	Si enjeux avifaunistiques ou risque d'impact sur les chiroptères spécifiques *	Dans tous les cas *		Si enjeux avifaunistiques ou risque d'impact sur les chiroptères *
Suivi d'activité en hauteur des chiroptères	Si enjeux sur les chiroptères	Si pas de suivi en hauteur dans l'étude d'impact	Dans tous les cas	Si enjeux sur les chiroptères

* Le suivi de mortalité des oiseaux et des chiroptères est mutualisé. Ainsi, tout suivi de mortalité devra conduire à rechercher à la fois les oiseaux et les chiroptères (y compris par exemple en cas de suivi étendu motivé par des enjeux avifaunistiques).

Dans le cas du parc éolien de Guilleville, le suivi ayant été contractualisé en février 2019 et débuté en avril 2019, les préconisations du protocole national de suivi environnemental des parcs éoliens terrestres (avril 2018) s'y appliquent.

L'arrêté du 22/06/2020 modifiant l'arrêté du 26/08/2011 apportent des précisions quant aux exigences sur les délais de rendu des suivis post-implantation et les modalités de téléversement légales des données brutes collectées.

Il stipule également que ce suivi est renouvelé dans les 12 mois si le précédent suivi a mis en évidence un impact significatif et qu'il est nécessaire de vérifier l'efficacité des mesures correctives. A minima, le suivi est renouvelé tous les 10 ans d'exploitation de l'installation.

¹ Décision du 5 avril 2018, NOR : TREP1807992S

2. PRÉSENTATION DU PARC ÉOLIEN

2.1 LOCALISATION ET CONTEXTE ÉCOLOGIQUE

Voir la carte « Localisation du parc éolien ».

Le parc éolien de Guilleville est situé sur les communes de Guilleville, Trancrainville et de Fresnay-l'Éveque, au sud-est du département de l'Eure-et-Loir (28) en région Centre-Val de Loire. Il se trouve à environ 30 km au sud-est de Chartres, et à 30 km au nord d'Orléans. Le parc est constitué de 5 éoliennes, implantées en cultures.

Ce parc s'inscrit dans un contexte d'open-fields, dominé par l'agriculture intensive entrecoupé d'un maillage de boisements ou de linéaire arborés. Il est localisé entre l'autoroute A10 à l'est et la RN154 un peu plus à l'ouest. Quelques bosquets ou boisements sont situés aux abords du parc. Le Bois brulé se prolonge au nord d'une haie arborée reliant l'éolienne E5. La Vallée de Boissay composée de boisements se trouve à l'ouest de l'éolienne E4. Un autre boisement est localisé à moins de 200 m à l'ouest de l'éolienne E3.



Contexte écologique aux abords des éoliennes (E. Brunet, L. Boutault - Ecosphère)



Vue aérienne du parc depuis la nacelle de l'éolienne E3 (G. Marchais – Ecosphère)

2.2 CARACTÉRISTIQUES GÉNÉRALES DU PARC ÉOLIEN

Le parc éolien de Guilleville est composé de 5 éoliennes mises en service en février 2019.

Caractéristiques du parc éolien de Guilleville

Guilleville		
Date de mise en service	Février 2019	
Modèle	Nordex N117/3600	Nordex N117/3300
Nombre d'éoliennes	4 (n°2 à 5)	1 (n°1)
Exploitant	SAS « Parc éolien de Guilleville »	
Puissance cumulée	14,4 MW	3,3 MW

2.3 CARACTÉRISTIQUES TECHNIQUES DES ÉOLIENNES EN SERVICE

Caractéristiques des éoliennes du parc de Guilleville

Éolienne	E1 à 4	E5
Modèle	Nordex N117/3600	Nordex N117/3300
Hauteur du moyeu	91 m	100 m
Diamètre du rotor	117 m	99,8 m
Garde au sol	32,5 m	50 m
Zone de balayage du rotor	10 752 m ²	7 823 m ²
Puissance nominale	3,6 MW	3,3 MW
Vitesse de connexion (cut-in wind speed)	3 m/s	3,5 m/s
Vitesse max d'arrêt (10 min en moyenne)	25 m/s	25 m/s
Vitesse de rotation maximale	14,1 tours/minute	16,1 tours/minute
Vitesse de rotation minimale	7,9 tours/minute	9 tours/minute

2.4 SITUATION ÉCOLOGIQUE ANTÉRIEURE AU PARC – RAPPEL DE L'ÉTUDE D'IMPACT ÉCOLOGIQUE (EIE)

Une partie des conclusions présentes dans le résumé non technique de l'étude d'impact écologique réalisé en amont de la construction du parc a pu être consultée. Une analyse de ce contenu de l'étude d'impact écologique datant de 2014 est réalisée conformément aux objectifs du suivi afin de pouvoir mesurer la conformité ou l'éventuel écart avec la situation écologique actuelle.

2.4.1 CONTEXTE ÉCOLOGIQUE

Deux ZNIEFF de type I se trouvent à proximité du secteur d'étude, dans un rayon d'environ 1 km. Il s'agit des ZNIEFF n°240030445 « Bois de Limour » et n°240030447 « Pelouses du Bois de la Fontaine ».

2.4.2 ENJEUX FLORE ET HABITATS

126 espèces de plantes ont été recensées lors des inventaires de l'état initial sur l'emprise du projet, dont 1 rare et 7 assez rares, parmi lesquelles 4 sont déterminantes ZNIEFF et 1 protégée régionalement.

L'intérêt floristique de la zone d'étude se localise uniquement au sein des boisements calcicoles. Le reste de la zone d'étude est dominée par de grandes cultures sans intérêt patrimonial. Aucune espèce végétale protégée n'a été recensée au sein de la zone d'étude.

2.4.3 ENJEUX FAUNE

Les enjeux concernant la faune étaient globalement faibles, parfois modérés.

2.4.3.1 L'Avifaune

Les enjeux concernant les oiseaux sont globalement **faibles**, avec une diversité spécifique restreinte.

En période de nidification, 35 espèces d'oiseaux ont été recensées, avec un nombre de couples faible sur la zone d'étude. Parmi elles, **3 espèces à enjeux** étaient présentes :

- l'Édicnème criard, avec 2 couples nicheurs certains et 1 probable
- le Busard Saint-Martin, avec 1 couple nicheur certain et 1 probable
- la Pie-grièche écorcheur, considérée non-nicheuse.

Concernant la migration, **un axe préférentiel du flux migratoire** se dégageait **au niveau des Vallées de Boissay et de Trancrainville**. Les flux principaux concernaient le Vanneau huppé, le Pluvier doré et le Pinson des arbres, observés en grands effectifs. **L'enjeu est qualifié de moyen en période de migration** dans la partie nord de l'aire d'étude.

La zone d'étude ne semblait pas présenter d'enjeu concernant les oiseaux en hivernage. Aucun regroupement de Vanneaux huppés ou Pluviers dorés n'est noté dans l'étude d'impact, bien que la Beauce soit une région très fréquentée par ces espèces à cette période de l'année.

2.4.3.2 Les chiroptères

Les inventaires sur les chauves-souris ont été réalisés notamment avec l'utilisation de ballons en altitude.

Aucun contact n'a été obtenu sur la zone d'étude, l'étude écologique initiale conclut sur une absence de gîte, de déplacement ou de comportement de chasse au sein du secteur étudié.

Seule la Pipistrelle commune est notée à proximité du projet dans les boisements et les zones habitées.

L'enjeu sur les chiroptères était considéré comme faible.

2.4.3.3 Autre faune

Pour les autres groupes faunistiques, seuls les mammifères terrestres semblent avoir été inventoriés. Ils présentaient un **enjeu faible** dans la zone d'étude, lié au contexte d'agriculture intensive.

Les enjeux concernant la faune étaient globalement faibles, parfois modérés.

2.4.4 SYNTHÈSE

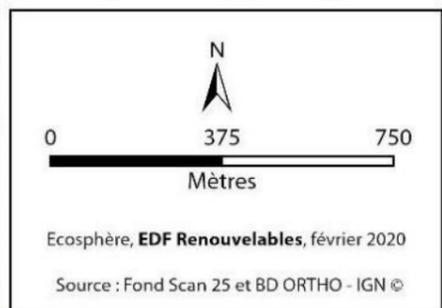
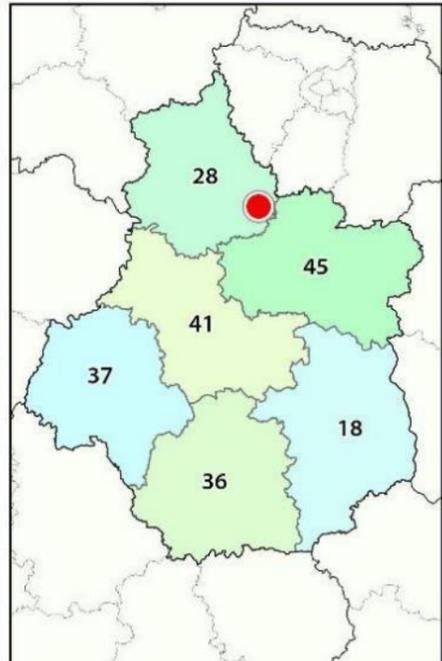
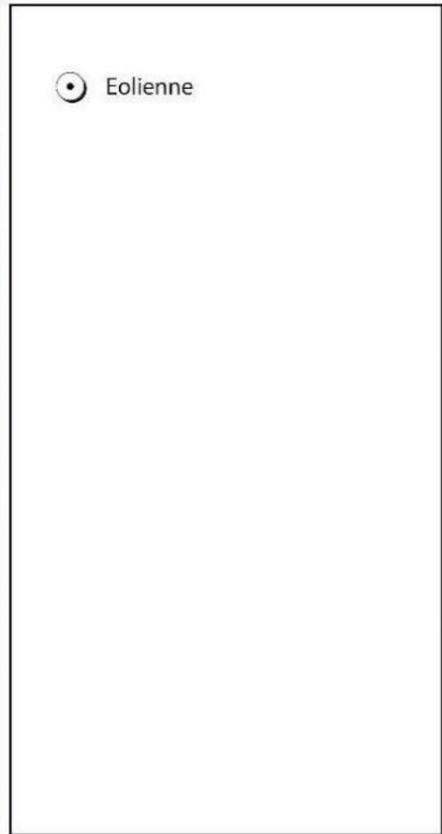
Le parc éolien de Guilleville s'inscrit dans un contexte d'agriculture intensive, où les habitats et la flore sont peu diversifiés. Les secteurs à sensibilité étant éloignés du projet, **les impacts étaient jugés nuls sur les milieux naturels et floristiques.**

Les enjeux sur l'avifaune sont faibles en période de reproduction et d'hivernage. L'implantation des éoliennes évite les secteurs de nidification des deux espèces à enjeu identifiées. **L'enjeu principal du projet se localise dans la partie nord de l'aire d'étude** avec un flux migratoire suivant les Vallées de Boissay et de Trancrainville. Seule l'éolienne 5 localisée à proximité de cet axe est jugée susceptible d'avoir un impact sur l'avifaune. Des mesures d'évitement, de réduction et d'accompagnement ont été prises en compte, permettant de diminuer l'impact résiduel à faible (installation d'un DTBird, modèle de machine avec une plus haute garde au sol).

Les impacts potentiels sur les chiroptères étaient jugés faibles, aucun territoire de chasse ou axe de déplacement n'ayant été identifié au sein de l'aire d'étude immédiate en période de parturition ou de migration. Les résultats des inventaires ne montraient aucun gîte ni contact dans l'aire d'étude immédiate durant ces deux périodes. Les seuls contacts ont été faits en dehors de cette zone, l'étude d'impact conclut sur un risque de collision avec les pales faible.



Corridor boisé localisé à proximité de l'éolienne E5 dans la Vallée de Trancrainville (E. Brunet - Ecosphère)



3. MÉTHODES DE TRAVAIL

3.1 SUIVI DE MORTALITÉ DES CHAUVES-SOURIS ET DES OISEAUX

3.1.1 PRESSION D'ÉCHANTILLONNAGE

3.1.1.1 Éoliennes suivies

Les 5 éoliennes du parc, se trouvant toutes dans un contexte agricole de cultures intensives, ont été inspectées à chaque passage en appliquant la même méthodologie, selon un protocole standardisé conforme au protocole ministériel de suivi environnemental des parc éoliens terrestres en vigueur depuis avril 2018.

3.1.1.2 Calendrier du suivi

Les préconisations du Protocole de suivi environnemental des parcs éoliens terrestres (avril 2018) recommandent 20 passages au minimum par éolienne par an (cf. partie 1). EDF Renouvelables a souhaité réaliser plus de passages que le protocole national. Ainsi, conformément au CCTP, un total de 45 passages a été réalisé pour chaque éolienne. Ces passages sont répartis de début avril à fin octobre comme suit :

- 1 passage tous les 7 jours de début avril à fin juillet ;

- 2 passages tous les 3 ou 4 jours de début août à fin octobre.

Le suivi de la mortalité a ainsi été réalisé sur la quasi-totalité de l'année, à l'exception de la période hivernale, et couvrant 3 périodes d'activité faunistique distinctes :

- **entre avril et mi-juin**, 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 au début de la parturition des chauves-souris ;
- **entre mi-juin et juillet**, période liée à la dispersion des juvéniles et aux mouvements post-nuptiaux précoces des oiseaux (martinets...). 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 ;
- **entre août et octobre**, période liée à la migration post-nuptiale. 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. Différentes vagues de migration se poursuivent pour les oiseaux au cours de l'automne, avec des pics de passage d'autres espèces sensibles en octobre (Milan royal, Alouette des champs...), alors que l'activité des chiroptères diminue fortement avec les premiers coups de froids. **Les suivis ont été intensifiés durant cette période où la sensibilité des espèces est plus forte.**

La fréquence des passages a été constante au cours de l'année (intervalle moyen entre chaque passage = 7 j en première période ; 3,5 j en deuxième période ; soit **4,8 j sur la globalité du suivi**).

Dans le cas du parc de Guilleville, l'éolienne E5 est équipée du système DT-Bird. Des passages supplémentaires ont été réalisés en période de migration sur cette éolienne dans le but de vérifier l'efficacité du système DT-Bird. Il est prévu 2 passages par semaine entre mi-mars et mi-mai, puis entre début septembre et fin octobre.

Le DT Bird n'ayant été en fonction qu'à partir de la mi-avril 2019, 5 passages supplémentaires ont été réalisés sur l'éolienne E5 entre le 18 avril et le 17 mai 2019. Les passages prévus entre septembre et octobre ont été couplés à ceux du suivi réglementaire classique précédemment décrit.

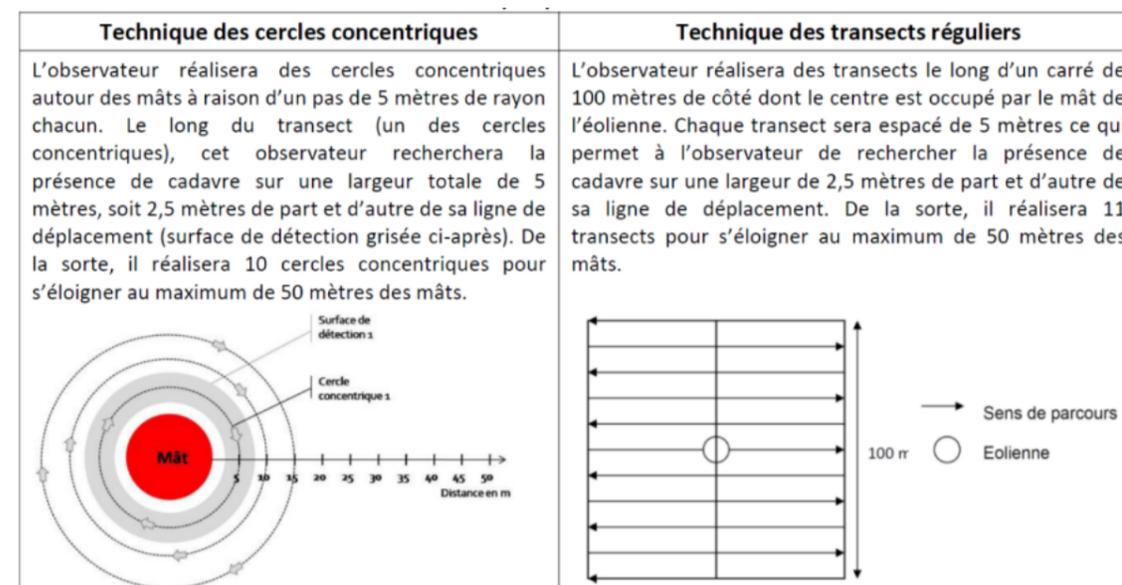
Le détail des dates de suivi est présenté en annexe 1.

3.1.2 RECUEIL DES DONNÉES BRUTES DE MORTALITÉ

Le protocole d'étude directe de la mortalité implique la recherche de cadavres d'oiseaux et de chiroptères au sol.

3.1.2.1 Méthode pour la recherche des cadavres et surfaces prospectées

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, mais la même méthode a été appliquée tout au long de la démarche.



Conformément aux recommandations formulées par Eurobats (Rodrigues *et al.*, 2014) et du protocole de suivi environnemental actuellement en vigueur, dans le cas de machines présentant des pales de longueur supérieure à 50m, les prospections se sont faites dans un rayon équivalent à la longueur des pales autour des mâts des machines. **Pour le parc éolien de Guilleville, les prospections se sont donc effectuées dans un rayon de 60 mètres autour des mâts des machines.** D'après la bibliographie, une majorité des cadavres tombe dans un rayon de 50 m autour des mâts (GRÜNKORN *et al.*, 2005 ; BRINKMANN *et al.*, 2011), s'agissant du rayon minimal à suivre.

Cette surface a été prospectée en réalisant des transects autour des mâts des éoliennes suivies. Chaque transect est 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. En effet, Arnett *et al.*, (2005) ont démontré que l'efficacité chute fortement au-delà d'une distance de 3 mètres. De la sorte, l'observateur a réalisé 12 transects pour s'éloigner au maximum de 60 mètres des mâts. Précisons que ces itinéraires ont été réalisés d'un pas lent et régulier pour une détectabilité optimale et au moins une heure après le lever du soleil, pour minimiser l'impact de la prédation diurne, et quand les conditions lumineuses sont suffisantes.

Si le suivi direct de la mortalité se révèle pertinent pour évaluer les effets d'un parc, il peut s'avérer extrêmement difficile voire impossible dans les cas où le couvert végétal est trop dense (Cornut & Vincent, 2010). Durant la période échantillonnée, les surfaces prospectables ont varié selon l'assolement autour des éoliennes (blé, colza, exploitant en activité dans les parcelles, ...). Le tableau suivant décrit les 3 classes de végétation utilisées pour définir les niveaux de visibilité. À chaque passage le niveau de visibilité a été renseigné sur chaque parcelle ou habitat. **Une estimation de la surface prospectée autour des machines a ainsi été calculée pour chaque visite** à partir de la cartographie des habitats sous SIG. Ces données sont ensuite intégrées dans le calcul des taux de détection afin d'interpréter correctement les résultats.

Classes de végétation relevées sur le terrain

Classe de végétation	Type de végétation	Suivi de mortalité
Classe 1	Végétation haute et dense, sans visibilité au sol => cultures	Visibilité nulle ou mauvaise = non prospectée
Classe 2	Végétation recouvrante mais de hauteur faible à moyenne ou végétation peu couvrante mais pouvant être haute => friches, sarrasin	Visibilité moyenne = prospectée
Classe 3	Végétation de faible hauteur, peu couvrante à absence de végétation => plateformes, chemins, labours, céréales moissonnés	Visibilité bonne = prospectée

Le détail des surfaces réellement prospectées au cours du suivi est présenté en annexe 2.



Classe de visibilité 3 (bonne) ; labour fin avec semis (E. Brunet – Ecosphère)



Classe de visibilité 2 (moyenne) ; labour hétérogène d'ancienne culture de maïs (L. Boutault – Ecosphère)



Classe de visibilité 1 (nulle) ; cultures à végétation dense (pois à gauche, maïs à droite) (L. Boutault – Ecosphère)

Après avoir identifié et photographié les cadavres découverts autour des éoliennes suivies, les informations suivantes ont été notées :

- localisation du cadavre par rapport à l'éolienne : relevé GPS afin de définir la localisation précise et d'en déduire la distance au mât ;
- état du cadavre : degré de dégradation, type de blessure apparente, temps estimé de la mort, analyse des causes de mortalité, etc. ;
- selon les besoins, des mesures complémentaires peuvent être relevées : âge, sexe, biométrie (longueur de l'avant-bras, du 3e et/ou du 5e doigt, etc. pour les chiroptères).

3.1.2.2 Identification des espèces

L'identification à l'espèce, notamment des chauves-souris, représente une plus-value importante lors de l'analyse des résultats, en permettant de distinguer des espèces ayant des comportements différents (sédentaires ou migratrices) ou encore des statuts de menace et de rareté différents.

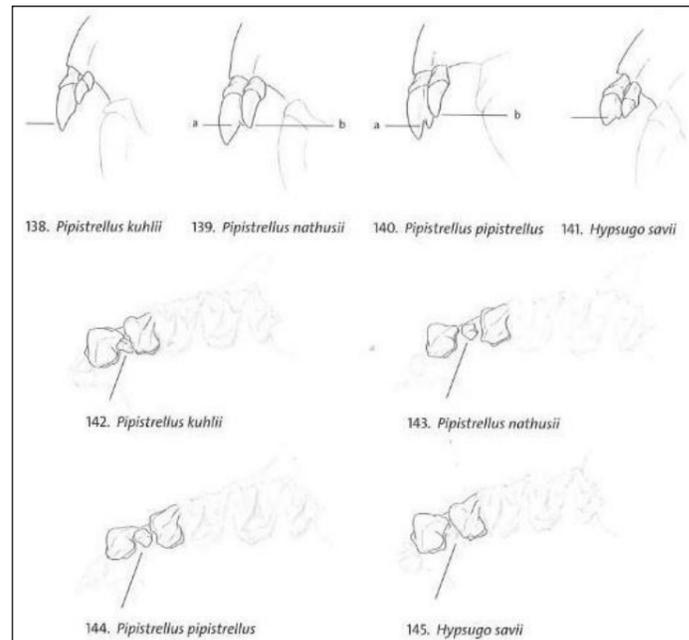
Dans ce cadre, la prise des différentes mesures biométriques nécessaires à l'identification n'est généralement possible qu'avec une manipulation du cadavre de chauve-souris, voire son prélèvement pour l'observation et les mesures de la dentition sous loupe binoculaire. S'agissant d'espèces protégées, **une demande de dérogation pour la capture ou l'enlèvement de cadavres de chiroptères protégés au niveau national a été faite et obtenue auprès de la Direction Départementale des Territoires d'Eure-et-Loir (Cerfa 13616-01).**

Tous les cadavres ont été, autant que possible, identifiés à l'espèce.

Pour les chiroptères, différents ouvrages ont pu être utilisés pour l'identification en fonction de l'état dans lequel est le cadavre au moment de sa découverte :

- La clé d'identification illustrée des chauves-souris d'Europe, par Dietz & von Helversen (2004) ;
- La clé morphologique et la clé des crânes présentes dans le guide : Mammifères de Suisse : clés de détermination, détermination par Marchesi *et al.* (2011).

Les deux premières clés sont principalement utilisables pour des individus en bon (voire très bon) état. La troisième clé permet une identification à l'espèce à partir du crâne et tout particulièrement de la dentition.



Différenciation des pipistrelles à partir de quelques critères de dentition
(Source : Fauna Helvetica, 2011)

En effet, certaines espèces, même en bon état de conservation, sont difficilement identifiables avec certitude sans la dentition, en raison d'un haut degré de variabilité intraspécifique, comme c'est tout particulièrement le cas pour le genre *Pipistrellus*. L'identification de l'espèce s'effectue en mesurant les rangées dentaires (de la canine à la 3^{ème} molaire) et la distance entre la 1^{ère} et la 3^{ème} molaire, puis en vérifiant les autres critères, discriminants (présence/absence de protoconule, de métalophe/paralophe) et distinctifs (matrice présente dans la clé des crânes, Marchesi *et al.* (2011)). **Dans le cas présent, tous les cadavres de chiroptères retrouvés sur le parc de Guilleville ont pu être identifiés à l'espèce.**

Pour les oiseaux, les ouvrages suivants ont été consultés :

- Svensson I., Grant P., Mullarney K. & Zetterström D. 2010. Le guide ornitho. Delachaux & Niestlé, Paris, 2e édition, 447 p ;
- Demongin L. 2015. Guide d'identification des oiseaux en main. Les 250 espèces les plus baguées en France. Beauregard-Vendon. 310 p.

Dans certains cas, le cadavre a été dévoré et seules les plumes restent. Elles possèdent pour la plupart des caractéristiques particulières permettant de spécifier l'individu. Dans ce cas, le guide suivant peut aider à l'identification :

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

3.1.3 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, celle-ci étant 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 important ;
- **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 statistique, 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 l'année 2000 la fréquence des passages ainsi que la persistance des cadavres, mais elle sous-estimait légèrement la mortalité (sauf pour des temps de persistance 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 général 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). En revanche, **quelle que soit la méthode utilisée, les estimations sont sous-estimées pour des durées de persistance courtes et des intervalles de recherches supérieurs à 7 jours** (Korner-Nievergelt *et al.*, 2011).

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

3.1.3.1 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 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).

Behr *et al.* (2011) considèrent que si la surface pouvant être prospectée est inférieure à 40 % dans les 50 mètres autour du mât, il n'est pas possible d'obtenir des résultats cohérents. Ils ne sont plus fiables statistiquement. En tout état de cause, lorsque la zone n'a pas pu être entièrement parcourue, la surface contrôlée pour chaque éolienne a été systématiquement estimée.

Dans le cas de cette étude, l'utilisation de l'application « EolApp »² (détaillée ci-après) ne nécessite pas directement les résultats de ces calculs mais se base sur la moyenne des surfaces prospectées tout au long du suivi ou durant une période considérée.

❖ 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.

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.

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 consécutifs³.

En 2011, Niermann *et al.* ont réalisé ces tests avec des souris de laboratoires de couleur foncée qu'ils ont déposées 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.

Dans le cadre de cette étude, et en accord avec les recommandations du protocole de suivi environnemental, un test de persistance a été effectué à deux reprises. Le premier test a eu lieu au printemps (date de dépose des cadavres : 08/04/2019), le second en fin d'été (date de dépose des cadavres : 02/09/2019).

Le test a consisté à déposer **3 cadavres de souris** fraîchement décongelés autour des **5 éoliennes** du parc (soit 15 cadavres par session, 30 au total sur l'année). Afin de mimer au mieux les conditions réelles et éviter l'ajout d'un biais supplémentaire, les souris (blanches) ont été enduites de terre pour les rendre sombres et pour qu'elles aient ainsi un aspect proche de celui des cadavres réellement trouvés au pied des éoliennes (petites chauves-souris brunes/noires, passereaux brunâtres, ...). Aussi, **les souris ont été déposées aléatoirement sur l'emprise de la surface théorique à prospecter, et réparties sur l'ensemble des types d'habitats présents.**

Ensuite, la persistance de ces cadavres « non naturels » a été contrôlée à raison **d'un premier passage le lendemain de la dépose (J+1), puis de 2 passages par semaine jusqu'à disparition des cadavres ou après une période de 14 jours**, soit à J+4, J+7, J+10 et J+14. (Voir l'annexe 1 pour le détail des dates de suivi).



Cadavres de souris déposés pour le test de prédation (sur une plateforme à gauche, dans un labour à droite) (E. Brunet - Ecosphère)

³ 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.

² <https://shiny.cefe.cnrs.fr/eolapp/>

❖ 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.

L'efficacité des deux observateurs à détecter des cadavres a été testée à deux reprises, les 15/04 et 30/09/2019. Pour ce faire, des leurres en caoutchouc ont été déposés aléatoirement dans le périmètre prospecté en amont des recherches de mortalité, au sein des classes de végétation praticable (visibilité bonne et moyenne). Selon le nombre de leurres artificiels retrouvés par l'observateur, le taux d'efficacité a pu être calculé par le rapport entre le nombre de leurres découverts et le nombre de leurres déposés.

$$d = \frac{\text{Nombre de leurres découverts}}{\text{Nombre de leurres déposés}}$$

Cette efficacité dépend des classes de végétation définies par la combinaison de la hauteur de végétation, de la visibilité du site et de la topographie (Rodrigues *et al.*, 2008). 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 : visibilité nulle ou mauvaise, moyenne, bonne.



Leurre déposés dans différents habitats pour le test d'efficacité des observateurs (L. Boutault ; M. Acqueberge – Ecosphère)

3.1.3.2 Modèles statistiques

❖ Modèle d'Erickson (2000)

Erickson emploie une formule qui intègre la durée de persistance moyenne des cadavres et la fréquence des passages.

$$N = \frac{I \times C}{tm \times d}$$

Avec :

I : Intervalle moyen entre deux visites (en jours)
 tm : durée moyenne de persistance (en jours)
 d : efficacité de l'observateur
 C : nombre de cadavres découverts

L'estimateur Erickson *et al.* (2000) est fréquemment utilisé en France. Ce test a plutôt tendance à sous-estimer les données (Korner-Nievergelt *et al.*, 2011) pour les taux de persistance courts mais pas pour les taux de persistance longs. Cette sous-estimation est aussi constatée par Péron (2018) qui suppose que cela peut être lié au postulat d'effort de recherche constant. La formule intègre la fréquence des passages mais n'est pas demandeuse quant à la durée moyenne entre les passages. Elle considère une diminution exponentielle des temps de disparition des cadavres qui peuvent être trouvés lors des passages ultérieurs au premier passage infructueux.

❖ 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 (Tm = durée moyenne de persistance en jours) :

$$p = e^{-0.5 \times I/tm}$$

- 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 :

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

Avec :

C : nombre de cadavres découverts
 a : coefficient de correction surfacique (cf. 3.1.3.1)
 d : efficacité de l'observateur (cf. 3.1.3.1)
 tm = durée moyenne de persistance en jours
 I : Intervalle moyen entre deux visites
 I-hat : Intervalle effectif moyen
 e-hat : coefficient correcteur moyen de l'intervalle équivalent à $\frac{\text{Min}(I)}{I}$

Jones utilise la notion d' « intervalle effectif » pour calculer le coefficient correcteur *e-hat* 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, *I-hat* est donc égal à : - log(0,01) x tm. Dans le calcul, I prend la valeur minimale entre I et *I-hat*, notée *e-hat*.

❖ 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 suit :

$$p = \frac{tm \times (1 - e^{-1/tm})}{I}$$

D'où la formule :

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

Avec :

C : nombre de cadavres trouvés

a : coefficient de correction surfacique (cf. 3.1.3.1)

d : efficacité de l'observateur (cf. 3.1.3.1)

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

3.1.3.3 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 serveur⁴. 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 Aurélien 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

également 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 calculés par l'application EolApp seront les modèles d'Erickson, Huso et Jones, ainsi que leurs intervalles de confiance à 80 % (bornes inférieures à 10 % et supérieures 90 %).

Le taux de persistance étant relativement court dans le cas présent (Tm = 3,3 jours, cf. partie Résultats 4.2.2.1), l'estimateur développé par Erickson ne sera pas retenu pour les analyses. **L'évaluation des impacts se basera sur les estimations obtenues à partir des modèles de Jones et Huso.**

⁴ <https://shiny.cefe.cnrs.fr/eolapp/>

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.



Éolienne E1 qui a été équipée avec un Batmode S+ (G. Marchais – Ecosphère)

L'éolienne 3 a été équipée d'un système de détection/enregistrement des ultrasons du 5 avril au 18 novembre 2019. L'appareil utilisé est 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 espèces⁵. 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.

⁵ www.plume-de-naturalistes.fr/wp-content/uploads/2018/11/08_JAY_10-2018_Identification-chiropteres-SonoChiro_Plume2_99-118.pdf

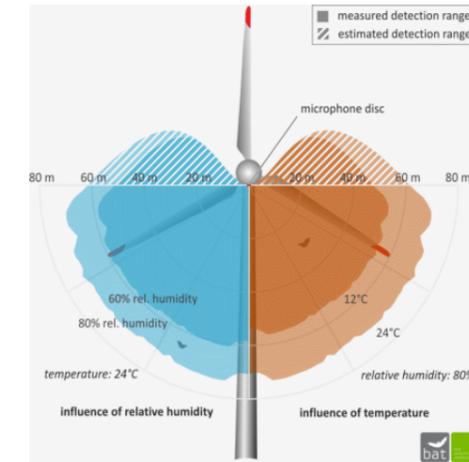
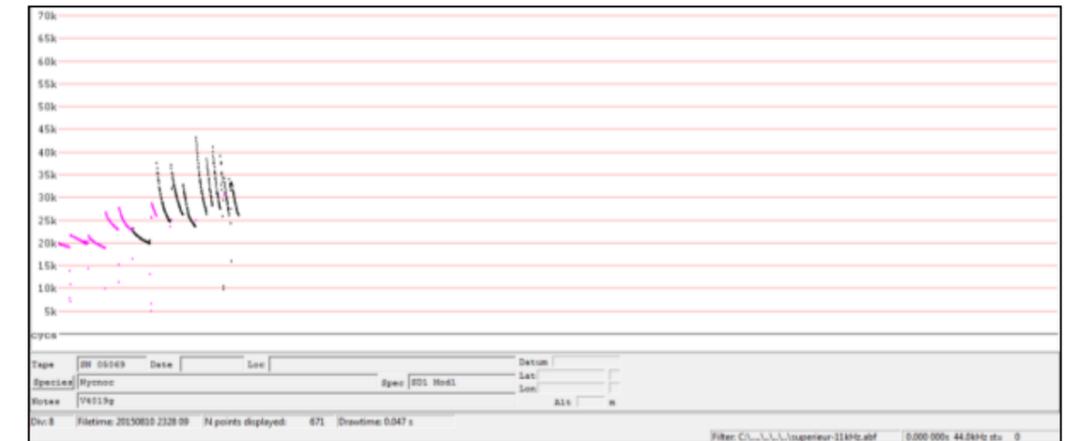


Schéma présentant les volumes de détection du micro « Ultrasoundgate » d'Avisoft Bioacoustics™ selon les conditions de température et d'humidité. Les couleurs foncées correspondent à la détection d'espèces émettant dans les 40 kHz (pipistrelles), tandis que les couleurs plus claires correspondent à la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



Séquence caractéristique sans bruit parasite de Noctule commune sous le logiciel Analog 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 (ALTISPHERE). Il est constitué d'une compilation de résultats de 408 nuits d'écoute, au cours desquelles au moins 1 contact a été enregistré, pour 10 éoliennes réparties sur 7 sites différents implantés en milieu ouvert (2016-18).

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 constante⁶ » (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 aplanie⁷ » (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. 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 oreillard n'ont pas été contactés par ces suivis en altitude.

⁶ 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.

⁷ 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 aplanissement 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.

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 MÉTHODE D'ÉVALUATION DES ESPÈCES FRÉQUENTANT LE PARC

3.3.1 ÉVALUATION DE L'ENJEU DE CONSERVATION DES ESPÈCES

Un enjeu de conservation est attribué principalement à partir des listes rouges régionales, nationales et européennes⁸ 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 ⁹ 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 ¹⁰ 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
DD, NE	Données insuffisantes ou espèce non évaluée	« Dire d'expert » si possible

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.

⁸ 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.

⁹ Certaines espèces vulnérables communes ou très communes peuvent voir leur enjeu abaissé au niveau moyen.

¹⁰ Certaines espèces quasi menacées communes ou très communes peuvent voir leur enjeu abaissé au niveau faible.

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).

3.3.2 ÉVALUATION 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 car une partie des nicheurs de pays comme la Suisse, la Norvège ou la Russie traversent annuellement la France.

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 est de de juin 2018 pour Eurobats et janvier 2020 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 10 619 cadavres de chiroptères recensés dans toute l'Europe. Ceci permet ensuite d'obtenir comme donnée de référence le pourcentage entre « nombre de cadavres pour une espèce donnée » par rapport au « nombre total de cadavres en Europe toutes espèces confondues ». Cette information a été complétée par une analyse bibliographique reposant en particulier sur les avis de la SFPEM (SFPEM, 2016) et d'Eurobats.

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.

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 :

Hierarchisation 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, Cédicnème 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

Définition de la sensibilité brute au risque de collision à l'éolien chez les chiroptères

Compte tenu du faible nombre d'espèces (par rapport aux oiseaux), on peut présenter les résultats pour les espèces présentes en France, classées par niveau de sensibilité.

Évaluation de la sensibilité brute des chauves-souris aux risques de collision (Dürr, 7 janvier 2020 & Eurobats, 3 juin 2018)

Espèce	Données de mortalité constatée (nb cadavres Europe/France 2020)	Pourcentage (total Europe 10 619 cadavres)	Sensibilité
Pipistrelle commune	2 388 / 995	22,5 %	Forte
Pipistrelle de Nathusius	1 594 / 272	15,0 %	Forte
Pipistrelle pygmée	450 / 176	4,2 %	Forte
(P. commune / pygmée)	414 / 40	3,9 %	Forte
Pipistrelle de Kuhl	469 / 219	4,4 %	Forte
(Pipistrelle sp.)	734 / 303	6,9 %	Forte
Vespère de Savi	370 / 57	3,5 %	Forte
Grande noctule	41 / 10	0,4 %	Forte
Noctule commune	1 543 / 104	14,5 %	Forte
Noctule de Leisler	714 / 153	6,7 %	Forte
Sérotine commune	120 / 33	1,1 %	Moyenne
Sérotine bicolore	214 / 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	10 / 1	< 0,1 %	
Murin de Bechstein	1 / 1	< 0,1 %	
Murin de Brandt	2 / 0	< 0,1 %	
Murin à oreilles échanquées	5 / 3	< 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.

3.3.3 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 des 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 comprise 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 localisée ou temporaire des gîtes et des routes de vol discontinues ou occasionnellement empruntées).

3.3.4 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.

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 :

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	Moyen ou 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

Ces impacts doivent néanmoins être comparés aux caractéristiques techniques des éoliennes, et en particulier la garde au sol et le volume brassé par les pales. En 2013, Ecosphère a élaboré une base de données sur les modèles existants à l'époque (échantillon de 55 modèles d'éoliennes produites par cinq constructeurs parmi les plus importants en 2013 à savoir : Enercon, Vestas, Repower, Nordex et Gamesa). Le seuil de vitesse de vent pour le démarrage de la production électrique (cut-in-speed) n'a pas été un critère technique retenu pour notre analyse par manque de données. Il s'agit pourtant d'un autre paramètre souvent déterminant.

Ainsi, après avoir affecté un niveau d'impact, celui-ci peut être augmenté d'un cran si la garde au sol est inférieure à 25 m ou si le diamètre du rotor dépasse les 120 m (aire de rotation des pales très grande).

3.4 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.

Des algorithmes de bridage sont calculés et déterminés en fonction des niveaux 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...).

3.5 IDENTIFICATION DES HABITATS

La cartographie des habitats s'est effectuée sur la base de prospections de terrain, dans un rayon de 60 m autour des éoliennes.

4. RÉSULTATS

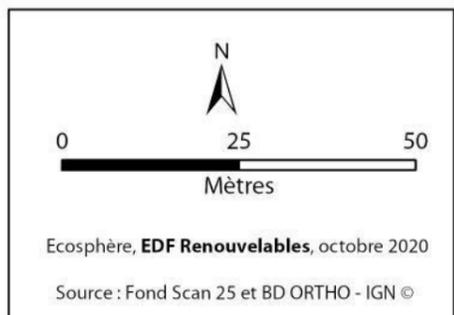
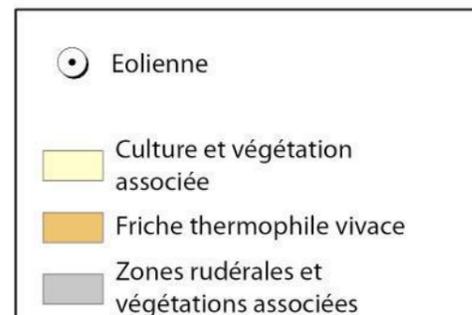
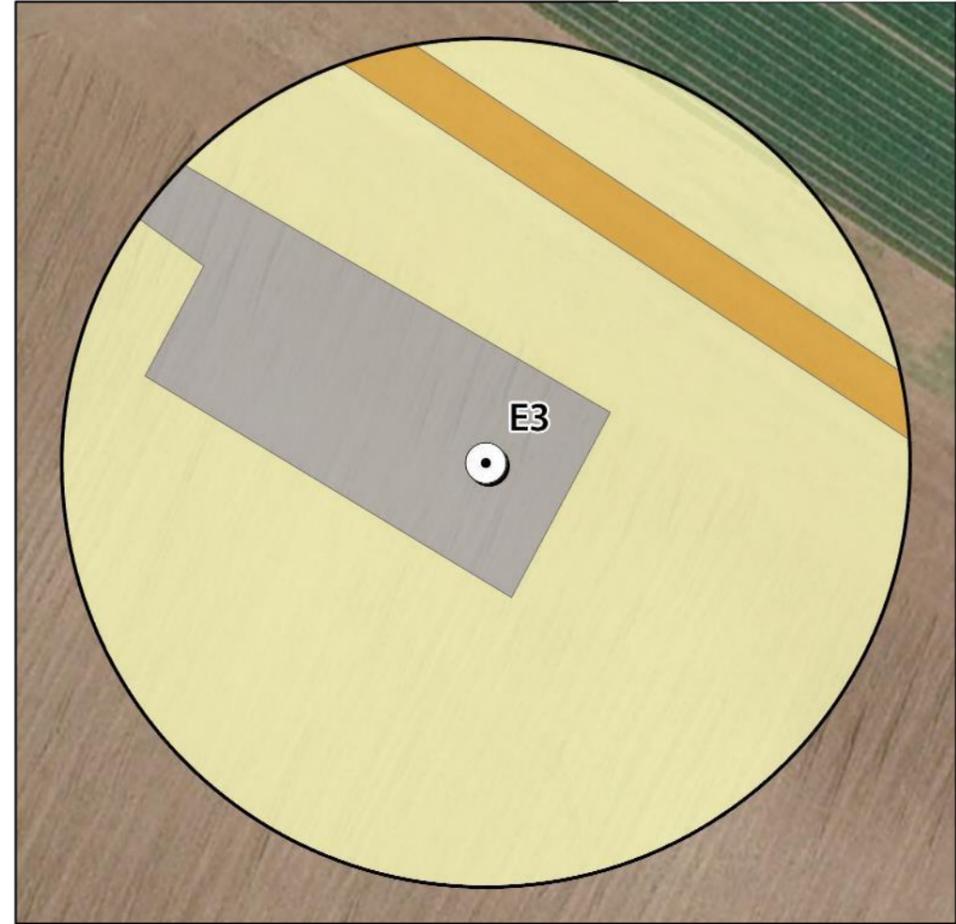
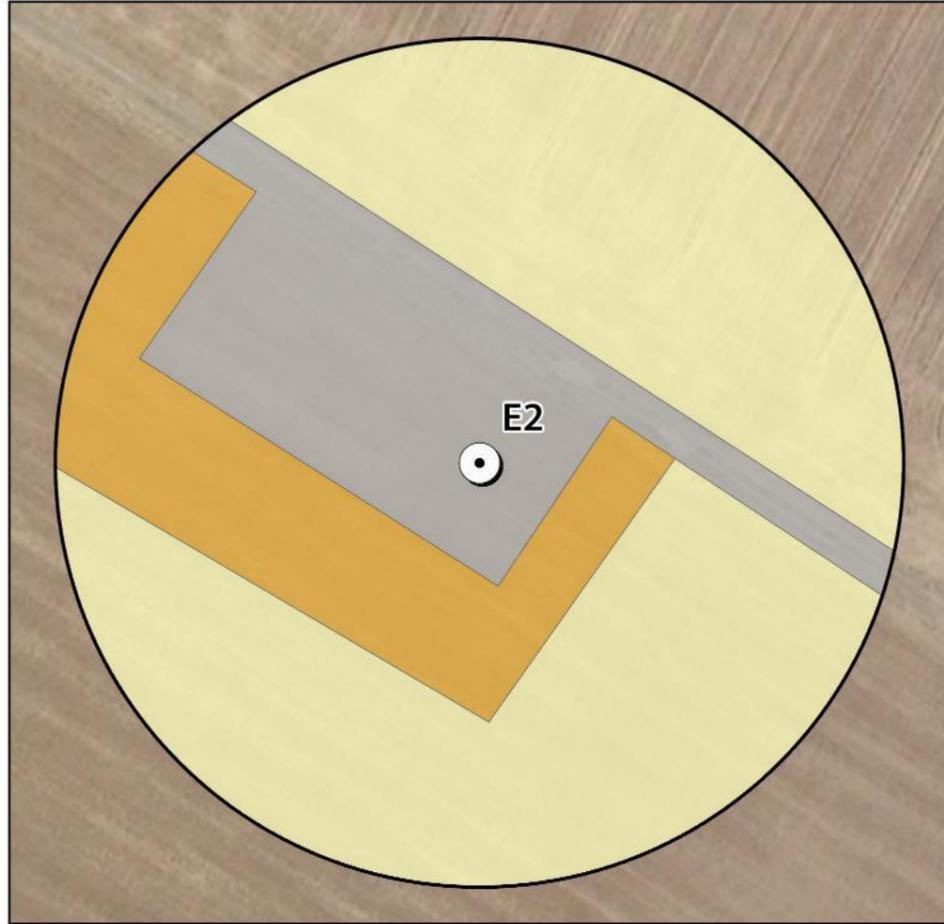
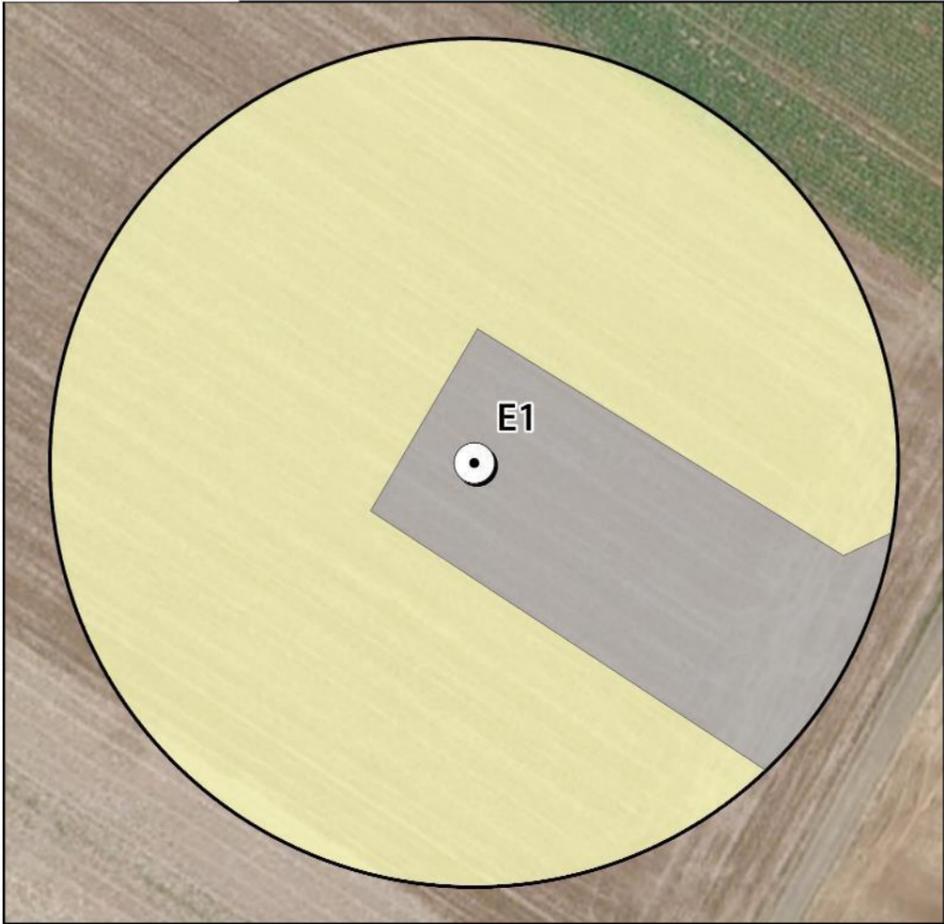
4.1 CARTOGRAPHIE DES HABITATS

Voir la carte « Habitats ».

Au total, trois habitats naturels ou semi-naturels ont été identifiés dans un rayon de 60 mètres autour des éoliennes. Celui-ci se trouve dans un contexte majoritairement agricole occupé quasi totalement par des cultures intensives. Les cultures sont de différents types mais l'on rencontre principalement des céréales (blé, orge) et des pommes de terre. En ce qui concerne les milieux arbustifs et arborés, une haie est présente à proximité de l'éolienne E5 (mais en dehors du rayon de 60 m donc non représentée sur la carte ci-dessous) et quelques bosquets sont présents près de E4 et E3 (respectivement à 150 m et à 100 m de chaque éolienne).



N°	Habitat et syntaxon phytosociologique	EUNIS / N2000	Description succincte et enjeux de conservation	Niveau d'enjeu de l'habitat	Photographie de l'habitat
1	Cultures et végétations associées <i>Aperetalia spicae-venti</i> Tüxen & Tüxen 1960	I1.12 / -	<p>Les cultures sont les habitats les plus fréquents dans la zone d'étude. Elles représentent près de 80 % de la surface.</p> <p>Il s'agit principalement de cultures céréalières intensives et de cultures de pommes de terre.</p> <p>Il s'agit d'un milieu très fréquent en région Centre - Val de Loire et non menacé.</p> <p>Cet habitat ne constitue pas un enjeu de conservation.</p>	Faible	
2	Friche vivace thermophile <i>Dauco carotae-Melilotion albi</i> Görs 1966	I1.53 / -	<p>Une friche est présente autour de l'éolienne E2.</p> <p>Les espèces dominantes sont principalement des espèces typiques des friches à Carotte sauvage et Picride fausse-épervière comme la Moutarde, les Mėlilots et les Molėnes.</p> <p>Il s'agit d'un milieu très fréquent en région Centre - Val de Loire et non menacé.</p> <p>Cet habitat ne constitue pas un enjeu particulier de conservation.</p>	Faible	
3	Zones rudérales et végétations associées -	J1.4 / -	<p>Ces milieux artificiels sont présents autour des éoliennes et correspondent aux plateformes.</p> <p>Ce sont des installations dépourvues de végétation. Parfois des espèces de friches peuvent s'y développer.</p> <p>Cet habitat ne constitue en aucun cas un enjeu particulier de conservation.</p>	Aucun	



4.2 SUIVI DE MORTALITÉ

4.2.1 RÉSULTATS BRUTS

L'intégralité des données recueillies dans le cadre de ce suivi (espèce, sexe, âge, date de découverte, statut, cause de la mortalité, éolienne, distance au mât, coordonnées, découvreur, identificateur) est détaillée en annexe 3.

Sur les 5 éoliennes du parc de Guilleville et dans un rayon de 60 m autour des mâts, un total de **24 cadavres** a été découvert, dont **21 oiseaux** et **3 chiroptères**. De vieux restes d'ailes d'un turdidé ont été découverts en limite du secteur de prospection de l'éolienne 5 (à environ 60 m du mât) le 30/09/2019. Le cadavre était localisé à proximité de la haie arborée et boisée proche de cette éolienne. L'inspection du cadavre n'a pas permis de mettre en évidence une collision avec les pales comme cause de la mortalité, la prédation étant très probable compte-tenu du contexte écologique immédiat. Par conséquent, celui-ci ne sera pas pris en compte dans les analyses et calculs d'estimation de la mortalité.

4.2.1.1 Répartition spatiale

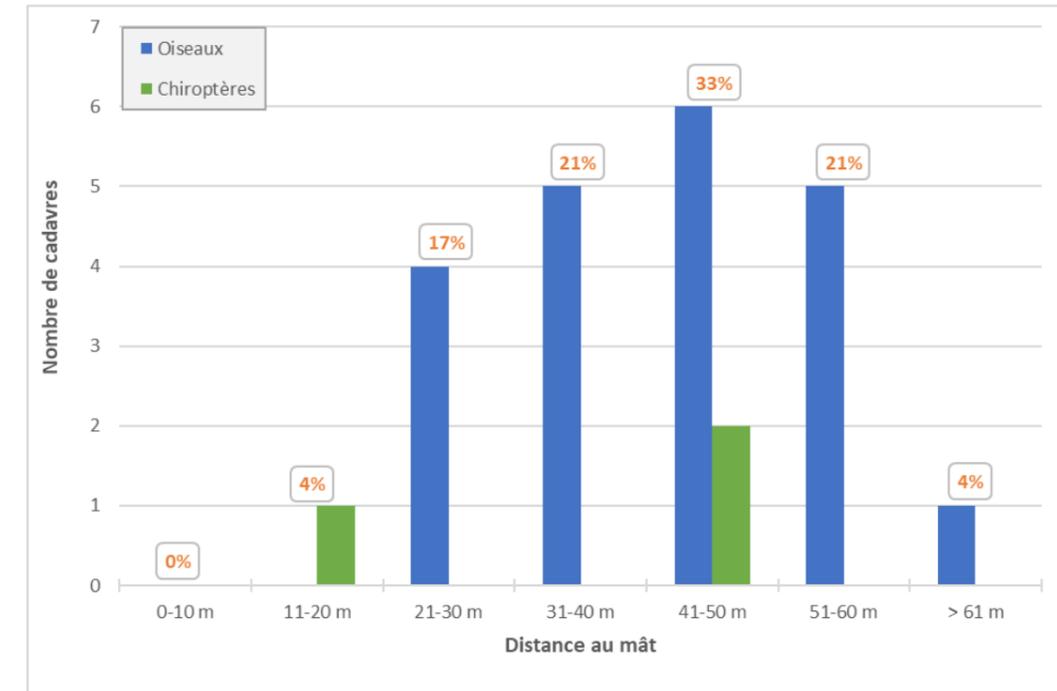
Voir la carte « Localisation des cadavres ».

Les cadavres découverts ne sont pas distribués de manière homogène entre les éoliennes : sur toute la durée du suivi, 1 et 2 cadavres ont été notés au pied de l'éolienne E1 et E5 respectivement, 4 cadavres au pied de l'éolienne E2, tandis que E3 et E4 sont celles ayant eu le plus gros impact avec 9 et 8 cadavres respectivement, dont les 3 seuls chiroptères découverts sur le parc en 2019.

Répartition des cadavres découverts en 2019 (n = 24) sur le parc éolien de Guilleville

Éolienne n°	Surface prospectée (moyenne sur les 45 passages)	Nombre de cadavres découverts	chiroptères	oiseaux
1	71%	1	0	1
2	72%	4	0	4
3	72%	9	2	7
4	70%	8	1	7
5	70%	2	0	2
TOTAL		24	3	21

Par rapport à la distance au mât, il n'y a pas eu de cadavres d'oiseaux dans les dix premiers mètres, la majorité ayant été découverte entre 20 et 60 m (voir figure ci-dessous). Plus de 80% des cadavres (20 sur 24) ont été découverts dans ce rayon de prospection. Aussi, bien que non situé dans le rayon de prospection théorique utilisé ici, 1 cadavre a été découvert au-delà de 60 m. Il s'agit d'un cadavre de petit passereau tombé en limite du rayon de prospection, qui a pu être détecté du fait d'une bonne visibilité lors des recherches (labour). Compte-tenu du contexte environnemental local, une collision avec les pales reste la seule cause plausible pour ce cas de mortalité, il a donc été conservé dans les calculs d'estimations de la mortalité réelle et les analyses du rapport.



Nombre de cadavres découverts et pourcentage correspondant par rapport à la mortalité totale en fonction de la distance au mât (n total = 24)

Ces éléments de distribution dans l'espace doivent toutefois être relativisés au vu de la quantité limitée de données de mortalité relevées sur le terrain, limitant la robustesse des résultats.

4.2.1.2 Répartition temporelle et espèces concernées

La mortalité n'est pas répartie de manière régulière au cours de la période de suivi comme le montrent le tableau et la figure suivants. Les espèces concernées sont en grande majorité des passereaux.

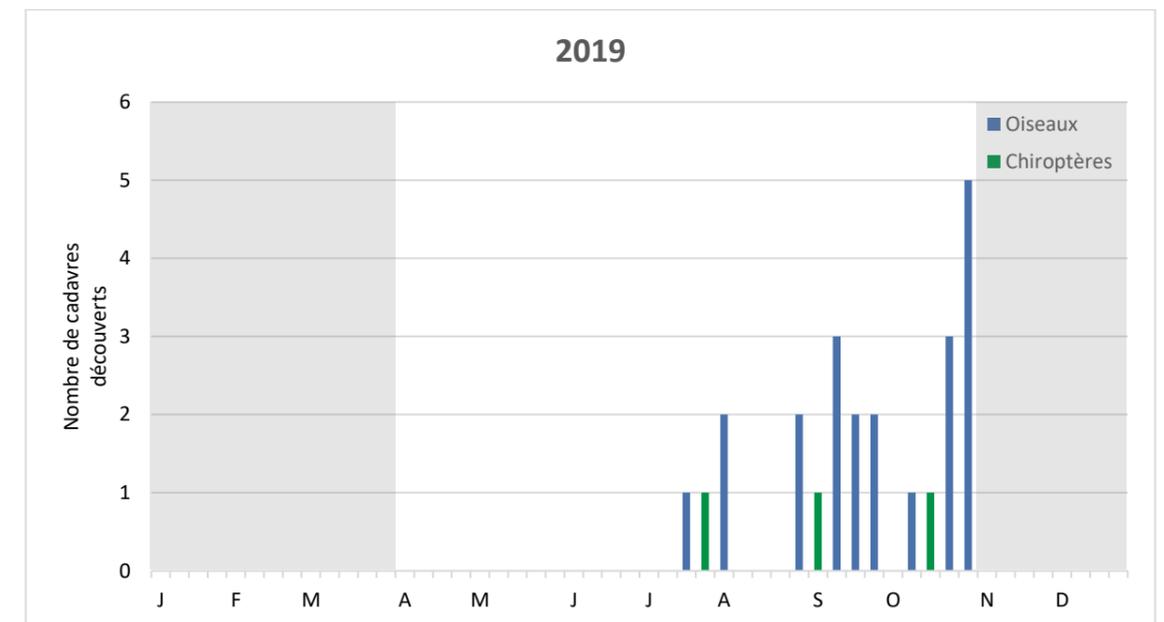
Répartition temporelle de la mortalité (n = 24) sur le parc de Guilleville

Date	Chiroptères	Oiseaux	Total	Surface prospectée (moyenne des 5 éoliennes)
01/04/2019	0	0	0	24%
08/04/2019	0	0	0	
15/04/2019	0	0	0	
18/04/2019*	0	0	0	
23/04/2019	0	0	0	
26/04/2019*	0	0	0	
30/04/2019	0	0	0	
02/05/2019*	0	0	0	
06/05/2019	0	0	0	
09/05/2019*	0	0	0	

Date	Chiroptères	Oiseaux	Total	Surface prospectée (moyenne des 5 éoliennes)
13/05/2019	0	0	0	
17/05/2019*	0	0	0	
20/05/2019	0	0	0	
27/05/2019	0	0	0	
03/06/2019	0	0	0	
11/06/2019	0	0	0	
17/06/2019	0	0	0	24%
24/06/2019	0	0	0	18%
01/07/2019	0	0	0	
08/07/2019	0	0	0	25%
16/07/2019	0	1 Buse variable	1	41%
22/07/2019	1 Pipistrelle commune	0	1	
29/07/2019	0	1 Gobemouche noir	1	
01/08/2019	0	1 Martinet noir	1	91%
05/08/2019	0	0	0	
08/08/2019	0	0	0	
12/08/2019	0	0	0	96%
14/08/2019	0	0	0	
19/08/2019	0	0	0	
22/08/2019	0	0	0	91%
26/08/2019	0	1 Roitelet triple bandeau	1	
29/08/2019	0	1 Roitelet triple bandeau	1	
02/09/2019	1 Noctule de Leisler	0	1	96%
05/09/2019	0	0	0	
09/09/2019	0	2 Roitelet triple bandeau (x2)	2	
12/09/2019	0	1 Roitelet triple bandeau	1	
16/09/2019	0	1 Roitelet triple bandeau	1	
19/09/2019	0	1 Roitelet sp.	1	
23/09/2019	0	1 Roitelet triple bandeau	1	
26/09/2019	0	1 Roitelet triple bandeau	1	
30/09/2019	0	0	0	
04/10/2019	0	0	0	100%
07/10/2019	0	1 Roitelet sp.	1	
10/10/2019	0	0	0	
15/10/2019	1 Pipistrelle de Kuhl	0	1	
18/10/2019	0	0	0	

Date	Chiroptères	Oiseaux	Total	Surface prospectée (moyenne des 5 éoliennes)
21/10/2019	0	0	0	
24/10/2019	0	3 Rougegorge familier (x2) Roitelet sp.	3	
28/10/2019	0	2 Roitelet huppé (x2)	2	
31/10/2019	0	3 Roitelet triple bandeau (x3)	3	

* Les dates en bleuté correspondent aux passages spécifiques E5, le reste du parc n'a pas été prospecté à ces dates-là.

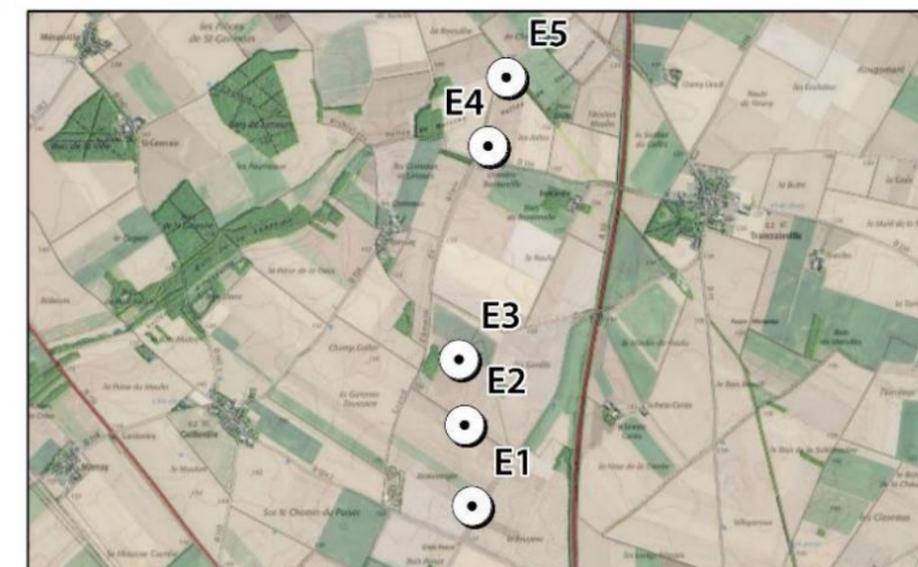
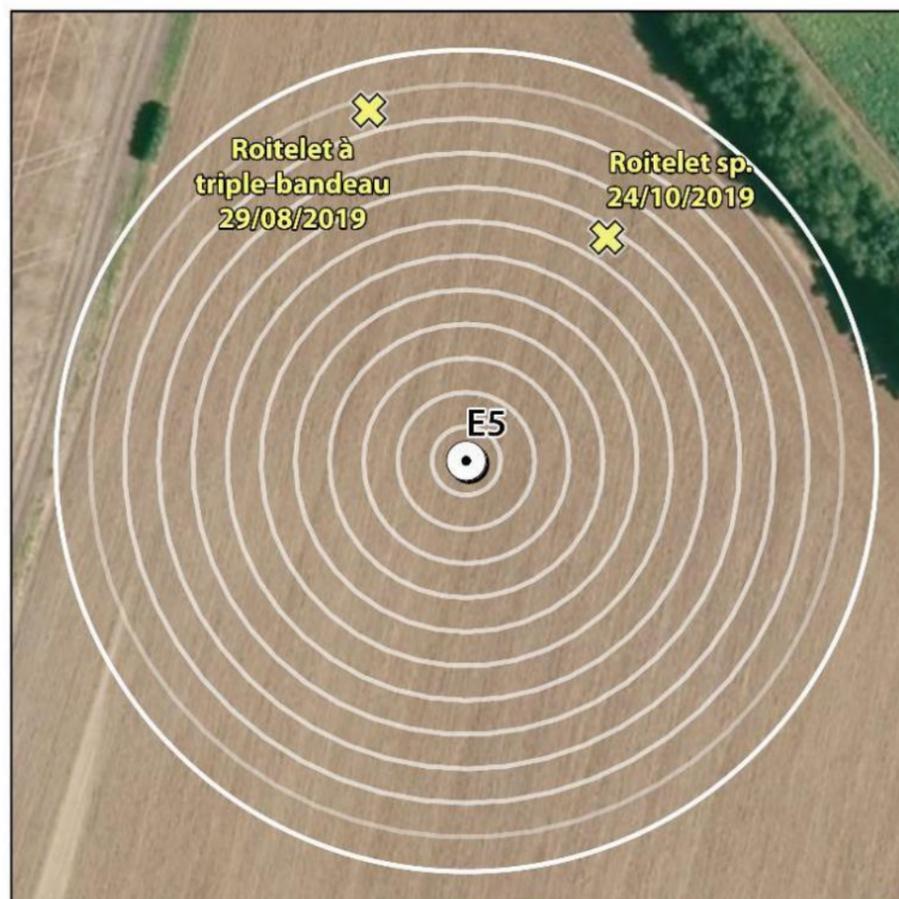
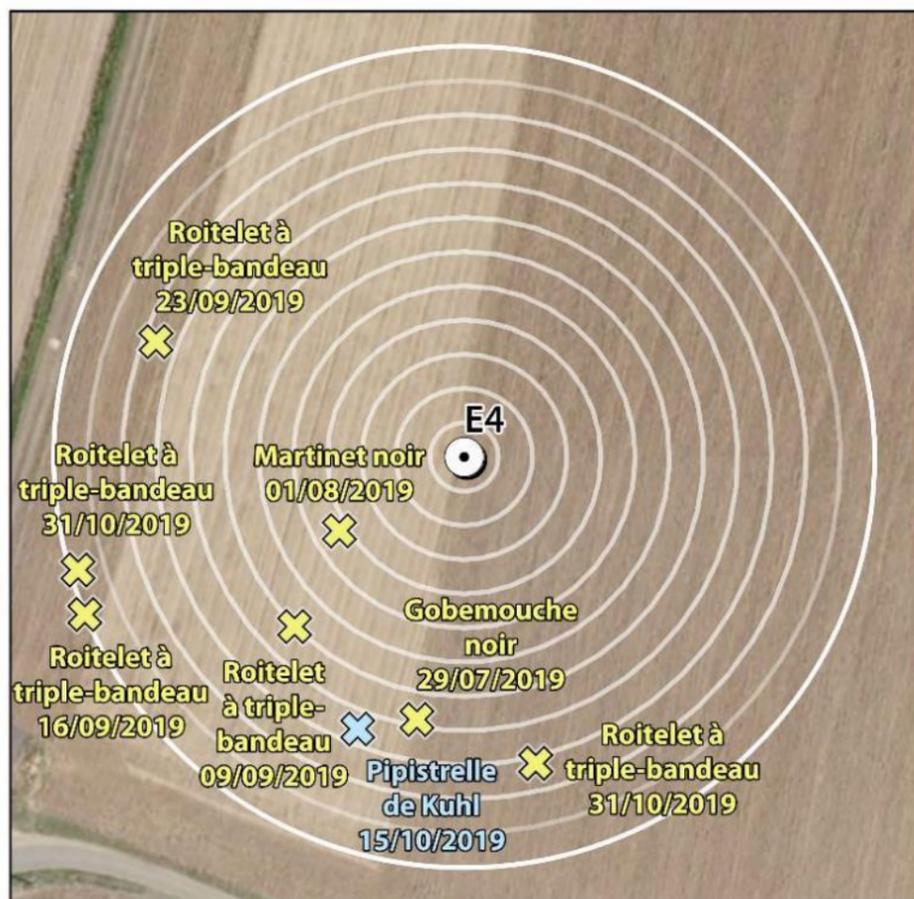
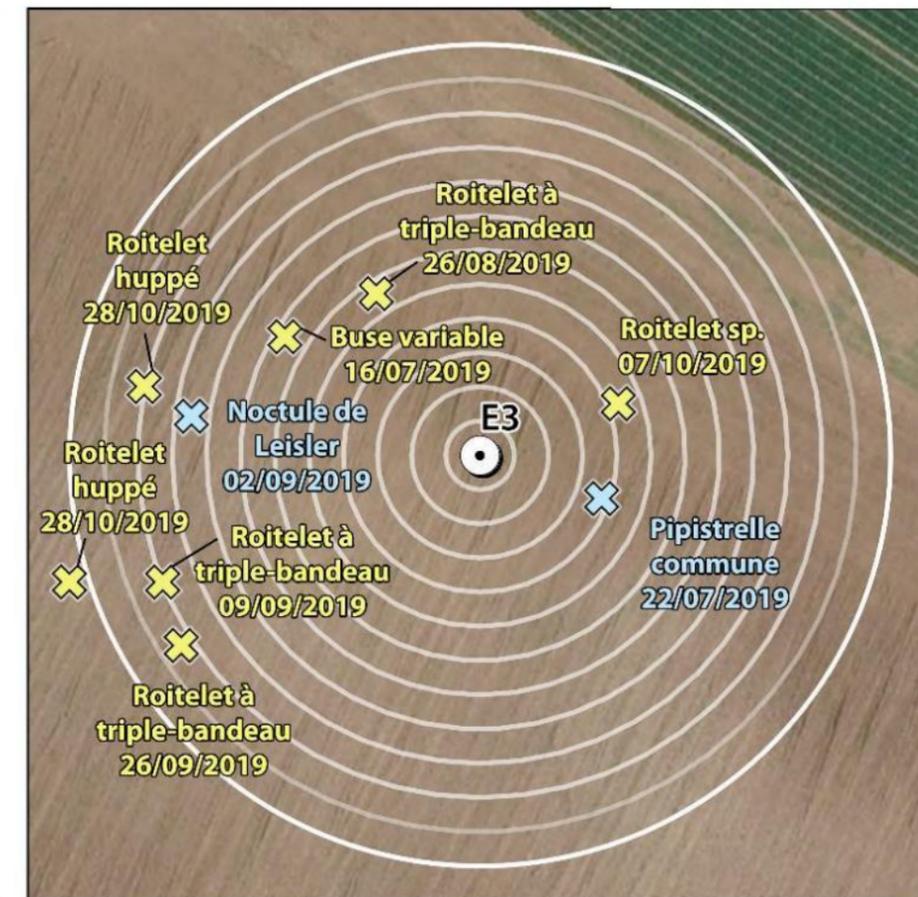
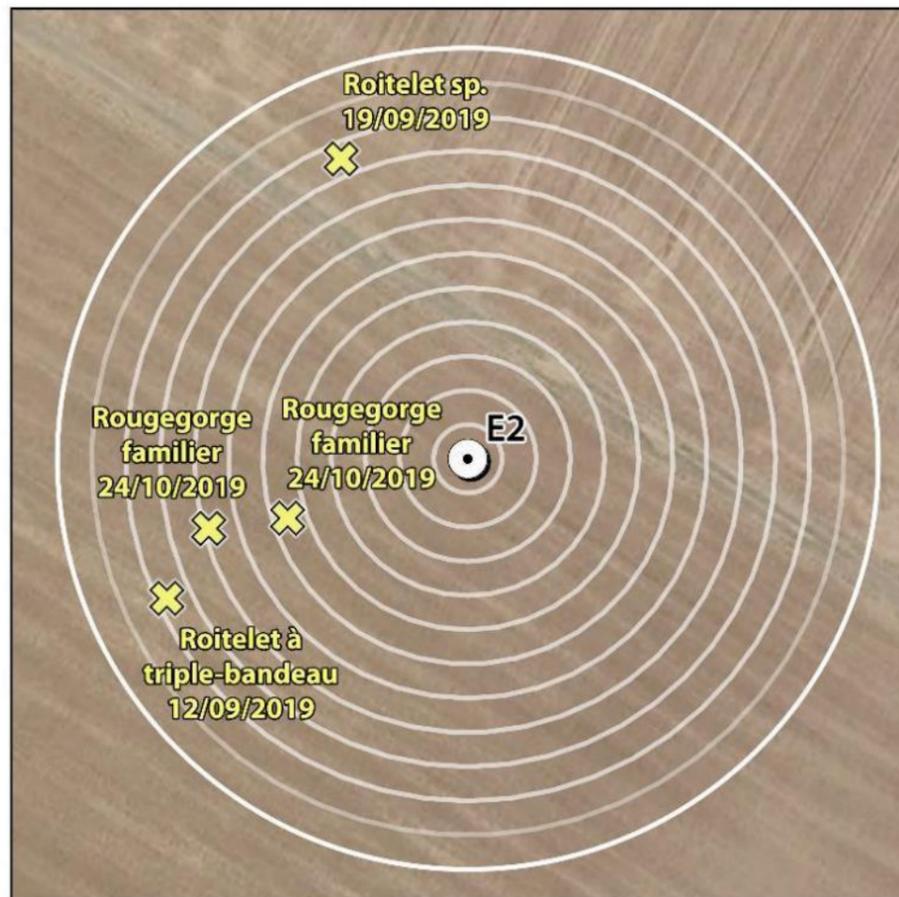
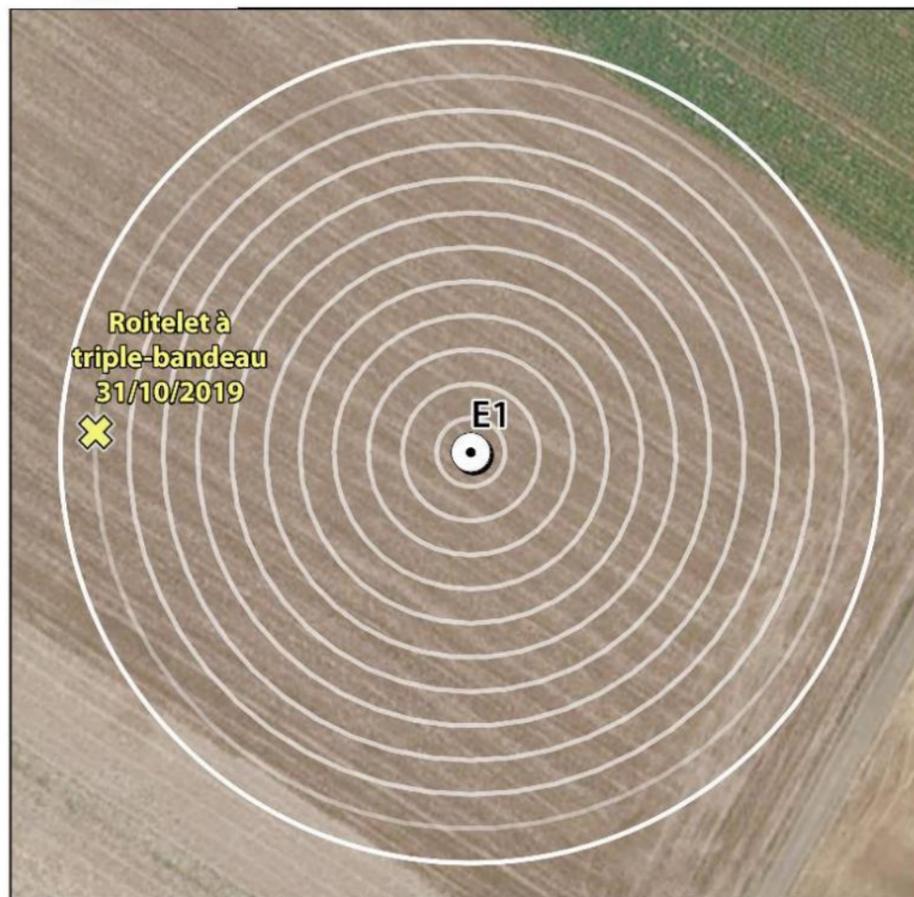


Répartition temporelle annuelle de la mortalité (n = 24) sur le parc de Guilleville en 2019 (les zones grisées correspondent aux mois non couverts par le suivi).

L'ensemble des cadavres a été trouvé entre le 16 juillet et le 31 octobre 2019. Quatre cadavres ont été découverts en fin de première période, entre le 16 juillet et le 1^{er} août 2019, correspondant au départ des premiers migrateurs ou à la période d'envol des jeunes de l'année. Ensuite, **la mortalité a été continue et étalée sur les mois de la période automnale** : le reste de la mortalité s'est produite entre le 26 août et le 31 octobre 2019, **correspondant au pic des migrations postnuptiales et déplacements automnaux.**

On notera que la surface réelle prospectée était beaucoup plus faible en début de suivi (de 18 à 41%, contre 91 à 100% à partir de mi-juillet en moyenne sur l'ensemble du parc), ce qui limite de facto la découverte de cadavres lors des passages avant la mi-juillet bien qu'un très bon taux de détection ait été obtenu.

Par ailleurs, **les passages additionnels spécifiques pour le suivi DT-Bird sur E5 n'ont pas apportés de cas de mortalité supplémentaires.**



	Eolienne
Cadavre	
	Chiroptère
	Oiseau

0 25 50
Mètres

Écosphère, EDF Renouvelables, février 2020

Source : Fond Scan 25 et BD ORTHO - IGN ©

4.2.2 VARIABLES SERVANT À L'ESTIMATION DE LA MORTALITÉ RÉELLE

4.2.2.1 Persistance des cadavres (variable p)

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. 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 résultats des deux tests de persistance sont présentés dans les tableaux ci-dessous.

Taux de persistance des leurres (souris décongelées) déposés au pied des éoliennes.

08/04/2019	p J+1	Tm j+4	p j+4	Tm j+7	p j+7	Tm j+10	p j+10	Tm j+15	p j+15
E1 (3 leurres)	0,67	3,33	0,67	8,00	0,67	14,67	0,67	24,67	0,67
E2 (3 leurres)	1,00	2,33	0,33	4,67	0,33	8,00	0,33	13,00	0,33
E3 (3 leurres)	1,00	2,33	0,33	4,67	0,33	8,00	0,33	8,00	0,00
E4 (3 leurres)	1,00	5,00	1,00	12,00	1,00	18,67	0,67	23,67	0,33
E5 (3 leurres)	0,67	2,00	0,33	4,33	0,33	7,67	0,33	7,67	0,00
TOTAL (15 leurres)	0,87	3,00	0,53	6,73	0,53	11,40	0,47	15,40	0,27

02/09/2019	p J+1	Tm j+4	p j+4	Tm j+7	p j+7	Tm j+10	p j+10	Tm j+15	p j+15
E1 (3 leurres)	0,67	2,00	0,33	2,00	0,00	2,00	0,00	2,00	0,00
E2 (3 leurres)	0,67	2,00	0,33	4,33	0,33	7,67	0,33	7,67	0,00
E3 (3 leurres)	1,00	3,67	0,67	8,33	0,67	11,67	0,33	16,67	0,33
E4 (3 leurres)	1,00	5,00	1,00	7,33	0,33	10,67	0,33	15,67	0,33
E5 (3 leurres)	1,00	5,00	1,00	12,00	1,00	22,00	1,00	37,00	1,00
TOTAL (15 leurres)	0,87	3,53	0,67	6,80	0,47	10,80	0,40	15,80	0,33

Moyenne (30 leurres)	3,3	0,60
-----------------------------	-----	------

Tm j+4 = durée moyenne de persistance (en jours) durant l'intervalle
p j+4 = taux de persistance durant l'intervalle (proportion de cadavres présents après 4 jours)

Il a été décidé de considérer des valeurs de Tm et de p communes aux 5 éoliennes 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 *et al.* 2011).

Dans le cadre de ce suivi, les valeurs moyennes de persistance des cadavres « non naturels » à j+4 sont :

- Temps moyen de persistance (Tm) = 3,3 j**
- Taux de persistance (p) = 60 %**

4.2.2.2 Détectabilité (ou efficacité de l'observateur) (variable d)

L'efficacité des observateurs a été testée au sein des parcelles prospectables, à deux reprises. L'efficacité n'a pas été testée au sein des parcelles non échantillonnées appartenant à la classe de visibilité nulle.

Dans des conditions normales de recherche, 198 leurres ont été retrouvés par les 2 observateurs sur les 219 déposés en deux sessions au sein des différents types de végétation.

Résultats des tests de détectabilité par classe de végétation

Total	Visibilité bonne		Visibilité moyenne		TOTAL
	Test 1 (15/04/19)	Test 2 (02/09/19)	Test 1 (15/04/19)	Test 2 (02/09/19)	
Nombre de leurres déposés	98	53	8	60	219
Nombre de leurres retrouvés	96	51	7	44	198
Probabilité de détection (d) :	0,98	0,96	0,88	0,73	0,90

Il en ressort un **taux d'efficacité (ou de détection) de 0,97 pour une visibilité dite « bonne », et de 0,8 pour une visibilité dite « moyenne »**. Lorsque la visibilité est nulle (parcelle impraticable par exemple du fait des cultures hautes), le taux appliqué est de 0 ; ce qui est le cas pour environ 62 % des surfaces pour les passages d'avant fin juillet.

Le taux moyen de détection pour les deux classes de visibilité prospectée est donc de 90 %.

4.2.2.3 Ajustement de la surface réellement contrôlée (variable A)

Les surfaces de prospection étant variables selon la période de l'année, les coefficients ont été calculés sur ces différentes périodes (dénommées « intervalles ») et sont présentés en annexe 2. Le tableau ci-dessous synthétise ces résultats par éolienne pour l'ensemble de la période suivie.

Surface moyenne prospectée par éolienne sur l'ensemble du suivi

Éolienne	Surface moyenne prospectée (%)
E1	71 %
E2	72 %
E3	72 %
E4	70 %
E5	70 %
Moyenne sur l'ensemble du parc :	71 %

Notons que pour toutes les éoliennes la surface était prospectable à plus de 50 % en moyenne sur l'année (moyenne globale de 71 %), ce qui autorise des estimations statistiques suffisamment robustes (Behr *et al.*, 2011).

Ainsi, la proportion de surface prospectée moyenne, telle que demandée par l'application EolApp pour l'utilisation des formules d'Erickson, Huso et Jones, est de 71 %.

4.2.2.4 Correctif lié à la période d'étude

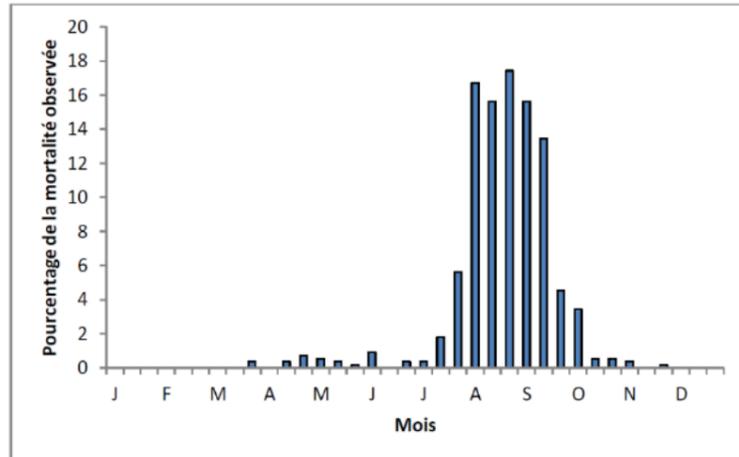
Les estimations de la mortalité ont été réalisées sur la base des 45 passages compris entre le 01/04 et le 31/10/2019 pour l'ensemble des éoliennes (50 passages pour le cas de l'éolienne E5 ayant eu un suivi spécifique lié au dispositif DT-Bird). Cette période correspond à la période principale d'activité pour les chauves-souris et, pour les oiseaux, couvre une grande partie des migrations pré et postnuptiale, et 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.

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 1er août et le 31 octobre
Dulac, 2008	91 % entre le 1er 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 cité par Jones & al., 2009). Ces données ont été reprises dans le graphique par Ecosphère (Heitz & Jung, 2017) pour disposer de pourcentages par décades.

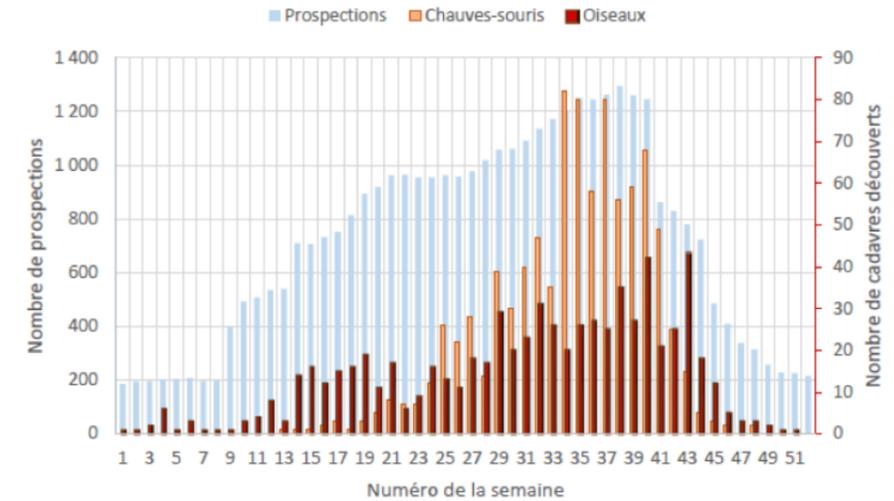


Répartition temporelle des cadavres de chauves-souris récoltés (données Dürr, 2007, in Jones & al., 2009 ; graphique Heitz & Jung, 2017)

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



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.

Répartition temporelle de la mortalité selon la bibliographie (1^{ère} colonne) et des cadavres découverts sur le parc de Guilleville en 2019 (2nde colonne)

Pourcentage de mortalité (toutes espèces)	Chiroptères		Oiseaux	
Avril à juillet (semaines 13 à 30) => migration pré-nuptiale, période de reproduction	10 %	1 cadavre	25 %	1 cadavres
Août à octobre (semaines 31 à 43) => migration postnuptiale, mouvements locaux	85 %	2 cadavres	50 %	20 cadavres
Reste de l'année	5 %	NA	25 %	NA

Ainsi, sur la base des données bibliographiques et les résultats recueillis en 2019, les suivis réalisés sur le parc de Guilleville couvrent une période correspondant théoriquement à :

- 95 % de la mortalité des chiroptères :
⇒ **correction de + 5 % lié à la période non suivie ;**
- 75 % de la mortalité des oiseaux :
⇒ **correction de + 25 % 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.

4.2.3 ESTIMATION DE LA MORTALITÉ RÉELLE

Les estimations de la mortalité du parc ont été calculées avec les formules de **Jones, Huso et Erickson** par le biais de l'application **EolApp (Besnard & Bernard)**. L'utilisation conjointe de ces trois formules permet de comparer les résultats obtenus. En effet, bien que les modèles utilisés soient identiques, quelques différences existent. En situation de persistance courte (moins de 4 jours), le modèle d'Erickson étant connu pour sous-estimer la mortalité par rapport aux modèles plus récents d'Huso et Jones (cf. partie Méthodes de travail 3.1.3.2), ce dernier est seulement présenté à titre informatif.

En outre, l'application EolApp permet d'obtenir un résultat encadré par un **intervalle de confiance de 80 % (bornes à 10 % et 90 %)**.

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

Récapitulatif des différents paramètres généraux pris en compte pour les estimations

Paramètres	Guilleville	
Période du suivi	Avril - Octobre 2019	
Nbre d'éoliennes suivies	E1 à E5	E5 uniquement*
C (nombre de cadavres brut découverts sous les éoliennes dans un rayon de 60 m)	24	2
d (taux de détection moyen)	0,90	0,90
p brut (taux de persistance durant l'intervalle)	0,6	0,6
Tm (durée moyenne de persistance durant l'intervalle)	3,3 jours	3,3 jours
I (intervalle moyen entre 2 visites)	4,8 jours	4,3 jours
n (nombre de passage)	45	50
Sk (surface prospectée moyenne)	71%	70%

* le détail est précisé pour l'éolienne E5 étant donné un nombre de passages plus importants

4.2.3.1 Estimations de la mortalité globale sur l'ensemble du parc

Le tableau suivant présente les résultats des estimations de la mortalité réelle pour l'ensemble du parc (5 éoliennes) sur la période suivie (01 avril - 31 octobre 2019). Les valeurs présentées sont arrondies à 0,5 pour plus de simplicité.

Des exemples de captures d'écran de ces résultats sont présentés en annexe 4.

Résultats des estimations de la mortalité réelle sur la période du suivi (début avril – fin octobre), pour les 3 modèles et obtenues avec l'application EolApp

EolApp (test non-paramétrique)	Erikson			Huso			Jones			Moyenne Huso / Jones			Mortalité / éolienne sur la période suivie		
	Médiane [IC 10 - 90%]			Médiane [IC 10 - 90%]			Médiane [IC 10 - 90%]			Moyenne [IC 10 - 90%]			Moyenne [IC 10 - 90%]		
Chiroptères	3	1	6	6,5	2	11,5	6,5	2	12	6,5	2	12	1,3	0,4	2,4
Oiseaux	23,5	15,5	33,5	46	31,5	61,5	47	32	63,5	46,5	31,5	63,5	9,3	6,3	12,7
Somme	26,5			52,5			53,5			53			10,6		

La moyenne des estimations d'Huso et Jones donne une valeur médiane de la mortalité d'environ **6,5 chiroptères** (intervalle de confiance à 80 % compris entre 2 et 12) et **46,5 oiseaux** (intervalle de confiance à 80 % compris entre 31,5 et 63,5) **impactés sur l'ensemble du parc pour la période de suivi** (avril - octobre, sur 45 passages), **soit un total de 53 cadavres**.

Comme expliqué au paragraphe précédemment, une correction est appliquée afin d'obtenir une estimation de la mortalité réelle engendrée sur la totalité de l'année (+ 5 % pour les chiroptères, + 25 % pour les oiseaux, cf. 4.2.2.4). Les résultats sont présentés dans le tableau suivant.

Résultats des estimations de la mortalité réelle avec correction annuelle liée à la période non suivie

		Mortalité estimée (moyenne Huso/Jones)	Couverture temporelle de la mortalité	Correction annuelle	Mortalité corrigée sur l'année	Mortalité par éolienne et par an	Mortalité totale
2019 Avril - Oct	Chiroptères	6,5	0,95	+ 5 %	6,8	1,4	65 cadavres pour les 5 éoliennes du parc, soit 13 cadavres par éolienne
	Oiseaux	46,5	0,75	+ 25 %	58,1	11,6	
	Somme	53			65	13	

4.2.3.2 Estimations de la mortalité par éolienne

Les résultats bruts de la mortalité constatée sur le parc de Guilleville montrent une mortalité différentielle en fonction de l'éolienne considérée. La majeure partie des cadavres ont été découverts au pied des éoliennes 3 et 4. Par ailleurs, des passages supplémentaires ont été effectués sur l'éolienne E5. Une analyse détaillée par éolienne a de ce fait été réalisée, afin d'obtenir une estimation de la mortalité par éolienne. Pour ces calculs, les pourcentages moyens de surface prospectée pour chaque éolienne ont été utilisés (cf. partie 4.2.2.3). **Le tableau ci-dessous présente les résultats synthétisés de la mortalité estimée par éolienne**. Le détail des estimations est présenté en annexe 4, avec des exemples de captures d'écran de ces résultats.

Résultats des estimations de la mortalité réelle par éolienne sur la période suivie (début avril – fin octobre) pour les 3 modèles et obtenues avec l'application EolApp

		E1			E2			E3			E4			E5			Mortalité moyenne par éolienne
EolApp (test non-paramétrique)		Médiane [IC 10 - 90%]			Médiane [IC 10 - 90%]			Médiane [IC 10 - 90%]			Médiane [IC 10 - 90%]			Médiane [IC 10 - 90%]			
Oiseaux	Nb de cadavres bruts	1			4			7			7			2			9,0
	Moyenne Huso / Jones	2,0	0,0	5,0	8,5	2,0	16,0	15,0	8,0	24,0	15,3	8,0	24,5	4,3	0,0	8,5	
	Mortalité annuelle (+25%)	2,5	0,0	6,3	10,6	2,5	20,0	18,8	10,0	30,0	19,1	10,0	30,6	5,3	0,0	10,6	
Chiroptères	Nb de cadavres bruts	0			0			2			1			0			1,25
	Moyenne Huso / Jones	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	4,3	0,0	8,5	2,0	0,0	5,0	0,0	0,0	0,0	
	Mortalité annuelle (+5%)	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	4,5	0,0	8,9	2,1	0,0	5,3	0,0	0,0	0,0	
SOMME		2,5			10,6			23,2			21,2			5,3			12,6

* Il est évident que la mortalité estimée ne peut être moindre que la mortalité brute constatée lors d'un suivi, de fait la borne inférieure de l'intervalle de confiance correspond en réalité au nombre de cadavres bruts

Les estimations de la mortalité réelle par éolienne précisent la répartition des cadavres au sein du parc. Ainsi, après application des coefficients de correction annuelle liés à la période non suivie (novembre - mars), **les estimations de la mortalité annuelle varient de 2,5 (E1) à 23,2 (E3) cadavres par éolienne**. Rapporté à l'ensemble du parc, ceci donne une médiane d'environ 12,6 cadavres par an par éolienne, ce qui rejoint le résultat précédent (13 cadavres par an par éolienne), obtenu directement via les estimations moyennées pour l'ensemble du parc.

4.2.3.3 Conclusions sur les estimations de la mortalité réelle

La mortalité moyenne engendrée sur le parc de Guilleville est estimée à environ **6,5 chiroptères** (IC 80% compris entre 2 et 12) **et 46,5 oiseaux** (IC 80% compris entre 31,5 et 63,5) **sur l'ensemble du parc pour la période de suivi** (avril - octobre), **soit un total de 53 cadavres (valeur médiane)**. En appliquant une correction liée à la période non suivie (+ 5 % pour les chiroptères, + 25 % pour les oiseaux^{4.2.3}), la mortalité atteint une médiane de **65 individus tués sur l'ensemble du parc et par an, dont 7 chiroptères et 58 oiseaux**.

Les éoliennes ayant le plus d'impact sont les éoliennes 3 et 4 avec une médiane entre 21 et 23 cadavres engendrés par an. Ce sont également les deux seules ayant impacté les chiroptères en 2019.

Par ailleurs, la **mortalité moyenne par éolienne** (toutes éoliennes confondues) **est de 13 cadavres par an**, dont 11,5 oiseaux et 1,5 chiroptères.

4.2.4 ANALYSE DE LA MORTALITÉ ET ÉVALUATION DE L'IMPACT RÉSIDUEL

4.2.4.1 Répartition spatiale

La distribution des cadavres découverts n'est pas homogène entre les éoliennes : sur toute la durée du suivi, 1 et 2 cadavres seulement ont été notés au pied des éoliennes E1 et E5 respectivement. **Les éoliennes E2, E3 et E4 sont celles ayant le plus de mortalité constatée**, avec 4, 9 et 8 cadavres respectivement ; cf. partie 4.2.1.1).

Le parc éolien de Guilleville est implanté dans un contexte paysager dominé par l'agriculture intensive mais parsemé de quelques vallées boisées ou de bosquets. L'activité chiroptérologique et avifaunistique est connue pour être plus forte au niveau des boisements, utilisés par exemple comme lieux de halte ou les lisières servant de zone de chasse pour les chauves-souris. **La proximité des éoliennes avec des boisements est un des facteurs source de mortalité. La forte mortalité constatée sur les éoliennes E3 et E4 peut en partie être expliquée par ce facteur, ces deux machines étant localisées à moins de 200m de zones boisées. Ce sont également les deux seules éoliennes ayant eu un impact sur les chiroptères**. La mortalité constatée sur l'éolienne E2 ne peut pas être expliquée par ce même facteur. D'autres causes, telles que les conditions météorologiques ou des comportements de vols nocturnes difficiles à évaluer avec précision peuvent entrer en jeu.

Par rapport à la distance au mât, on constate qu'aucun cadavre ne tombe au pied même des éoliennes, aucun n'est situé à moins de 10 m du mât. La quasi-totalité des cadavres a été découvert dans un rayon de 20 à 60 m autour du mât. Il s'agit pour la plupart de cadavres de petites tailles, se trouvant probablement projetés au sol à une certaine distance du fait de leur faible poids, de la vitesse de rotation des pales et de la grande taille des pales (environ 60 m).

4.2.4.2 Analyse de la mortalité constatée sur les oiseaux

Les oiseaux représentent la majorité des cas de mortalité constatés sur le parc de Guilleville, avec 21 cadavres sur 24.

La mortalité des oiseaux concerne en grande partie les **passereaux**, avec 19 cadavres sur 21 appartenant à ce groupe. Les espèces ainsi impactées en 2019 sont : les roitelets (huppé, à triple-bandeau ou non identifiés), le Rougegorge familier et le Gobemouche noir. Parmi les autres espèces touchées, on trouve un rapace (la Buse Variable) et un Martinnet noir.

La mortalité observée est concentrée sur la période de migration postnuptiale. Trois premiers cadavres ont été découverts vers la fin juillet / début août, correspondant à la période d'envol des jeunes de l'année ou aux premiers migrants selon les espèces. Le reste de la mortalité s'est produite entre la fin août jusqu'à la fin octobre, de manière continue au cours de ces semaines mais avec un pic en fin de suivi.

La liste des cadavres découverts sur le parc en 2019 (avec le détail des dates de découvertes, les éoliennes concernées, l'état des cadavres, la distance au mât, etc...) est donnée en annexe 3.

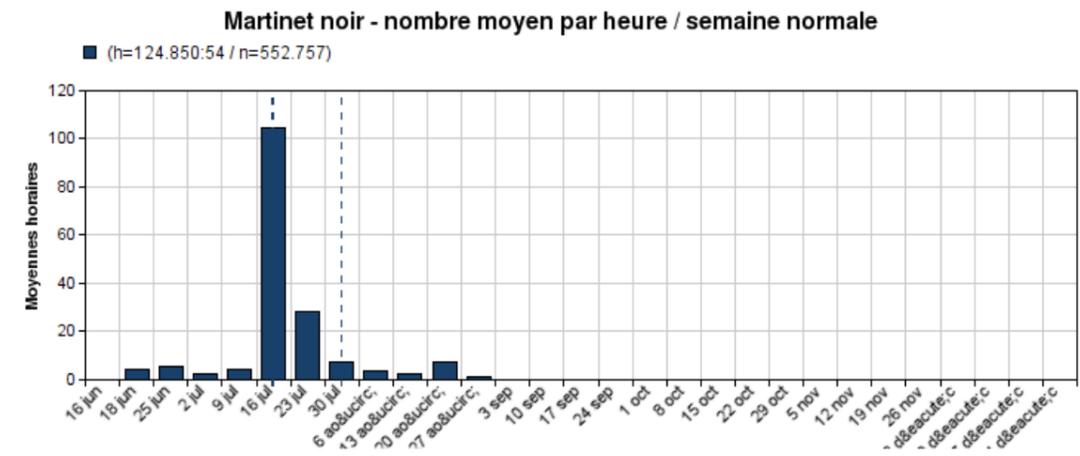
Une Buse variable a été découverte à la mi-juillet au niveau de la plateforme de l'éolienne 3. Il s'agissait d'un individu femelle de 1^{ère} année, soit un jeune de l'année issu de la population locale. Les boisements présents à proximité de cette éolienne sont très régulièrement fréquentés par l'espèce d'après les observations faites tout au long du suivi, des Buses venant se poser dans le boisement à l'ouest de E3 ou chassant aux abords. 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. Les individus immatures sont d'autant plus inexpérimentés qu'ils sont susceptibles au risque de collision.

Au vu des tailles de populations estimées en Europe (814 000 couples selon BirdLife International, 2015), le nombre de cadavres recensé est élevé (791 cas au 7 janvier 2020 dont 78 en France selon T. Dürr) et **la sensibilité de l'espèce à ce type d'impact est moyenne.**



Buse variable trouvée sur la plateforme de l'éolienne 3 le 16/07/2019 (E. Brunet – Ecosphère)

Un Martinet noir de première année a été découvert début août, correspondant à un migrateur, le pic de migration postnuptiale de l'espèce étant vers la mi-juillet (cf. figure ci-après **Erreur ! Source du renvoi introuvable.**). L'oiseau a été découvert au pied de l'éolienne 4 le 01/08/2019. 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). Les jeunes de l'année ont tendance à migrer un peu plus tardivement que les adultes déjà expérimentés.



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

Au vu des tailles de populations estimées en Europe (19,1 millions de couples selon BirdLife International, 2015), le nombre de cadavres recensé de 407 individus (au 7 janvier 2020 selon T. Dürr) implique **une sensibilité au risque de collision de niveau faible.**

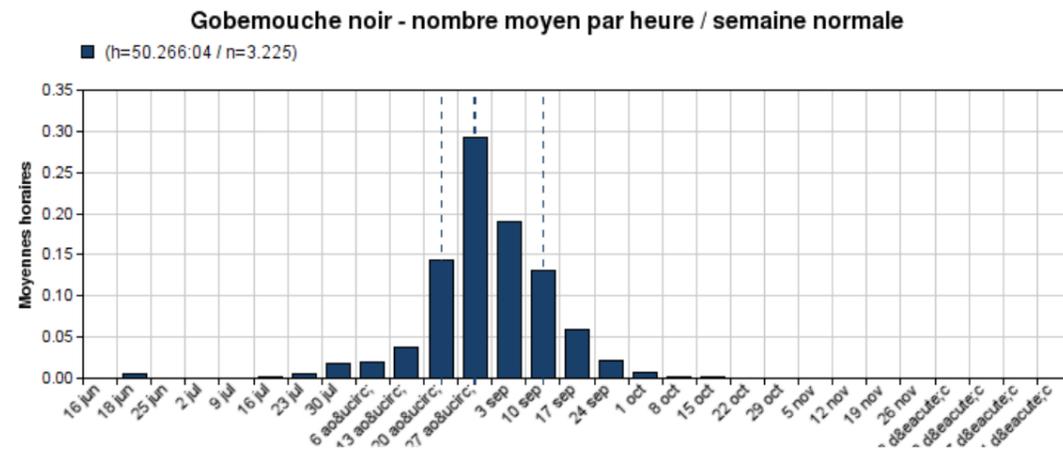


Martinet noir 1A (éolienne 4, le 01/08/2019) (L. Boutault – Ecosphère)



Gobemouche noir 1A (éolienne 4, le 29/07/2019) (L. Boutault - Ecosphère)

Un Gobemouche noir a été retrouvé le 29/07/2019 dans les chaumes autour de l'éolienne 4. Il s'agit là aussi d'un individu de première année. Les gobemouches sont migrateurs : présents en France et dans le nord de l'Europe d'avril à août-septembre, ils repartent en Afrique sub-saharienne durant l'hiver. L'espèce est nicheuse principalement dans des boisements mixtes ou de feuillus. En période de migration, elle se déplace généralement de nuit à haute altitude. L'individu retrouvé ici correspond probablement à l'un des premiers migrateurs, le pic de migration automnale de l'espèce étant vers la fin d'août – début septembre (cf. figure ci-dessous).



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

type de boisement, qui fréquente également des milieux plus anthropisés avec présence d'espaces arborés, notamment durant la saison hivernale. En période de migration, le rougegorge peut se déplacer à une certaine altitude et notamment la nuit, contrairement à des déplacements dits rampants (au travers des strates arborées ou arbustives) en journée. Dans le cas présent il s'agit vraisemblablement d'individus migrateurs, le pic de migration de l'espèce étant vers la mi-octobre en France (voir ci-après).

Au vu des tailles de populations estimées en Europe (58,7 millions de couples selon BirdLife International, 2015), le nombre de cadavres recensés (161 au 7 janvier 2020 selon T. Dürr) implique une **sensibilité au risque de collision de niveau faible**.

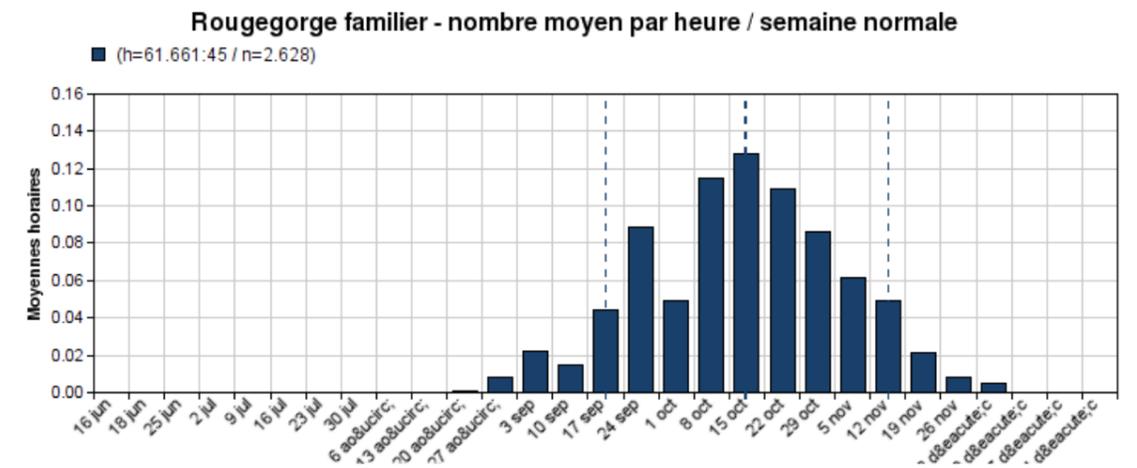
Au vu des tailles de populations estimées en Europe (12,5 millions de couples selon BirdLife International, 2015), le nombre de cadavres recensés de 79 individus en Europe (au 7 janvier 2020 selon T. Dürr) implique une **sensibilité au risque de collision de niveau faible**.



Rougegorge familial (éolienne 3, le 24/10/2019) (L. Boutault - Ecosphère)

Deux Rougegorges familiaux ont été impactés à la fin octobre (le 24/10/2019). Les deux cadavres ont été découverts au pied de l'éolienne E2, à environ 30-40 m du mât. Le premier cadavre a été retrouvé intact dans le labour, permettant de l'ager comme un individu de première année. Le second a été prédaté, seul un tas de plumes caractéristique de l'espèce ont permis de détecter le cadavre. Les rougegorges sont des migrateurs partiels¹¹, 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

¹¹ 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.



Phénologie de la migration automnale du Rougegorge familial en France (source : www.trektellen.org)

Concernant les oiseaux, plus de 75% de la mortalité constatée en 2019 sur le parc de Guilleville concerne des roitelets, avec un total de 16 cadavres (11 Roitelets à triple bandeau, 2 Roitelets huppés et 3 roitelets non identifiés).



Cadavres de Roitelets huppés (éolienne 3 le 28/10/2019) (L. Boutault – Ecosphère)

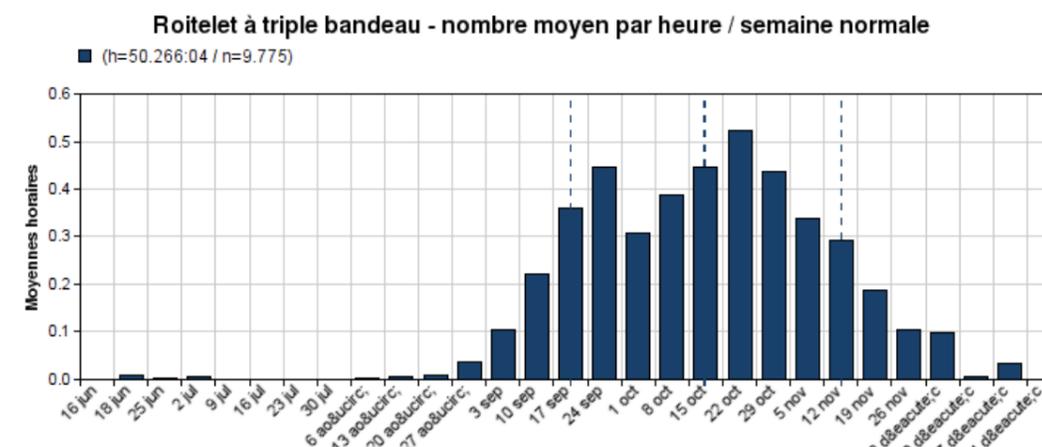


Roitelets à triple-bandeau découverts sur le parc éolien de Guilleville (L. Boutault – Ecosphère)

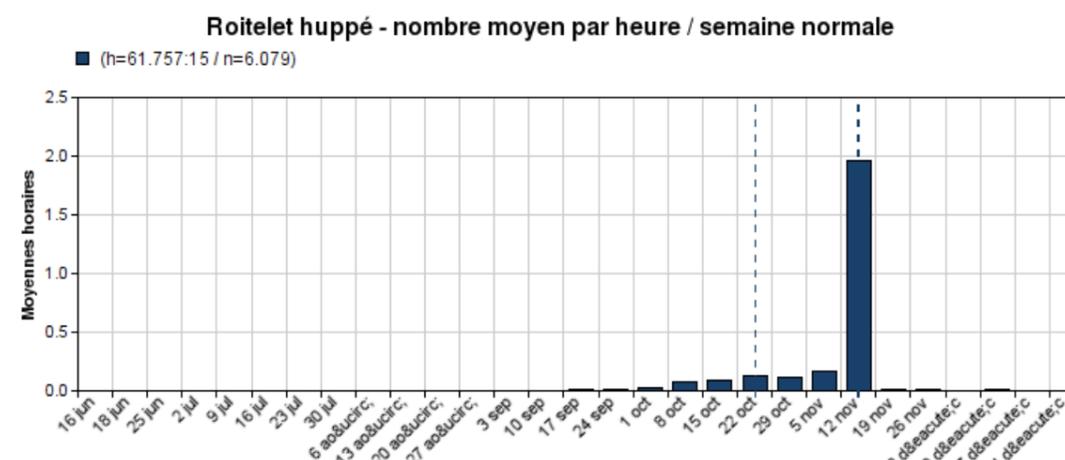
L'ensemble des 16 cadavres de roitelets a été découvert sur la période fin août – octobre, entre 26/08/2019 et le 31/10/2019. Les deux Roitelets huppés ont été découverts le 28/10/2019. Les 5 éoliennes du parc ont engendré de la mortalité sur ce groupe d'espèces, avec 1 cadavre sur E1, 2 cadavres sur E2 et E5, 6 cadavres sur E3 et 5 cadavres sur E4. Il s'agissait de cadavres retrouvés soit dans un état de décomposition avancé, soit relativement frais (non présents au passage précédent 3 ou 4 jours plus tôt) mais prédatés et pour lesquels seuls des tas de plumes restants ont permis de détecter la mortalité. L'identification à l'espèce (Roitelet huppé ou à triple bandeau) n'a donc pas été possible dans ces cas-là.

¹² Les populations ou espèces chez lesquelles seule une partie des individus effectue 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.

Les roitelets sont des migrateurs partiels¹², présents toute l'année en France mais dont les individus du nord de l'Europe migrent vers le Sud en passant par la France. Le Roitelet à triple bandeau est nicheur dans tout type de boisement, alors que le Roitelet huppé se retrouve plutôt dans les boisements de conifères ou mixtes. En période de migration et au vu des très nombreux cadavres découverts sur l'ensemble des parcs éoliens, ces deux espèces fréquentent des milieux très divers et leur comportement semble différer sensiblement. **Les roitelets impactés lors de ce suivi sont des migrants**, les dates de découvertes des cadavres correspondant aux pics de migration de chacune des deux espèces, à savoir entre septembre et octobre, voire début novembre pour le Roitelet huppé (cf. ci-dessous).



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



Phénologie de la migration automnale du Roitelet huppé en France (source : www.trektellen.org)

Au vu des tailles de populations estimées pour le Roitelet à triple bandeau en Europe (4,18 millions de couples selon BirdLife International 2015), le total de cadavres connu en Europe de 261 individus implique une **sensibilité au risque de collision de niveau faible**. Il en est de même pour le Roitelet huppé (20 millions de couples selon BirdLife International 2015, nombre total de cadavres connu en Europe de 170 individus).

Toutefois, **il s'agit des oiseaux les plus concernés par le risque de collision** (le Roitelet à triple bandeau étant le 4^{ème} passereau après l'Alouette des champs, le Bruant proyer et l'Hirondelle de fenêtre à l'échelle de l'Europe et le 1^{er} oiseau tous groupes confondus en France). **Plus de 60 % des Roitelets à triple bandeau impactés le sont en France**, ce qui confère une responsabilité à ce pays, et en période de migration automnale comme cela est constaté sur le parc de Guilleville. Il convient par ailleurs d'ajouter que les chiffres de mortalité sont très probablement sous-estimés du fait de la disparition rapide (dégradation naturelle + prédation) de leurs cadavres. 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. Des informations récentes issues du réseau naturaliste et concernant les suivis de mortalité semblent indiquer une mortalité particulièrement forte sur les roitelets à l'automne 2019 (notamment en région Centre-Val de Loire), probablement liées à de mauvaises conditions météorologiques (brouillards). Outre l'existence de flux migratoires à travers le parc éolien, les populations d'oiseaux migrateurs impactées par les éoliennes pourraient aussi être attirées par les balisages lumineux lorsqu'ils sont en migration la nuit. Le Roitelet à triple bandeau présente une dynamique favorable (âge adulte rapidement atteint, taux de reproduction important, etc.) et les tendances européennes et françaises montrent une stabilité des tailles de population. Le Roitelet huppé, espèce également impactée, montre quant à elle une diminution de ses effectifs en France. Au vu de cet ensemble de critères et particulièrement de l'intensité de la mortalité constatée sur ces espèces, **la sensibilité au risque de collision est augmentée à moyenne pour le Roitelet à triple bandeau et le Roitelet huppé**.

Notons que les 6 espèces impactées sur le parc éolien de Guilleville font partie des espèces les plus touchées au niveau européen ou en France. Notamment, le Roitelet à triple bandeau et le Martinet noir sont les deux espèces les plus touchées en France (Dürr, 2020).

4.2.4.3 Analyse de la mortalité constatée sur les chauves-souris

Trois chiroptères ont été retrouvés au pied des éoliennes E3 et E4 du parc de Guilleville lors de ce premier suivi en 2019.

La mortalité constatée chez les chiroptères et comprise entre le 22/07 et le 15/10/2019 et concerne trois espèces différentes, avec 1 cadavre par espèce : la Pipistrelle commune, la Pipistrelle de Kuhl et la Noctule de Leisler.



Pipistrelle commune (E3, 22/07/2019)
(L. Boutault – Ecosphère)



Pipistrelle de Kuhl (E4, 15/10/2019)
(L. Boutault – Ecosphère)

La **Pipistrelle commune** est une espèce très commune sur l'ensemble de la région. L'individu découvert fin juillet est une femelle probablement issue 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 plus rare.

La **Pipistrelle de Kuhl**, également commune dans la région, fréquente les milieux anthropisés ainsi que les milieux agricoles ou forêts de basse altitude. La Pipistrelle de Kuhl chasse aussi bien en milieux ouverts que boisés. L'individu découvert mi-octobre est une femelle issue très probablement des populations locales, rien ne laissant supposer le caractère migrateur de l'espèce.



Noctule de Leisler (E3, 02/09/2019) (L. Boutault – Ecosphère)

La **Noctule de Leisler** est également commune dans la région, mais l'individu découvert début septembre correspond très certainement à un migrateur. En effet, la mortalité sur le parc a eu lieu au cœur du pic de migration de cette espèce.

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 Guilleville où le nombre de collisions brut et estimé est faible dans l'état actuel dans nos connaissances.

4.2.5 CONCLUSION SUR LE SUIVI DE MORTALITÉ

Le suivi réalisé en 2019 sur le parc de Guilleville a fait l'objet de **45 passages répartis entre le 01/04 et le 31/10/2019**, avec une fréquence d'un passage tous les 7 jours d'avril à juillet et d'un passage tous les 3 ou 4 jours d'août à octobre, soit un **intervalle moyen entre les passages de 4,8 jours**. Les **5 éoliennes** du parc ont été suivies selon le protocole national (2018) sur l'ensemble de la période. L'éolienne E5 a fait l'objet de 5 passages supplémentaires répartis de la mi-avril à la mi-mai dans le but de vérifier l'efficacité du dispositif DT-Bird. Les recherches ont été réalisées dans un **rayon de 60 m** autour du mât. La **surface moyenne de prospection est de 71 % sur l'intégralité du suivi**, avec un changement au moment des moissons (passage de 31 % à 98 % des surfaces prospectées en moyenne à la mi-juillet). Les tests de détection réalisés pour les deux observateurs montrent une **délectabilité moyenne de 90 %**. Les tests de persistance réalisés à partir de 30 leurres montrent une **persistance moyenne de 60 %** durant l'intervalle (4 j).

24 cadavres ont été découverts, parmi lesquels :

- **3 chiroptères d'espèces différentes** (Pipistrelle commune [sédentaire], Pipistrelle de Kuhl [sédentaire probable], Noctule de Leisler [migratrice]) ;
- **21 oiseaux appartenant à 6 espèces** (1 Buse variable [sédentaire], 2 Rougegorges familiers [migrateurs], 1 Martinet noir [migrateur], 1 Gobemouche noir [migrateur], 2 Roitelets huppés [migrateurs], 11 Roitelets à triple bandeau [migrateurs] et 3 roitelets non identifiés [migrateurs]).

Les résultats bruts de mortalité ont été corrigés selon 3 modèles statistiques (Erickson, Huso et Jones) à partir de nos calculs et de l'application « EolApp » développée par Besnard et Bernard (CEFE CNRS). La moyenne des estimations d'Huso et Jones aboutit à une valeur médiane de la mortalité d'environ **53 cadavres, dont 6,5 chiroptères** (intervalle de confiance (IC) de 80 % compris entre 2 et 12) **et 46,5 oiseaux** (IC 80 % : 31,5 à 63,5) **sur l'ensemble du parc pour la période de suivi** (début avril – fin octobre).

En appliquant une correction liée à la période non suivie (+ 5 % pour les chiroptères, + 25 % pour les oiseaux), **la mortalité médiane atteint 65 individus sur l'ensemble du parc et par an, soit une moyenne de 13 cadavres par éolienne**. D'après les données du suivi 2019, les oiseaux représentent 90% de la mortalité constatée sur le parc de Guilleville.

Les éoliennes les plus impactantes sont les éoliennes 3 et 4, pour lesquelles la mortalité estimée par éolienne est de 21 à 23 cadavres par an en valeur médiane. Ce sont également les deux seules ayant eu un impact sur les chauves-souris. La mortalité engendrée par l'éolienne E2 est également importante bien que de moindre ampleur, avec une dizaine de cadavres par an. Il semble que la continuité boisée et la mosaïque de boisements situées au nord de Guilleville (Bois de la Fontaine) et de Boissay attire particulièrement la faune volante dans le paysage très ouvert de la Beauce.



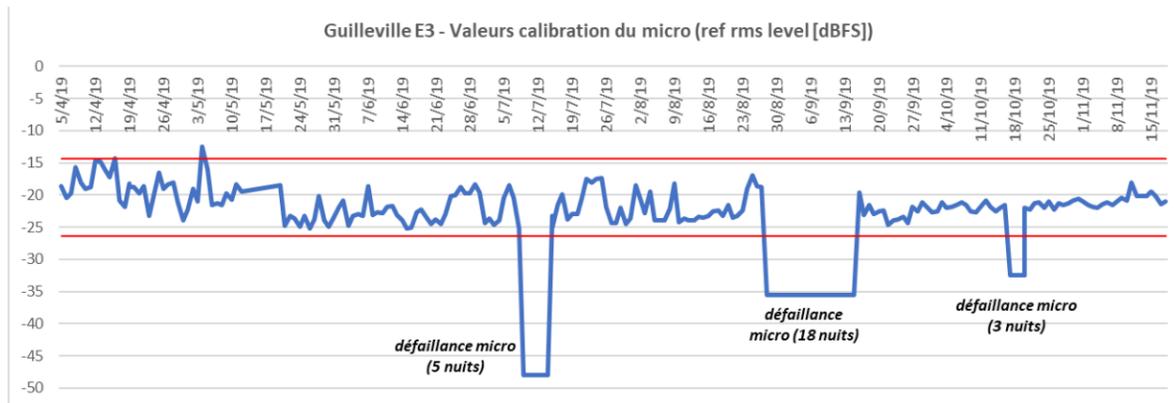
Par ailleurs, l'éolienne E5 est équipée d'un système DTBird afin de prévenir et réduire le risque de collision des oiseaux. Ceci fait suite aux conclusions de l'étude d'impact, indiquant un plus fort impact potentiel de cette éolienne située dans la Vallée de Trancrainville, où se dégageait un couloir de migration. Du suivi effectué en 2019, seuls deux cas de mortalité ont été découverts au pied de cette éolienne, permettant de conclure sur le faible impact de cette éolienne.

4.3 SUIVI ACOUSTIQUE EN NACELLE

4.3.1 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 automatiquement été 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 rouges 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.

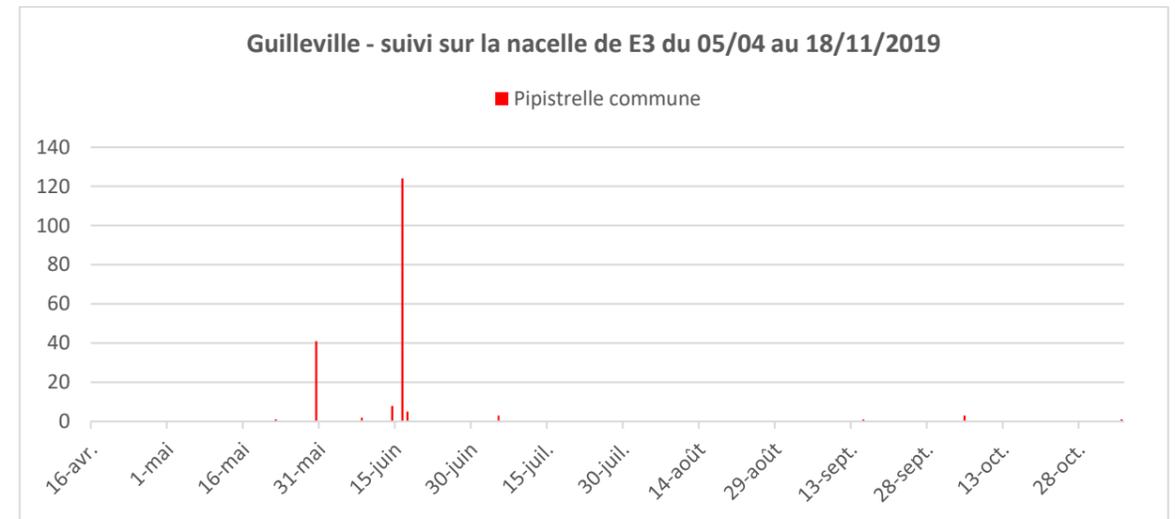
Pour ce suivi acoustique, le micro a été globalement opérationnel du 5 avril jusqu'au 27 août, ensuite il a accusé une période de faillance jusqu'au 15 septembre (18 nuits). Une remise en route a permis de retrouver une période opérationnelle quasi continue, à l'exception de 5 nuits en juillet et 3 nuits en octobre.



Valeurs de calibration quotidienne du micro du Batmode S+ (ref rms level [dBFS])

4.3.2.2 Chronologie de l'activité

Le graphique suivant présente la chronologie quotidienne du suivi. Concernant la Pipistrelle commune, 2 pics d'activité se démarquent en 2019, fin mai et à la mi-juin. Les activités quotidiennes des autres espèces sont très irrégulièrement distribuées avec l'apparition de petits pics (< 11 contacts / nuit).



Chronologie de l'activité quotidienne du suivi acoustique depuis la nacelle de E3

4.3.2 DESCRIPTION DES ACTIVITÉS ENREGISTRÉES

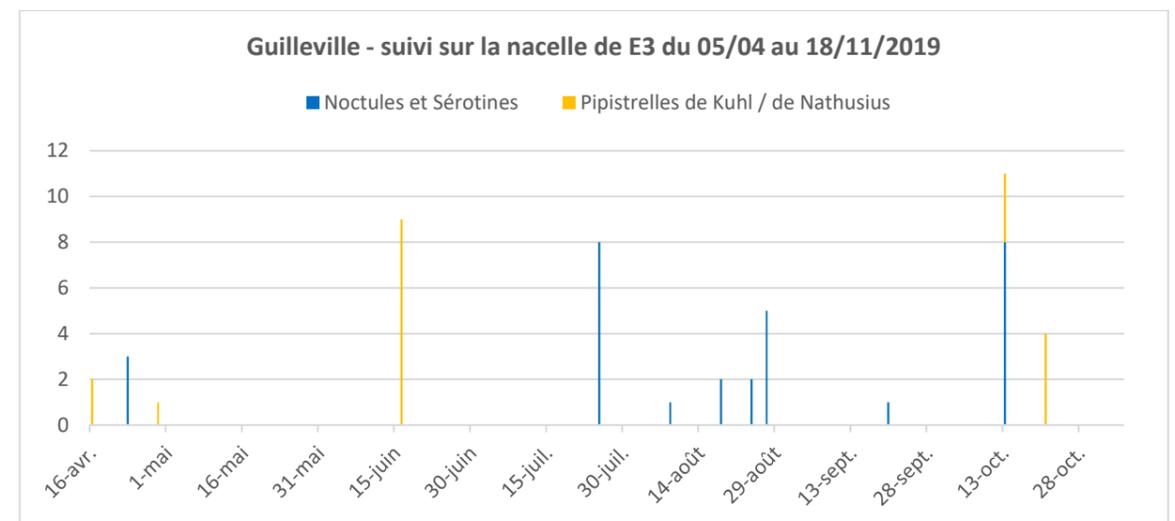
4.3.2.1 Bilan par mois et par espèce

Le tableau suivant compile les totaux de contacts par mois pour chaque espèce ou groupe d'espèces.

Peu de contacts de chauves-souris ont été enregistrés lors du suivi en 2019. L'espèce majoritairement contactée est la Pipistrelle commune, avec un pic d'activité en juin. Les grandes espèces de haut vol (Noctules, groupe des sérotules) sont très faiblement enregistrées à hauteur de nacelle (30 contacts sur l'ensemble du suivi). Les autres pipistrelles (de Kuhl et/ou de Nathusius) sont également peu présentes (19 contacts sur l'ensemble du suivi).

Activités mensuelles enregistrées du 5 avril au 18 novembre 2019 depuis la nacelle de E3

Mois	Noctule de Leisler	Noctule commune	Sérotules	Pipistrelle commune	Pipistrelle de Kuhl	Pipistrelle de Nathusius	Pipistrelle de Kuhl/Nathusius	Total
Avril (27 nuits)	3				2	1		6
Mai (31 nuits)				42				42
Juin (30 nuits)				139	9			148
Juillet (26 nuits)		8		3				11
Août (28 nuits)	5		5					10
Septembre (16 nuits)			1	1				2
Octobre (28 nuits)	8			3		5	2	18
Novembre (17 nuits)				1				1
Total	16	8	6	189	11	6	2	238

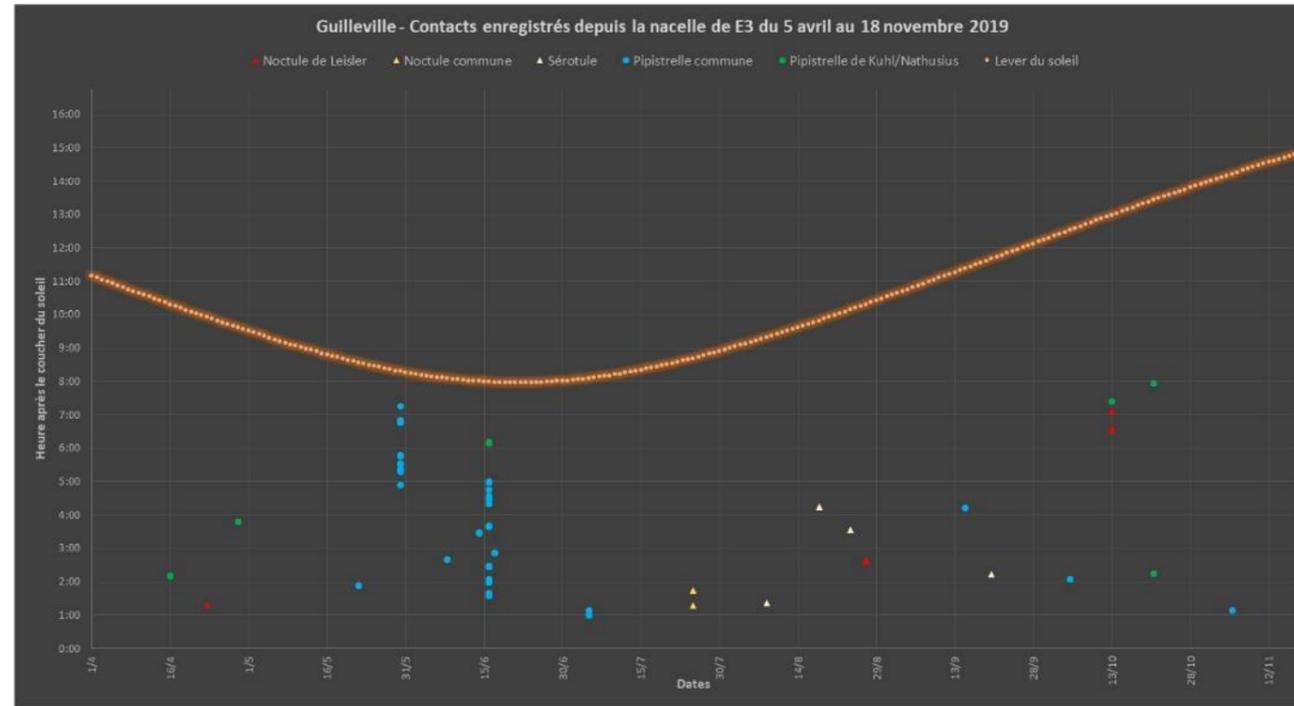


Chronologie de l'activité quotidienne du suivi acoustique depuis la nacelle de E3 (suite)

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

Le graphique ci-dessous présente la distribution de tous les contacts en fonction de l'heure après le coucher du soleil. Les contacts sont globalement enregistrés sur les 5 premières heures de la nuit en

2019, hormis fin-mai, mi-juin et mi-octobre où des individus ont été enregistrés entre la 5^{ème} et la 8^{ème} heure à partir du coucher du soleil.



Distribution des contacts en fonction de la date et de l'heure après le coucher du soleil

4.3.3 SYNTHÈSE ET ÉVALUATION DES ACTIVITÉS

4.3.3.1 Indicateurs de la fréquentation

Le tableau suivant synthétise l'ensemble de ces résultats à l'aide de plusieurs indicateurs :

- le nombre de nuits où le suivi a été opérationnel ;
- le nombre de nuits avec au moins 1 contact enregistré (nuit positive) ;
- 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 maximal de contacts (toutes espèces confondues) par nuit ;

L'ensemble des résultats indiquent des faibles activités ou quasi nulles malgré les quelques nuits non suivies à cause de défaillances du micro, et un très faible nombre de nuit avec au moins un contact. Il s'agit de quelques individus isolés, sauf en juin où quelques pipistrelles ont pu chasser autour de la nacelle.

Bilan statistique du suivi depuis la nacelle de l'éolienne 3 du 5 avril au 11 novembre 2019

Mois	Nuits suivies	Nuits "positives" avec au moins un contact	Moyenne de contacts par nuit suivie	Moyenne de contacts d'espèces migratrices de haut vol par nuit suivie	Maximum de contacts en une nuit
Avril	27	3	0,2	0,1	3
Mai	31	2	1,4	0,0	41
Juin	30	4	4,9	0,0	133
Juillet	26	2	0,4	0,3	8
Août	28	4	0,4	0,4	5
Septembre	16	2	0,1	0,1	1
Octobre	28	3	0,6	0,5	11
Novembre	17	1	0,1	0,0	1

4.3.3.2 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).

Écosphère a produit un référentiel d'activité en altitude (« Altisphère ») compilant de nombreux suivis réalisés entre 2011 et 2018. Ce référentiel a été décliné en plusieurs modules selon le type de suivi en altitude (mât, canopée, nacelle) et la hauteur du micro (35-60m, >60m, etc...).

Les données de ces suivis ont été compilées et une méthode habituellement utilisée en statistique a été appliquée : les quantiles. Ce sont les valeurs qui divisent un jeu de données en intervalles contenant le même nombre de données. Il y a donc un quantile de moins que le nombre de classes créées.

Différentes valeurs ont par conséquent été obtenues pour les seuils des quantiles 25 %, 50 %, 75 % et 90 %. Ces 4 seuils permettent ainsi d'établir 5 classes d'activités pour chaque espèce allant de faible (nombre de contacts inférieurs au nombre défini pour le quantile 25 %) à très forte (nombre de contacts supérieurs au quantile 90 %).

Référentiel d'activité « Altisphère » pour les suivis à hauteur de nacelle - valeurs issues d'une compilation de 408 nuits avec au moins 1 contact enregistré. Données pour 10 éoliennes réparties sur 7 sites différents implantés en milieu ouvert (2016 à 2018) dans le grand quart nord-ouest de la France

REFERENTIEL NACELLES				
Quart nord-ouest de la France en milieux ouverts				
Espèce	Seuils de nombre de contacts par nuit			
	Q25 %	Q50 %	Q75 %	Q90 %
TOUTES ESPECES	2	4	9	26
Noctule commune	1	2	6	15
Noctule de Leisler	1	2	5	9
Sérotine / Noctules	1	3	6	15
Pipistrelle commune	1	3	7	17
Pipistrelle de Kuhl	1	2	5	10
Pipistrelle de Nathusius	1	1	4	4
Pipistrelle de Kuhl/Nathusius	1	2	4	8

Le tableau ci-dessous répartit les résultats du suivi (nombre de nuits « positives » toutes espèces confondues) dans les différentes classes d'activité délimitées par les seuils du référentiel « Altisphère » correspondant. **Le nombre de nuits « positives » supérieures au quantile 75 % est indicateur d'une activité particulièrement forte et remarquable.**

Sur la période du suivi 2019 (203 nuits suivies, dont 21 « positives»), seulement 3 nuits ont été classées comme ayant une activité chiroptérologique globale sensiblement importante (1 en mai, 1 en juin et 1 octobre).

Distribution des résultats en nombre de nuits par classe d'activités (toutes espèces) pour chaque mois selon le référentiel « Altisphère » (nacelle, milieux ouverts, quart nord-ouest de la France)

Guilleville E3	Q1-25	Q25-50	Q50-75	Q75-90	Q90-100
Avril (27 nuits)	2	1			
Mai (31 nuits)	1				1
Juin (30 nuits)	1		2		1
Juillet (26 nuits)		1	1		
Août (28 nuits)	3		1		
Septembre (16 nuits)	2				
Octobre (28 nuits)		2		1	
Novembre (17 nuits)	1				

Le tableau suivant résume le nombre de nuits « positives » par classe d'activité et par espèce. Les cas d'activité forte ne se comptent qu'à l'unité sur l'ensemble du suivi, et concerne la Pipistrelle commune, la Pipistrelle de Kuhl et les noctules,

Les différentes espèces de chauves-souris contactées à hauteur de nacelle ont des niveaux d'activité relativement faibles (entre 1 et 3 nuits supérieures au quantile 75 %).

Distribution des résultats en nombre de nuits par classe d'activité pour chaque espèce selon le référentiel « Altisphère » (nacelle, milieux ouverts, quart nord-ouest de la France)

Guilleville E3	Q1-25	Q25-50	Q50-75	Q75-90	Q90-100
Noctule commune				1	
Noctule de Leisler			2	1	
Sérotine/Noctules	2	2			
Pipistrelle commune	3	3	1	1	2
Pipistrelle de Kuhl		1		1	
Pipistrelle de Nathusius		1	2		
Pipistrelle de Kuhl/Nathusius		1			1
Toutes espèces confondues	10	4	4	1	2

Enfin, il est important de rappeler :

- que le raisonnement porte sur des nombres de contacts, et non sur des nombres d'individus. De fait, des contacts enregistrés en début et fin de nuit peuvent potentiellement correspondre aux mêmes individus transitant dans le parc éolien ;
- **que des variations interannuelles peuvent survenir** (conditions météorologiques, activité des chauves-souris...) et que le principe de précaution est de mise quant aux conclusions de l'étude.

A ces niveaux de fréquentation détaillés, il faut ensuite analyser quelles conditions météorologiques locales ont été favorables à l'activité chiroptérologiques à hauteur de nacelle.

4.3.4 RÉPARTITION DE L'ACTIVITÉ SELON L'HEURE DE LA NUIT

Le tableau ci-dessous montre que plus de 97 % de l'activité globale sur l'ensemble du suivi a été enregistrée entre le coucher du soleil et 7 heures après.

Tableau 2 : Pourcentages d'activité en fonction de l'heure après le coucher du soleil pour toute la période du suivi

Guilleville E3	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Septembre	Octobre	Novembre	Total général
0h à +1h	0,0	0,0	0,0	9,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,4
+1h à +2h	50,0	2,4	26,4	100,0	10,0	0,0	0,0	100,0	23,5
+2h à +3h	83,3	2,4	57,4	100,0	60,0	50,0	27,8	100,0	48,3
+3h à +4h	100,0	2,4	65,5	100,0	80,0	50,0	27,8	100,0	54,6
+4h à +5h	100,0	4,8	91,9	100,0	100,0	100,0	27,8	100,0	72,7
+5h à +6h	100,0	73,8	93,9	100,0	100,0	100,0	27,8	100,0	86,1
+6h à +7h	100,0	97,6	100,0	100,0	100,0	100,0	66,7	100,0	97,1
+7h à +8h	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
+8h à +9h	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0

4.3.5 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.

La très grande majorité des contacts (88,3 %) a été enregistrée à des vitesses moyennes inférieures à 5 m/s, et 80,7 % à 4 m/s.

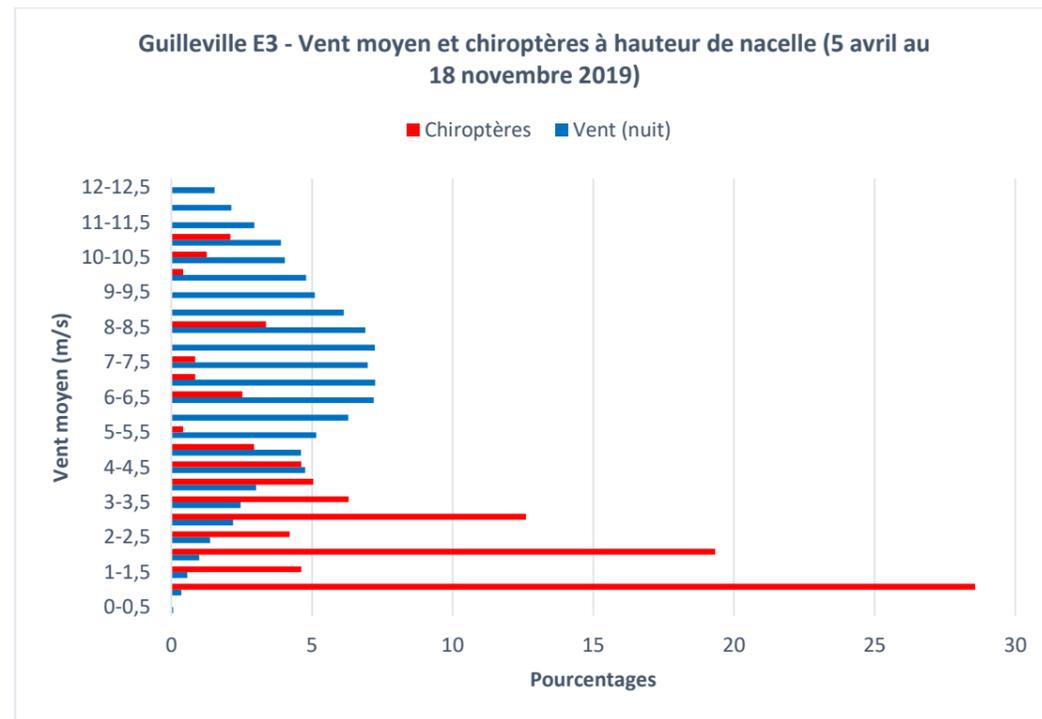


Figure 1 - Distribution de l'activité selon les vitesses moyennes de vent (de nuit seulement)

4.3.6 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.

Tous les contacts ont été enregistrés à des températures nocturnes moyennes comprises entre 10 et 34°C, avec une répartition différente selon les périodes considérées (avril-mai : 10-17°C ; juin-juillet : 16-34°C ; août-septembre : 19-29°C ; octobre-novembre : 11-19°C).

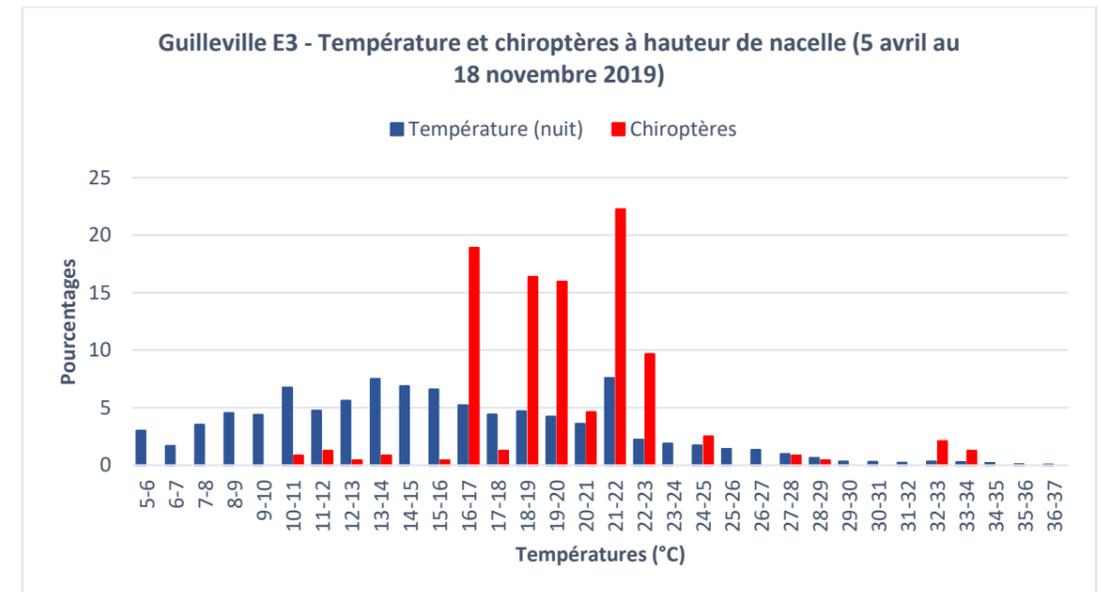


Figure 2 : Distribution de l'activité selon les températures (de nuit seulement)

5. EVALUATION DES IMPACTS

5.1 ÉVALUATION DES RISQUES DE COLLISION SPÉCIFIQUES AU PARC DE GUILLEVILLE

5.1.1 CHAUVES-SOURIS

3 cadavres de chauves-souris ont été retrouvés au cours de 45 passages réalisés d'avril à octobre 2019. L'évaluation ci-dessous se base sur les résultats du suivi de la mortalité et du suivi acoustique en nacelle. Le tableau ci-dessous présente le niveau de risque de collision pour chaque espèce.

Statuts et enjeux des espèces de chauves-souris impactées

	Statuts			1	2	1 x 2 = 3	4	3 x 4 = 5
	LRE	LRN	LRR	Portée de l'impact	Sensibilité à l'impact (maximum entre Dürre, jan. 20 et Eurobats, juin 18)	Intensité d'impact	Enjeu spécifique	Niveau d'impact mortalité
Noctule commune <i>Nyctalus noctula</i>	LC	VU	NT	Faible Aucun cadavre 8 contacts la nuit du 25 au 26 juillet 2019 uniquement (migrateurs)	Forte (1 543 en Europe, dont 104 en France)	Faible	Moyen	Négligeable
Noctule de Leisler <i>Nyctalus leisleri</i>	LC	NT	NT	Faible 1 cadavre brut (E3, 02/09/19) Quelques contacts fin avril, fin août et mi-octobre uniquement (migrateurs)	Forte (714 en Europe, dont 153 en France)	Moyenne	Moyen	Faible (en migration)
Pipistrelle commune <i>Pipistrellus pipistrellus</i>	LC	NT	LC	Faible 1 cadavre brut (E3, 22/07/19) centaine de contacts surtout en juin (Individus locaux issus de grandes populations)	Forte (2 388 en Europe, dont 995 en France)	Moyenne	Faible	Négligeable
Pipistrelle de Kuhl <i>Pipistrellus kuhlii</i>	LC	LC	LC	Faible 1 cadavre brut (E4, 15/10/19) 2 contacts mi-avril et 9 contacts mi-juillet (individus locaux)	Forte (469 en Europe, dont 219 en France)	Moyenne	Faible	Négligeable
Pipistrelle de Nathusius <i>Pipistrellus nathusii</i>	LC	NT	NT	Faible Aucun cadavre 1 contact fin avril et 5 contacts en octobre (migrateurs)	Forte (1594 en Europe, dont 272 en France)	Faible	Moyen	Négligeable

Toutes ces 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.

L'autre tableau ci-dessous détaille les risques de collision pour chaque mois du suivi.

Évaluation de risque de collision contextualisée par mois sur la base de la mortalité et les activités enregistrées

	Critères d'évaluation	Niveau de risque de collision
Avril	3 contacts de Noctule de Leisler, 4 contacts de Pipistrelle de Kuhl et 1 seul de P. de Nathusius répartis sur 3 nuits ; avec des niveaux d'activités faibles à modérés, aucune nuit manquante ; aucun cadavre	Faible
Mai	42 contacts de Pipistrelle commune répartis sur 2 nuits, dont une où l'activité est forte (> Q 75%); aucune nuit manquante ; aucun cadavre	Faible
Juin	139 contacts de Pipistrelle commune ainsi que 9 contacts de P. de Kuhl répartis sur 4 nuits, dont une où l'activité est forte (> Q75 %) ; aucune nuit manquante ; aucun cadavre	Faible
Juillet	8 contacts de Noctule commune et 3 de Pipistrelle commune répartis sur 2 nuits ; activités faibles à modérées ; 5 nuits manquantes dues à une défaillance du micro ; 1 cadavre de Pipistrelle commune (fin du mois)	Faible
Août	5 contacts de Noctule de Leisler et 3 de sérotules répartis sur 4 nuits ; activités faibles à modérées ; aucun cadavre ; 3 nuits manquantes dues à une défaillance du micro	Faible
Septembre	1 contact de Pipistrelle commune et 1 de Sérotule répartis sur 2 nuits ; activité quasi nulle mais 14 nuits manquantes dues à une défaillance du micro ; 1 cadavre de Noctule de Leisler ;	Faible probablement
Octobre	8 contacts de Noctule de Leisler, 4 contacts de Pipistrelle commune, 5 de P. de Nathusius et 2 de P. Kuhl/Nathusius répartis sur 3 nuits, dont une où l'activité est forte (> Q75%) ; 3 nuits manquantes dues à une défaillance du micro ; 1 cadavre de Pipistrelle de Kuhl ;	Faible
Novembre	1 seul contact de Pipistrelle commune ; activité quasi nulle	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 OISEAUX

De nombreuses espèces d'oiseaux sont susceptibles d'entrer en collision avec les pales, notamment les rapaces de jour et les passereaux de nuit. Au cours du suivi réalisé en 2019, certaines espèces observées au sein ou aux abords du parc font partie de ces espèces susceptibles d'être impactées, à savoir par exemple le Faucon crécerelle, la Buse variable ou le Busard Saint-Martin. Malgré une fréquentation régulière de ces trois espèces, un seul cadavre de Buse variable a été découvert sur le parc.

En revanche, les risques de collisions sont plus importants pour les passereaux migrateurs nocturnes, comme le montrent les résultats de mortalité. Le Roitelet à triple bandeau, représentant près de la moitié de la mortalité constatée avec 11 cadavres sur 24, est la 4^{ème} espèce de passereau la plus impactée au niveau européen (Dürr, 2020). D'autres espèces migratrices nocturnes (le Roitelet huppé, les roitelets non identifiés, le Rougegorge familier et le Gobemouche noir) représentent également un tiers de la mortalité constatée.

Le tableau ci-dessous présente le niveau d'impact avéré du parc de Guilleville sur les oiseaux dont des cas de collision ont été relevés en 2019.

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 2020)	Intensité d'impact	Enjeu spécifique	Niveau d'impact constaté par la mortalité
Roitelet à triple bandeau <i>Regulus ignicapilla</i>	LC	LC	NA	LC	Moyenne 11 cadavres bruts (répartis entre le 26/08 et le 31/10/19 sur toutes les éoliennes) Individus migrants	Moyenne (261 en Europe, dont 160 en France)	Moyenne	Faible	Faible au vu du cumul de mortalité (en migration)
Roitelet huppé <i>Regulus</i>	LC	NT	NA	LC	Faible 2 cadavres bruts (E3, 28/10/19) Individus migrants	Moyenne (170 en Europe, dont 21 en France)	Faible	Faible	
Roitelets non identifiés	-	-	-	-	Faible 3 cadavres brut en septembre/octobre Individus migrants				
Buse variable <i>Buteo</i>	LC	LC	NA	LC	Faible 1 cadavre brut (E3, 16/07/19) Individu local	Moyenne (791 cas en Europe, dont 78 en France)	Faible	Faible	Négligeable
Gobemouche noir <i>Ficedula hypoleuca</i>	LC	VU	DD	EN	Faible 1 cadavre brut (E4, 29/07/19) Individu migrant	Faible (79 en Europe, dont 23 en France)	Faible	Faible	Négligeable
Rougegorge familier <i>Erithacus rubecola</i>	LC	LC	NA	LC	Faible 2 cadavres bruts (E2, 24/10/19) Individus migrants	Faible (161 en Europe, dont 34 en France)	Faible	Faible	Négligeable

					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 2020)	Intensité d'impact	Enjeu spécifique	Niveau d'impact constaté par la mortalité
Martinet noir <i>Apus</i>	LC	NT	DD	LC	Faible 1 cadavre brut (E4, 01/08/19) Individu migrant	Faible (407 en Europe, dont 125 en France)	Faible	Faible	Négligeable

L'autre tableau ci-dessous détaille les risques de collision pour chaque mois du suivi.

Évaluation du risque de collision contextualisé par mois sur la base de la sensibilité des espèces et les cas de mortalité découverts en 2019

	Critères d'évaluation (Cas de mortalité, surfaces prospectées, observation d'activité)	Niveau de risque de collision
Avril	Aucun cadavre, mais surfaces prospectées < 50 %	Négligeable
Mai	Aucun cadavre, mais surfaces prospectées < 50 %	Négligeable
Juin	Aucun cadavre, mais surfaces prospectées < 50 %	Négligeable
Juillet	1 Buse variable (locale) – E3 1 Gobemouche noir (migrant) – E4	Faible
Août	3 passereaux migrants : 1 Martinet noir - E4, 2 Roitelets à triple bandeau - E3, E5	Faible
Septembre	7 passereaux migrants : 6 Roitelets à triple bandeau, 1 Roitelet non identifié – E2, E3, E4	Moyen
Octobre	9 passereaux migrants : 3 Roitelets à triple bandeau, 2 Roitelets huppés, 2 Roitelets non identifiés – E1, E3, E4, E5 2 Rougegorges familiaux – E2	Moyen

Toutes ces 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.

En conclusion, le niveau d'impact constaté par la mortalité en 2019, issu du croisement entre l'intensité de l'impact et de l'enjeu de conservation des espèces, est de niveau négligeable au vu des très grandes populations européennes pour chacune des espèces impactées, à l'exception des roitelets comptant pour 75 % de la mortalité brute pour lesquels un niveau faible est attribué.

Le risque de collision est quant à lui de niveau moyen en septembre et octobre. En effet, c'est au cours de ces deux mois qu'a eu lieu la majeure partie des collisions observés chez les oiseaux (16 cas sur les 21 au total).

5.2 IMPACT INDIRECT DES ÉOLIENNES SUR LA FRÉQUENTATION DES HABITATS PAR LES CHIROPTÈRES ET LES OISEAUX

5.2.1 CHAUVES-SOURIS

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 habitude 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'était 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, oreillard, 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, qui n'est que pour le moment potentiel, est à prendre en compte dans le cadre des mesures pour limiter la perturbation produite notamment par l'éclairage nocturne.

5.2.2 OISEAUX

Aucun inventaire complémentaire dédié au suivi de fréquentation du parc éolien par l'avifaune n'a été réalisé.

Toutefois, au cours des passages de mortalité, nous avons pu constater que :

- la Buse variable est nicheuse dans le boisement proche de l'éolienne E3, elle est régulièrement observée cerclant dans le périmètre du parc. Le Faucon crécerelle est probablement nicheur aux abords proches également, au sein des boisements ou des corps de ferme ;
- le Busard Saint-Martin, régulier sur site, utilise celui-ci comme territoire de chasse, et est probablement nicheur dans les cultures aux abords, mais pas à proximité immédiate des éoliennes ;
- en période de migration automnale, des regroupements de 300 à 500 Vanneaux huppés et d'une cinquantaine de Pluviers dorés ont été observés sur les labours entre les éoliennes E4 et E3, là où l'espace inter-éolienne est le plus large.

5.3 ÉLÉMENTS DE COMPARAISON AVEC L'ÉTUDE D'IMPACT (2014)

5.3.1 CHAUVES-SOURIS

Aucune chauve-souris n'a été contactée dans la zone d'étude du projet. Aux abords, seule la Pipistrelle commune est présente sur les lisières des boisements ainsi que dans le bâti. Les enjeux concernant les chauves-souris étaient considérés comme faibles.

5.3.2 OISEAUX

Les enjeux concernant les oiseaux étaient globalement faibles, avec une diversité spécifique restreinte. Cela se retrouve lors du suivi post-implantation.

Rappelons qu'aucun suivi de la fréquentation de l'avifaune n'a été réalisé sur le parc de Guilleville, les points de comparaisons suivants pouvant être établis se basent sur des observations ponctuelles, qui ont pu être faites durant le suivi de mortalité :

- **En période de nidification**, le **Busard Saint-Martin** et l'**Œdicnème criard** étaient nicheurs dans la zone d'étude. L'**Œdicnème criard** n'a pas été recontacté à proximité du parc de Guilleville. Le **Busard Saint-Martin**, quant à lui, est toujours nicheur probable aux abords, des individus étant régulièrement observés en chasse dans les cultures.
- **En période de migration**, des regroupements de **Vanneau huppé** et **Pluvier doré** (300 à 500 Vanneaux huppés, une cinquantaine de Pluviers dorés) ont été observés dans les labours entre les éoliennes E3 et E4, là où l'espace inter-éoliennes est le plus large. Les rapaces diurnes (Buse variable, busards) semblent toujours utiliser l'axe des Vallées de Trancrainville et de Boissay comme axe migratoire, parfois à haute altitude (supérieure à la hauteur des pales), parfois entre les éoliennes E4 et E5. Les effectifs et les temps d'observation restent toutefois faibles, limitant leur interprétation.
- **En période d'hivernage**, l'absence de suivi à cette période de l'année en 2019 ne permet pas d'établir de comparaison, les enjeux étant faibles lors de l'étude d'impacts.

Pour toutes ces espèces à enjeux, aucun cadavre n'a été découvert lors du suivi de mortalité.

5.4 EFFETS CUMULÉS

Le parc éolien de Guilleville se situant dans un contexte de plaine agricole avec une forte densité de parcs éoliens dans un rayon d'une dizaine de kilomètres. Ainsi, les quelques cas de mortalité pris isolément peuvent avoir une contribution non négligeable si cumulée avec les autres parcs éoliens environnants au fil des années.

Cependant, l'étude d'impact écologique réalisée pour le projet de ce parc éolien a conclu d'une part, que l'effet cumulé sera négligeable pour les chiroptères ; et d'autre part, que les espacements avec les parcs voisins de celui de Guilleville est suffisant pour ne pas avoir d'impact sur l'avifaune migratrice.

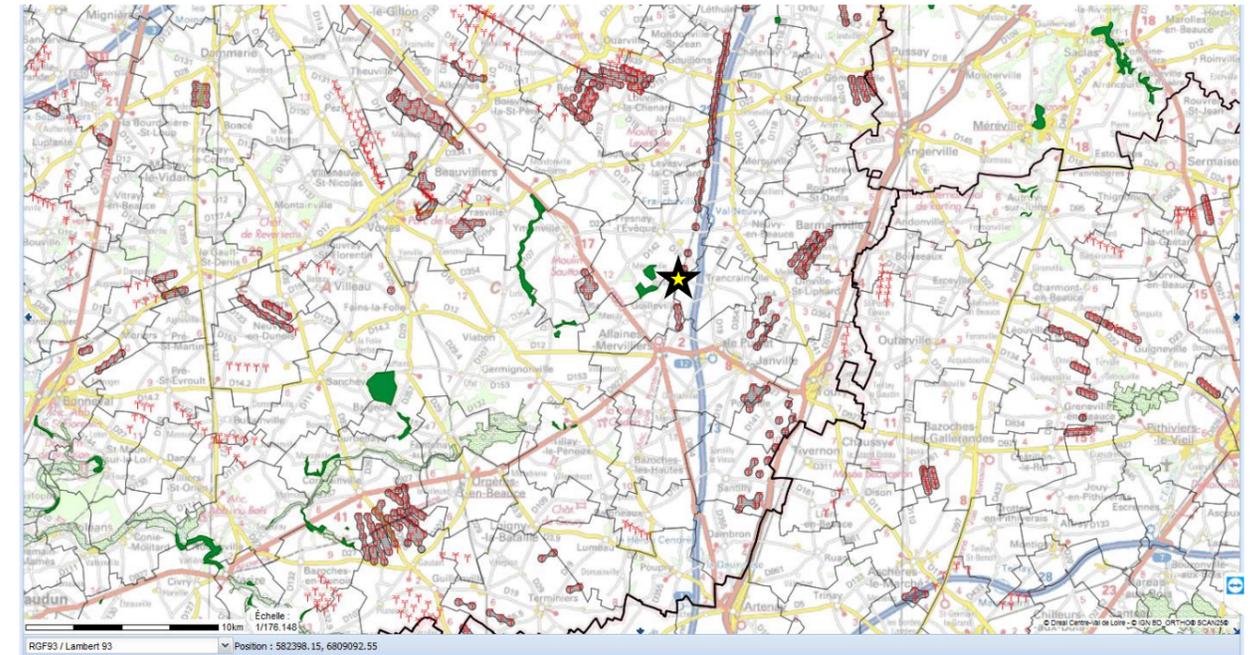


Figure 3 – Localisation des parcs éoliens selon le site web de la DREAL Centre Val-de-Loire dans la Beauce au nord d'Orléans.

6. MESURES DE RÉDUCTION 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 PROTECTION DES CHAUVES-SOURIS FRÉQUENTANT LE PARC PAR UN BRIDAGE NOCTURNE DIFFÉRENCIÉ

Étant donné que seulement trois cadavres de chauves-souris aient été trouvés, les résultats fournis par le suivi acoustique à hauteur de nacelle permettent de voir que les risques de collisions sont tout de même **faibles mais non négligeables d'août à octobre**, contrairement au reste de l'année.

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 cas de risques de collision indiqués par des activités et/ou des mortalités significatives, notre méthode s'appuie sur le principe de proportionnalité. Comme présenté dans le tableau ci-dessous, la proportion d'activité globale enregistrée lors des suivis acoustiques qui serait à protéger par le bridage est alors déclinée selon les niveaux de risque évalués mois par mois.

Tableau 3 : Proportions d'activité globale en fonction du niveau d'impact avéré ou risque d'impact déclinées par mois et éolienne

Niveau d'impact global retenu pour l'évaluation	Négligeable	Faible	Moyen	Assez fort	Fort	Très fort
Type de mesure	Pas d'obligation de mesure de régulation	Réduction pour protection de la biodiversité ordinaire	Réduction	Réduction	Réduction	Quasi-évitement
% contacts toutes espèces à protéger	N/A	50-70	70-80	80-90	90-95	95-100

Dans le cas présent du suivi acoustique de l'éolienne suivie E3, les quantités de contacts étant si faibles (moyennes mensuelles inférieures à 0,5 contacts par nuit) que cet indicateur n'est pas suffisamment robuste. Les préconisations de bridage détaillées ci-dessous sont ainsi basées sur les lignes directrices et la bibliographie. Les paramètres retenus devront ainsi être appliqués à toutes les éoliennes de ce parc.

Pour mémoire, le déclenchement du bridage est conditionné à la validité des trois paramètres simultanément. Si un seul des trois n'est pas satisfait (vent supérieur au seuil, ou température inférieure au seuil, ou encore heure en dehors de la plage horaire), alors l'éolienne n'est pas bridée et continue donc de fonctionner normalement.

Le tableau ci-dessous récapitule pour chaque mois les paramètres de bridage (mesurés à hauteur de nacelle) à mettre en œuvre pour réduire les risques de collision des chauves-souris.

Algorithmes de bridage par période

(niveau d'impact : blanc : négligeable (= non significatif) ; gris = faible)

	Bridage nocturne (vent à hauteur de nacelle)
Du 1 ^{er} janvier au 31 mars	Aucun bridage
Du 1 ^{er} avril au 31 juillet	Aucun bridage
Du 1 ^{er} août au 30 septembre	≤ 6 m/s -0h30 à +5h00
Octobre	≤ 4 m/s -0h30 à +13h00
Du 1 ^{er} Novembre au 31 décembre	Aucun bridage

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, ce bridage nocturne bénéficiera indirectement aux oiseaux migrateurs de nuit (passereaux), principales victimes avérées des collisions en 2019 notamment les roitelets qui ont totalisé 16 cadavres bruts entre fin-août et fin-octobre.

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.

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 et le Faucon crécerelle, pour la chasse alimentaire 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.

Les plateformes du parc éolien de Guilleville ne présentent pas de zones laissées volontairement en friche, réduisant déjà ce facteur de risque.

6.4 RÉDUCTION DES TURBULENCES AUX ABORDS DES PALES

Plusieurs constructeurs, dont Nordex, 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 pales¹³ 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.

Les éoliennes Nordex N117 du parc de Guilleville sont équipés de générateurs de Vortex.



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



« Vortex generator » pour éoliennes Nordex
(G. Marchais - Ecosphère)

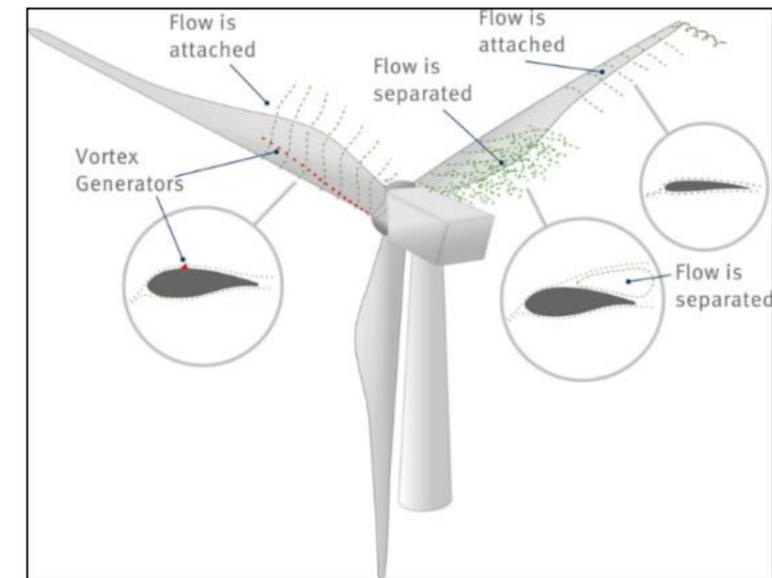


Photo 1 - Effet des « vortex generators » sur l'écoulement de l'air au niveau des pales
(source : <https://www.smart-blade.com/vortex-generators>)

¹³ Exemple : <https://www.vestas.com/en/campaignsites/aerodynamicupgrades/home#>! (consulté le 16.04.19)

7. MESURES DE SUIVI

L'arrêté ministériel du 22 juin 2020 relatif à la notion ICPE-éolien, prévoit dorénavant que le suivi environnemental est renouvelé dans les 12 mois si le précédent suivi a mis en évidence un impact significatif et qu'il est nécessaire de vérifier l'efficacité des mesures correctives.

Dans le cas présent, il est donc préconisé de ne suivre que les mois d'août, septembre et octobre en 2021 qui vont faire l'objet d'un bridage nocturne préventif. D'autres recommandations seront élaborées sur la base des nouveaux résultats.

En outre, l'éolienne équipée d'un DT Bird présente un impact faible. L'équipement peut ainsi rester en l'état : un arrêt de l'éolienne pendant les phases migratoires sans dispositif d'effarouchement est donc considéré non nécessaire.



8. BIBLIOGRAPHIE

ALERSTAM T. 1990. <i>Bird Migration</i> . Cambridge University Press, Cambridge, UK.	DIETZ C., VON HELVERSEN O. & NILL D., 2009. <i>L'encyclopédie des chauves-souris d'Europe et d'Afrique du Nord</i> . Delachaux & Niestlé, Paris, 400 p.
AHLEN et al., 2007. <i>Bats and offshore wind turbines studied in southern Scandinavia</i> . Report 5571, July 2007. Swedish Environmental Protection Agency. Bromma, Sweden. 37 p.	DUBOIS Ph.-J., LE MARECHAL P., OLIOSSO G. & YESOU P., 2008. <i>Nouvel inventaire des oiseaux de France</i> . Delachaux et Niestlé, Paris, 558 p.
ARNETT B., SCHIRMACHER M., HUSO M. & HAYES J., 2009. Effectiveness of changing wind turbine cut-in speed to reduce bat fatalities at wind facilities – Bats and Wind Energy Cooperative, 44p.	DÜRR T., 2001. Flermäuse als Opfer von Windkraftanlagen – Naturschutz und Landschaftspflege in Brandenburg 10, 182.
ARNETT, E., JOHNSON G., ERICKSON W. & HEIN C. – 2013 - A synthesis of operational mitigation studies to reduce bat fatalities at wind energy facilities in North America. A report submitted to the National Renewable Energy Laboratory. Bat Conservation International. Austin, Texas, USA. 38 p.	DÜRR T., 2002. Eoliennes et Chauves-souris. <i>Nyctalus</i> , n°8 2002, cahier 2, p 115-118.
ARTHUR L. & LEMAIRE M., 2015. <i>Les Chauves-souris de France, Belgique, Luxembourg et Suisse</i> . Collection Parthénope, éditions Biotope, Mèze. MNHN, Paris, 2 ^{ème} éd. 544 p.	DÜRR T. 2017. <i>Fledermausverluste an Windenergieanlagen / bat fatalities at windturbines in Europe</i> . Daten aus der zentralen Fundkartei der Staatlichen Vogelschutzwarte im Landesamt für Umwelt, Gesundheit und Verbraucherschutz Brandenburg. NABU. Situation au 9 février 2017.
AULAGNIER S., HAFFNER P., MITCHELL-JONES A. J., MOUTOU F. & ZIMA J., 2008. <i>Guide des mammifères d'Europe, d'Afrique du Nord et du Moyen-Orient</i> . Delachaux & Niestlé, Paris, 272 p.	DÜRR T. 2017. <i>Vogelverluste an Windenergieanlagen / bird fatalities at windturbines in Europe</i> . Daten aus der zentralen Fundkartei der Staatlichen Vogelschutzwarte im Landesamt für Umwelt, Gesundheit und Verbraucherschutz Brandenburg. NABU. Situation au 9 février 2017.
BAERWALD E.-F., D'AMOURS G.-H., KLUG B.-J. & BARCLAY R.M.R. 2008. <i>Barotrauma is a significant cause of bat fatalities at wind turbines</i> . <i>Current Biology</i> 18(16) : 695-696.	ECOSPHERE, 2012. <i>Projet d'implantation d'un parc éolien à Vatan (36) : Etude d'impact écologique 2012</i> . Ecosphère, Saint-Maur-des-Fossés, France. 172p.
BARATAUD M. 2015. <i>Écologie acoustique des chiroptères d'Europe, identification des espèces, étude de leurs habitats et comportements de chasse</i> . Biotope, Mèze; MNHN, Paris, 344 p.	ECOSPHERE. 2013. <i>Impact de l'activité éolienne sur les populations de chiroptères : enjeux et solutions</i> . Rapport de stage de L. Jung et document interne actualisé.
BARRIOS L. & RODRIGUES A. 2004. <i>Behavioral and environmental correlates of soaring-bird mortality at on-shore wind turbines</i> . <i>Journal of Applied Ecology</i> 41, 72-81.	ÉCOSPHÈRE. 2017. Liste des Oiseaux nicheurs de la région Centre-Val de Loire et statut de rareté - <i>Document interne actualisé</i> .
BEHR O., BRINKMANN R. & KORNER-NIEVERGELT F., 2011. – Akustische Erfassung des Fledermausaktivität an Winderngieanlagen. Dans : <i>Entwicklung von Methoden zur Untersuchung und Reduktion des Kollisionsrisikos von Fledermäusen an Onshore-Windenergieanlagen</i> . Göttingen : Umwelt und Raum Bd, p. 40-115.	ÉCOSPHÈRE. 2017. Liste des Mammifères de la région Centre-Val de Loire et statut de rareté - <i>Document interne actualisé</i> .
BERNARDINO J., BISPO R., COSTA H. & MASCARENHAS M. 2013. <i>Estimating bird and bat fatality at wind farms: a practical overview of estimators, their assumptions and limitations</i> . <i>New Zealand Journal of Zoology</i> . Volume 40, Issue 1. pages 63-74.	EDKINS, 2014. Impact of wind energy development on birds and bats : looking into the problem. Prepared for FPL Energy. 45 p. https://www.researchgate.net/publication/238723871_IMPACTS_OF_WIND_ENERGY_DEVELOPMENTS_ON_BIRDS_AND_BATS_LOOKING_IN_TO_THE_PROBLEM
BEVANGER K. et al. 2010. <i>Pre- and post-construction studies of conflicts between birds and wind turbines in costal Norway (Bird-Wind)</i> . Report on findings 2007-2010. NINA Report 620.	ERICKSON W. P. et al. 2001. <i>Avian collision with wind turbines : a summary of existing studies and comparisons to other sources of avian collision mortality in the United states</i> . National Wind Coordinating Committee.
BEUCHER Y., KELM V., ALBESPY F., GEYELIN M., NAZON L. & PICK D. 2013. <i>Parc éolien de Castelnau-Pégayrols (12). Suivi pluri annuel des impacts sur les chauves-souris</i> . Bilan des campagnes des 2ème, 3ème et 4ème années d'exploitation (2009-2011). 111p.	FAUNA HELVETICA. 2011. Mammifères de Suisse : clés de détermination : clé morphologique et clé des crânes de chiroptères.
BIRDLIFE, 2004. <i>Birds in Europe. Population Estimates, Trends and Conservation Status</i> . BirdLife International, 374 p.	FIERS, V., GAUVRIT, B., GAVAZZI, E., HAFFNER, P. & MAURIN, H. 1997 - <i>Statut de la faune de France métropolitaine : statuts de protection, degrés de menace, statuts biologiques</i> . M.N.H.N. / I.E.G.B.- Service du Patrimoine Naturel / R.N.F. / Ministère de l'Environnement. Paris : 225 pp.
BIRDLIFE INTERNATIONAL, 2015. Detailed regional assessment and species account from the European Red List of Birds. [on line : http://www.birdlife.org/datazone/species/]	HAGEMEIJER W. J. & BLAIR M. J. (coord.), 1997. <i>The EBCC Atlas of European Breeding Birds. Their distribution and abundance</i> . Poyser, London, 920 p.
BIRDLIFE INTERNATIONAL, 2015. <i>European Red List of Birds</i> . Luxembourg : Office for Official Publications of the European Communities.	HAQUART A. et al., 2012. <i>Suivi annuel continu de l'activité des chiroptères sur 10 mats de mesure : évaluation des facteurs de risque lié à l'éolien</i> . Biotope, Bourges. 54p.
BROWN R., FERGUSON J., LAWRENCE M., LEES D. & CUISIN M., 1989. <i>Reconnaître les plumes, les traces et les indices des oiseaux</i> . Bordas, Paris, 232 p.	HEDENSTRÖM A. & RYDELL J. 2012. <i>Effect of wind turbine mortality on noctula bats in Sweden : predictions from a simple population model</i> . Biology Department Lund University, Sweden. 11p.
CADE T.J. 1994. <i>Industry research : kenetech windpower</i> . In : proceeding of the national avian-wind power planning meeting, Denver, Colorado, July 1994. 179 p.	HÖTKER H., THOMSEN K.-N. & KOSTER H., 2004. <i>Auswirkungen regenerativer Energiegewinnung auf die biologische Vielfalt am Beispiel der Vögel und der Fledermäuse – Fakten, Wissenslücken, Anforderungen an die Forschung, ornithologische Kriterien zum Ausbau von regenerativen Energiegewinnungsformen</i> . NABU, 80 p.
CARL G., THELANDER C.G. & RUGGES D.L. 2001. <i>Examining relationships between bird risk behaviours and fatalities at the altamont wind resource area : a second year's progress report</i> . In : proceeding of the national avian-wind power planning meeting, Carmel, California : 5-14.	HÖTKER H. et al. 2006. <i>Impacts on biodiversity of exploitation of renewable energy sources : the example of birds and bats – facts, gaps in knowledge, demands for further research, and ornithological guidelines for the development of renewable energy exploitation</i> . Michael-Otto-Institut im NABU, Bergenhusen.
CONSEIL DES COMMUNAUTÉS EUROPÉENNES - 1979 - Directive 79/409/CEE du 2 avril 1979 concernant la conservation des Oiseaux sauvages (Directive "Oiseaux"). <i>Journal Officiel des Communautés européennes</i> du 25 avril 1979.	JOIRIS E. 2012. <i>High altitude bat monitoring</i> . Preliminary results Hainaut & Ardennes. CSD Ingenieurs. 69p.
CONSEIL DES COMMUNAUTÉS EUROPÉENNES - 1992 - Directive 92/43/CEE du Conseil du 21 mai 1992 concernant la conservation des Habitats naturels ainsi que de la Faune et de la Flore sauvages. <i>Journal Officiel des Communautés européennes</i> N° L 206/7 du 22 juillet 1992.	KERNS J. & KERLINGER P., 2004. A study of bird and bat collision fatalities at the mountaineer wind energy center, Tucker County, West Virginia : Annual report for 2003 – FPL Energy and Mountaineer Wind Energy Center Technical Review Committee, 39p.
DIETZ & VON HELVERSEN. 2004. Clé d'identification illustrée des chauves-souris d'Europe.	LIMPENS H., BOONMAN M., KORNER-NIEVERGELT F., JANSEN E., VAN DER VALK M., LA HAYE M., DIRKSEN S. & VREUGDENHIL S., 2013. – Wind turbines and bats in the Netherlands - Measuring and predicting. Report 2013.12, Zoogdierverseniging & Bureau Waardenburg
	MAMMEN U. K. et al. 2009. <i>Interactions of Red Kites and wind farms : results of radio telemetry and field observations</i> . <i>Birds of Prey and Wind Farms : Analysis of problems and possible solutions</i> . Documentation of an international workshop in Berlin 21-22 oct 2008. (H. Hötker, red) s. 14-21. NABU, Berlin.

MARCHAIS G., 2011. *Projet d'implantation d'un parc éolien sur les communes de Saint-Civran, Chazelet et Sacierges-Saint-Martin. Rapport sur le suivi de l'activité chiroptérologique en hauteur (avril – octobre 2011).* Ecosphère, Saint-Maur-des-Fossés, France. 49p.

MNHN & UICN, 2008. *Liste rouge des oiseaux nicheurs de France métropolitaine.* Paris, 14 p.

PERTHUIS A., 2002. *L'avifaune de la région Centre-Val de Loire : synopsis des connaissances.* Recherches Naturalistes en Région Centre-Val de Loire, 11 : 17-30.

PRATZ, 2012. *Note relative à la réalisation et au financement des suivis réglementaires de mortalité des parcs éoliens de la région Centre-Val de Loire.*

QUAINTENNE G., BROSSAULT P., 2013. *Les oiseaux nicheurs rares et menacés en France en 2012.* Ornithos 20-6. LPO.

RAMEAU, J.C., MANSION, D. & DUME, G., 1989. *Flore Forestière Française ; guide écologique illustré ; vol.1 : plaines et collines.* IDF, DERF et ENGREF - Dijon, 1785 pp.

RASRAM L, et al. 2009. *Effect of wind farms on population trend and breeding success of Red Kites and other birds of prey. Birds of prey and Wind farms : Analysis of problems and possible solutions.* Documentation of an international workshop in Berlin 21-22 oct 2008. (H. Hötker, red) s. 22-25. NABU, Berlin.

ROCAMORA, G. & YEATMAN-BERTHELOT, D. – 1999 – *Oiseaux menacés et à surveiller en France. Listes rouges et recherche de priorités. Populations. Tendances. Menaces. Conservation.* Société d'Etudes Ornithologiques de France / Ligue pour la Protection des Oiseaux. Paris : 560 p.

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.* EUROBATS Publication Series No. 3 (version française). PNUE/EUROBATS Secretariat, Bonn, Germany, 55 pp.

RODRIGUES L. et al. 2015. *Guidelines for consideration of bats in wind farm projects.* EUROBATS Publication series n°6. Revision 2014. PNUE/EUROBATS Secretariat, Bonn, Germany, 133 pp.

SOCIÉTÉ FRANÇAISE POUR L'ETUDE ET LA PROTECTION DES MAMMIFÈRES (S.F.E.P.M.) - 1984 - *Atlas des Mammifères sauvages de France -* Société Française pour l'Etude et la Protection des Mammifères, 229 pp.

THELANDER C.G. & RUGGES D.L. 2001. *Examining Relationships between Bird Risk Behaviours and Fatalities at the Altamont Wind Resource Area : a Second Year's Progress. Report.* In : PNAWPPM IV, Proceeding of the National Avian-Wind Power Planning Meeting IV, Carmel, California, May 2001 : 5-14.

THIOLLAY J.-M. & BRETAGNOLLE V., 2004. *Rapaces nicheurs de France, Distribution, effectifs et conservation,* Delachaux et Niestlé, Paris. 176p.

YEATMAN-BERTHELOT, D. & JARRY, G., 1994. *Nouvel Atlas des Oiseaux nicheurs de France, 1985-1989.* Société Ornithologique de France, Paris 776 p.

WINKELMAN, J.E. 1985. *Impact of medium-sized wind turbines on birds : a survey on flight behaviour, victims and disturbance.* Netherlands Journal of Agricultural Science 33 : 75-78.

ZUCCA M. 2015. *La migration des oiseaux : comprendre les voyageurs du ciel.* Guide Nature. Editions Sud-Ouest. Mai 2015. 352p.

ANNEXE 1 : DATES DE PROSPECTION DU SUIVI DE MORTALITÉ

Date	Tache	Intervenant	Conditions météorologiques
01/04/2019	Suivi de mortalité	Elodie BRUNET	15°C, vent faible, ensoleillé
08/04/2019	Suivi de mortalité Test de persistance	Elodie BRUNET	12 à 16°C, vent modéré, nuageux
09/04/2019	Test de persistance (J+1)	Elodie BRUNET	14°C, vent modéré, nuageux
12/04/2019	Test de persistance (J+4)	Elodie BRUNET	11°C, vent faible, ensoleillé
15/04/2019	Suivi de mortalité Test de persistance (J+7) Test de performance	Elodie BRUNET Manon ACQUEBERGE Léa BOUTAULT	15°C, vent faible, ensoleillé
18/04/2019	Suivi de mortalité - E5 Test de persistance (J+10)	Elodie BRUNET	16°C, vent faible à modéré, ensoleillé
23/04/2019	Suivi de mortalité Test de persistance (J+14)	Elodie BRUNET	14°C, vent faible, couvert
26/04/2019	Suivi de mortalité - E5	Elodie BRUNET	13°C, vent modéré, couvert
30/04/2019	Suivi de mortalité	Elodie BRUNET	16°C, vent faible, ensoleillé
02/05/2019	Suivi de mortalité - E5	Léa BOUTAULT	13°C, vent moyen, couvert avec pluie
06/05/2019	Suivi de mortalité	Elodie BRUNET	14 à 17°C, vent faible à modéré, nuageux
09/05/2019	Suivi de mortalité - E5	Léa BOUTAULT	14°C, vent fort, couvert
13/05/2019	Suivi de mortalité	Léa BOUTAULT	17°C, vent fort, ensoleillé
17/05/2019	Suivi de mortalité - E5	Léa BOUTAULT	19°C, vent faible, couvert
20/05/2019	Suivi de mortalité	Léa BOUTAULT	20°C, vent modéré, couvert
27/05/2019	Suivi de mortalité	Léa BOUTAULT Camille MARTIN	19°C, vent faible à modéré, couvert
03/06/2019	Suivi de mortalité	Léa BOUTAULT	17°C, vent faible, couvert avec légère pluie
11/06/2019	Suivi de mortalité	Léa BOUTAULT	8 à 16°C, vent faible, brouillard
17/06/2019	Suivi de mortalité	Léa BOUTAULT	19 à 26°C, vent faible, ensoleillé
24/06/2019	Suivi de mortalité	Léa BOUTAULT	30°C, vent fort, ensoleillé
01/07/2019	Suivi de mortalité	Léa BOUTAULT	19 à 23°C, vent faible à modéré, couvert
08/07/2019	Suivi de mortalité	Léa BOUTAULT	29°C, vent fort, ensoleillé
16/07/2019	Suivi de mortalité	Elodie BRUNET	25°C, vent faible, légère pluie
22/07/2019	Suivi de mortalité	Léa BOUTAULT	23 à 34°C, vent nul à faible, ensoleillé
29/07/2019	Suivi de mortalité	Léa BOUTAULT	21 à 29°C, vent modéré à fort, ensoleillé
01/08/2019	Suivi de mortalité	Léa BOUTAULT	20 à 29°C, vent faible, ensoleillé
05/08/2019	Suivi de mortalité	Léa BOUTAULT	20 à 29°C, vent faible à fort, ensoleillé
08/08/2019	Suivi de mortalité	Léa BOUTAULT	21 à 27°C, vent faible à modéré, partiellement couvert
12/08/2019	Suivi de mortalité	Léa BOUTAULT	13 à 19°C, vent modéré à fort, couvert
14/08/2019	Suivi de mortalité	Léa BOUTAULT	22 à 24°C, vent faible à fort, ensoleillé
19/08/2019	Suivi de mortalité	Léa BOUTAULT	17 à 22°C, vent modéré à fort, ensoleillé

Date	Tache	Intervenant	Conditions météorologiques
22/08/2019	Suivi de mortalité	Elodie BRUNET	20 à 25°C, vent faible, ensoleillé
26/08/2019	Suivi de mortalité	Léa BOUTAULT	21 à 35°C, vent faible, ensoleillé
29/08/2019	Suivi de mortalité	Léa BOUTAULT	18°C, vent faible, ensoleillé
02/09/2019	Suivi de mortalité Test de persistance	Léa BOUTAULT	12 à 22°C, vent faible à modéré, ensoleillé
03/09/2019	Test de persistance (J+1)	Elodie BRUNET	22°C, vent faible, ensoleillé
05/09/2019	Suivi de mortalité	Elodie BRUNET	10 à 19°C, vent faible, partiellement couvert
06/09/2019	Test de persistance (J+4)	Léa BOUTAULT	19°C, vent modéré, ensoleillé
09/09/2019	Suivi de mortalité Test de persistance (J+7)	Léa BOUTAULT	9 à 18°C, vent modéré, couvert
12/09/2019	Suivi de mortalité Test de persistance (J+10)	Léa BOUTAULT	12 à 20°C, vent faible à modéré, brouillard/nuageux
16/09/2019	Suivi de mortalité Test de persistance (J+14)	Léa BOUTAULT	12 à 30°C, vent modéré, ensoleillé
19/09/2019	Suivi de mortalité	Léa BOUTAULT	14 à 21°C, vent fort, ensoleillé
23/09/2019	Suivi de mortalité	Léa BOUTAULT	16 à 22°C, vent modéré, ensoleillé à nuageux
26/09/2019	Suivi de mortalité	Elodie BRUNET	17°C, vent modéré, nuageux
30/09/2019	Suivi de mortalité Test de performance	Léa BOUTAULT Manon ACQUEBERGE	12°C, vent modéré à fort, ensoleillé à couvert
04/10/2019	Suivi de mortalité	Elodie BRUNET	15°C, vent fort, couvert avec pluie
07/10/2019	Suivi de mortalité	Léa BOUTAULT	8 à 14°C, vent faible à modéré, nuageux
10/10/2019	Suivi de mortalité	Léa BOUTAULT	12°C, vent modéré, nuageux
15/10/2019	Suivi de mortalité	Léa BOUTAULT	13°C, vent faible à fort, couvert
18/10/2019	Suivi de mortalité	Léa BOUTAULT	12°C, vent fort, couvert avec averses
21/10/2019	Suivi de mortalité	Léa BOUTAULT	11 à 18°C, vent faible à modéré, ensoleillé
24/10/2019	Suivi de mortalité	Léa BOUTAULT	15 à 17°C, vent fort, nuageux
28/10/2019	Suivi de mortalité	Léa BOUTAULT	9°C, vent modéré, couvert
31/10/2019	Suivi de mortalité	Léa BOUTAULT	12°C, vent modéré à fort, pluie

ANNEXE 2 : OCCUPATION DU SOL ET DÉTAIL DES SURFACES PROSPECTÉES PAR ÉOLIENNE AU COURS DU SUIVI

Pour chaque éolienne, les surfaces prospectées ont été différenciées par classes de visibilité : **B** = Bonne ; **Moy** = Moyenne ; **Nulle**.

Les « **temps** » ont été définis à partir des modifications de ces classes de visibilité tout le long du suivi. Un changement de visibilité pour un type d'habitat sur au moins une éolienne est considéré comme un changement d'intervalle. Cette dénomination est seulement faite pour faciliter les calculs a posteriori de la surface moyenne prospectée sur l'ensemble du parc, elle n'a pas de lien avec la chronologie de la mortalité constatée.

➤ Données brutes

Période	Temps	Date	Observateur	E1_B	E1_Moy	E1_Nulle	E2_B	E2_Moy	E2_Nulle	E3_B	E3_Moy	E3_Nulle	E4_B	E4_Moy	E4_Nulle	E5_B	E5_Moy	E5_Nulle
1ère	1er	01/04/2019	Elodie BRUNET	plateforme		culture (céréales)	plateforme patates		culture (céréales) friche	plateforme		culture (céréales) friche	plateforme		culture (céréales)	plateforme		culture (céréales)
		08/04/2019	Elodie BRUNET	plateforme		culture (céréales)	plateforme patates		culture (céréales) friche	plateforme		culture (céréales) friche	plateforme		culture (céréales)	plateforme		culture (céréales)
		15/04/2019	Elodie BRUNET Léa BOUTAULT	plateforme		culture (céréales)	plateforme patates		culture (céréales) friche	plateforme		culture (céréales) friche	plateforme		culture (céréales)	plateforme		culture (céréales)
		23/04/2019	Elodie BRUNET	plateforme		culture (céréales)	plateforme patates		culture (céréales) friche	plateforme		culture (céréales) friche	plateforme		culture (céréales)	plateforme		culture (céréales)
		30/04/2019	Elodie BRUNET	plateforme		culture (céréales)	plateforme patates		culture (céréales) friche	plateforme		culture (céréales) friche	plateforme		culture (céréales)	plateforme		culture (céréales)
		06/05/2019	Elodie BRUNET	plateforme		culture (céréales)	plateforme patates		culture (céréales) friche	plateforme		culture (céréales) friche	plateforme		culture (céréales)	plateforme		culture (céréales)
		13/05/2019	Léa BOUTAULT	plateforme		culture (céréales)	plateforme patates		culture (céréales) friche	plateforme		culture (céréales) friche	plateforme		culture (céréales)	plateforme		culture (céréales)
		20/05/2019	Léa BOUTAULT	plateforme		culture (céréales)	plateforme patates		culture (céréales) friche	plateforme		culture (céréales) friche	plateforme		culture (céréales)	plateforme		culture (céréales)
		27/05/2019	Léa BOUTAULT Camille MARTIN	plateforme		culture (céréales)	plateforme patates		culture (céréales) friche	plateforme		culture (céréales) friche	plateforme		culture (céréales)	plateforme		culture (céréales)
		03/06/2019	Léa BOUTAULT	plateforme		culture (céréales)	plateforme patates		culture (céréales) friche	plateforme		culture (céréales) friche	plateforme		culture (céréales)	plateforme		culture (céréales)
		11/06/2019	Léa BOUTAULT	plateforme		culture (céréales)	plateforme patates		culture (céréales) friche	plateforme		culture (céréales) friche	plateforme		culture (céréales)	plateforme		culture (céréales)
2e	17/06/2019	Léa BOUTAULT	plateforme		culture (céréales)	plateforme patates	patates	culture (céréales) friche	plateforme		culture (céréales) friche	plateforme		culture (céréales)	plateforme		culture (céréales)	
3e	24/06/2019	Léa BOUTAULT	plateforme		culture (céréales)	plateforme		culture (céréales) friche patates	plateforme		culture (céréales) friche	plateforme		culture (céréales)	plateforme		culture (céréales)	
	01/07/2019	Léa BOUTAULT	plateforme		culture (céréales)	plateforme		culture (céréales) friche patates	plateforme		culture (céréales) friche	plateforme		culture (céréales)	plateforme		culture (céréales)	
4e	08/07/2019	Léa BOUTAULT	plateforme		culture (céréales)	plateforme culture (labour)		friche patates	plateforme		culture (céréales) friche	plateforme		culture (céréales)	plateforme		culture (céréales)	
5e	16/07/2019	Elodie BRUNET	plateforme		culture (céréales)	plateforme culture (labour)		friche patates	plateforme culture (labour)	friche			plateforme		culture (céréales)	plateforme		culture (céréales)
6e	22/07/2019	Léa BOUTAULT	plateforme culture (labour)			plateforme culture (labour)		friche patates	plateforme culture (labour)	friche			plateforme culture (labour)			plateforme culture (labour)		

Période	Temps	Date	Observateur	E1_B	E1_Moy	E1_Nulle	E2_B	E2_Moy	E2_Nulle	E3_B	E3_Moy	E3_Nulle	E4_B	E4_Moy	E4_Nulle	E5_B	E5_Moy	E5_Nulle	
		29/07/2019	Léa BOUTAULT	plateforme culture (labour)			plateforme culture (labour)		friche patates	plateforme culture (labour)	friche		plateforme culture (labour)			plateforme culture (labour)			
		01/08/2019	Léa BOUTAULT	plateforme culture (labour)			plateforme culture (labour)		friche patates	plateforme culture (labour)	friche			plateforme culture (labour)			plateforme culture (labour)		
		05/08/2019	Léa BOUTAULT	plateforme culture (labour)			plateforme culture (labour)		friche patates	plateforme culture (labour)	friche			plateforme culture (labour)			plateforme culture (labour)		
2ème	7e	08/08/2019	Léa BOUTAULT	plateforme culture (labour)			plateforme culture (labour) patates		friche	plateforme culture (labour)	friche		plateforme culture (labour)			plateforme culture (labour)			
		12/08/2019	Léa BOUTAULT	plateforme culture (labour)			plateforme culture (labour) patates		friche	plateforme culture (labour)	friche			plateforme culture (labour)			plateforme culture (labour)		
		14/08/2019	Léa BOUTAULT	plateforme culture (labour)			plateforme culture (labour) patates		friche	plateforme culture (labour)	friche			plateforme culture (labour)			plateforme culture (labour)		
		19/08/2019	Léa BOUTAULT	plateforme culture (labour)			plateforme culture (labour) patates		friche	plateforme culture (labour)	friche			plateforme culture (labour)			plateforme culture (labour)		
	8e	22/08/2019	Elodie BRUNET	plateforme	culture (labour grossier)		plateforme culture (labour)		friche patates (en récolte)	plateforme	friche, culture (labour grossier)		plateforme culture (labour)			plateforme culture (labour)			
	9e	26/08/2019	Léa BOUTAULT	plateforme	culture (labour grossier)		plateforme patates	culture (labour grossier)	friche	plateforme	friche, culture (labour grossier)		plateforme culture (labour)			plateforme culture (labour)			
		29/08/2019	Léa BOUTAULT	plateforme	culture (labour grossier)		plateforme patates	culture (labour grossier)	friche	plateforme	friche, culture (labour grossier)		plateforme culture (labour)			plateforme culture (labour)			
		02/09/2019	Léa BOUTAULT	plateforme	culture (labour grossier)		plateforme patates	culture (labour grossier)	friche	plateforme	friche, culture (labour grossier)		plateforme culture (labour)			plateforme culture (labour)			
		05/09/2019	Elodie BRUNET	plateforme	culture (labour grossier)		plateforme patates	culture (labour grossier)	friche	plateforme	friche, culture (labour grossier)		plateforme culture (labour)			plateforme culture (labour)			
		09/09/2019	Léa BOUTAULT	plateforme	culture (labour grossier)		plateforme patates	culture (labour grossier)	friche	plateforme	friche, culture (labour grossier)		plateforme culture (labour)			plateforme culture (labour)			
		12/09/2019	Léa BOUTAULT	plateforme	culture (labour grossier)		plateforme patates	culture (labour grossier)	friche	plateforme	friche, culture (labour grossier)		plateforme culture (labour)			plateforme culture (labour)			
	10e	16/09/2019	Léa BOUTAULT	plateforme	culture (labour grossier)		plateforme patates	friche, culture (labour grossier)		plateforme	friche, culture (labour grossier)		plateforme culture (labour)			plateforme culture (labour)			
		19/09/2019	Léa BOUTAULT	plateforme	culture (labour grossier)		plateforme patates	friche, culture (labour grossier)		plateforme	friche, culture (labour grossier)		plateforme culture (labour)			plateforme culture (labour)			
		23/09/2019	Léa BOUTAULT	plateforme	culture (labour grossier)		plateforme patates	friche, culture (labour grossier)		plateforme	friche, culture (labour grossier)		plateforme culture (labour)			plateforme culture (labour)			
		26/09/2019	Elodie BRUNET	plateforme	culture (labour grossier)		plateforme patates	friche, culture (labour grossier)		plateforme	friche, culture (labour grossier)		plateforme culture (labour)			plateforme culture (labour)			
		30/09/2019	Léa BOUTAULT	plateforme	culture (labour grossier)		plateforme patates	friche, culture (labour grossier)		plateforme	friche, culture (labour grossier)		plateforme culture (labour)			plateforme culture (labour)			
11e	04/10/2019	Elodie BRUNET	plateforme culture (labour)			plateforme patates	friche, culture (labour grossier)		plateforme	friche, culture (labour grossier)		plateforme culture (labour)			plateforme culture (labour)				
	07/10/2019	Léa BOUTAULT	plateforme culture (labour)			plateforme patates	friche, culture (labour grossier)		plateforme	friche, culture (labour grossier)		plateforme culture (labour)			plateforme culture (labour)				

Période	Temps	Date	Observateur	E1_B	E1_Moy	E1_Nulle	E2_B	E2_Moy	E2_Nulle	E3_B	E3_Moy	E3_Nulle	E4_B	E4_Moy	E4_Nulle	E5_B	E5_Moy	E5_Nulle
		10/10/2019	Léa BOUTAULT	plateforme culture (labour)			plateforme patates	friche, culture (labour grossier)		plateforme	friche, culture (labour grossier)		plateforme culture (labour)			plateforme culture (labour)		
	12e	15/10/2019	Léa BOUTAULT	plateforme culture (labour)			plateforme patates, friche culture (labour)			plateforme	friche, culture (labour grossier)		plateforme culture (labour)			plateforme culture (labour)		
		18/10/2019	Léa BOUTAULT	plateforme culture (labour)			plateforme patates, friche culture (labour)			plateforme	friche, culture (labour grossier)		plateforme culture (labour)			plateforme culture (labour)		
		21/10/2019	Léa BOUTAULT	plateforme culture (labour)			plateforme patates, friche culture (labour)			plateforme	friche, culture (labour grossier)		plateforme culture (labour)			plateforme culture (labour)		
		24/10/2019	Léa BOUTAULT	plateforme culture (labour)			plateforme patates, friche culture (labour)			plateforme	friche, culture (labour grossier)		plateforme culture (labour)			plateforme culture (labour)		
		28/10/2019	Léa BOUTAULT	plateforme culture (labour)			plateforme patates, friche culture (labour)			plateforme	friche, culture (labour grossier)		plateforme culture (labour)			plateforme culture (labour)		
		31/10/2019	Léa BOUTAULT	plateforme culture (labour)			plateforme patates, friche culture (labour)			plateforme	friche, culture (labour grossier)		plateforme culture (labour)			plateforme culture (labour)		

➤ Tableau simplifié des surfaces correspondantes aux habitats prospectés

Période	Temps	Nbr de passages	Surface (m ²)															% moyen de surface prospectée sur l'ensemble du parc	% moyen par période
			E1			E2			E3			E4			E5				
			Prospectée (B + Moy)	Non prospectée (Nulle)	% prospecté	Prospectée (B + Moy)	Non prospectée (Nulle)	% prospecté	Prospectée (B + Moy)	Non prospectée (Nulle)	% prospecté	Prospectée (B + Moy)	Non prospectée (Nulle)	% prospecté	Prospectée (B + Moy)	Non prospectée (Nulle)	% prospecté		
1ère	1er	11	2126	9183	19%	5557	5752	49%	1870	9439	17%	1908	9401	17%	1842	9467	16%	37,2 %	
	2e	1	2126	9183	19%	5557	5752	49%	1870	9439	17%	1908	9401	17%	1842	9467	16%		
	3e	2	2126	9183	19%	2419	8890	21%	1870	9439	17%	1908	9401	17%	1842	9467	16%		
	4e	1	2126	9183	19%	6152	5157	54%	1870	9439	17%	1908	9401	17%	1842	9467	16%		
	5e	1	2126	9183	19%	6152	5157	54%	11309	0	100%	1908	9401	17%	1842	9467	16%		
	6e	4	11309	0	100%	6152	5157	54%	11309	0	100%	11309	0	100%	11309	0	100%		
2ème	7e	4	11309	0	100%	9290	2019	82%	11309	0	100%	11309	0	100%	11309	0	100%	97,2 %	
	8e	1	11309	0	100%	6152	5157	54%	11309	0	100%	11309	0	100%	11309	0	100%		
	9e	6	11309	0	100%	9290	2019	82%	11309	0	100%	11309	0	100%	11309	0	100%		
	10e	5	11309	0	100%	11309	0	100%	11309	0	100%	11309	0	100%	11309	0	100%		
	11e	3	11309	0	100%	11309	0	100%	11309	0	100%	11309	0	100%	11309	0	100%		
	12e	6	11309	0	100%	11309	0	100%	11309	0	100%	11309	0	100%	11309	0	100%		
		Moyenne :			71%			72%			72%			70%			70%	71%	

ANNEXE 3 : SYNTHÈSE DES CADAVRES DÉCOUVERTS LORS DU SUIVI DE MORTALITÉ

Ordre	Nom vernaculaire	Nom scientifique	Age	Sexe	Date de découverte	Numéro éolienne	Distance au mât	Coordonnées X_L93	Coordonnées Y_L93	Statut	État	Visibilité	Cause de la mortalité	Découvreur	Identificateur	Contexte
OISEAU	Buse variable	<i>Buteo buteo</i>	1A	F	16/07/2019	E3	33 m	613486,852	6792677,08	Local	Frais	Bonne	Collision	Elodie Brunet	Elodie Brunet Léa Boutault	SUIVI ICPE
CHIROPTERE	Pipistrelle commune	<i>Pipistrellus pipistrellus</i>	VOL	F	22/07/2019	E3	19 m	613533,14	6792653,46	Local	Frais	Bonne	Collision	Léa Boutault	Manon Acqueberge	SUIVI ICPE
OISEAU	Gobemouche noir	<i>Ficedula hypoleuca</i>	1A	M	29/07/2019	E4	39 m	613721,457	6794179,02	Migrateur	Avancé	Bonne	Collision	Léa Boutault	Léa Boutault	SUIVI ICPE
OISEAU	Martinet noir	<i>Apus</i>	1A	?	01/08/2019	E4	21 m	613710,107	6794206,6	Migrateur	Décomposé	Bonne	Collision	Léa Boutault	Léa Boutault	SUIVI ICPE
OISEAU	Roitelet triple bandeau	<i>Regulus ignicapilla</i>	VOL	F	26/08/2019	E3	28 m	613500,162	6792683,4	Migrateur	Frais	Bonne	Collision	Léa Boutault	Léa Boutault	SUIVI ICPE
OISEAU	Roitelet triple bandeau	<i>Regulus ignicapilla</i>	VOL	M	29/08/2019	E5	53 m	613847,838	6794770,9	Migrateur	Avancé	Bonne	Collision	Léa Boutault	Léa Boutault	SUIVI ICPE
CHIROPTERE	Noctule de Leisler	<i>Nyctalus leisleri</i>	VOL	?	02/09/2019	E3	43 m	613473,161	6792665,46	Migrateur	Sec	Bonne	Collision	Léa Boutault	Manon Acqueberge	SUIVI ICPE
OISEAU	Roitelet triple bandeau	<i>Regulus ignicapilla</i>	VOL	M	09/09/2019	E4	35 m	613703,59	6794192,62	Migrateur	Sec	Bonne	Collision	Léa Boutault	Léa Boutault	SUIVI ICPE
OISEAU	Roitelet triple bandeau	<i>Regulus ignicapilla</i>	VOL	F	09/09/2019	E3	50 m	613468,967	6792641,25	Migrateur	Avancé	Bonne	Collision	Léa Boutault	Léa Boutault	SUIVI ICPE
OISEAU	Roitelet triple bandeau	<i>Regulus ignicapilla</i>	VOL	M	12/09/2019	E2	48 m	613512,239	6792161,44	Migrateur	Avancé	Bonne	Collision	Léa Boutault	Léa Boutault	SUIVI ICPE
OISEAU	Roitelet triple bandeau	<i>Regulus ignicapilla</i>	VOL	F	16/09/2019	E4	60 m	613672,927	6794194,37	Migrateur	Sec	Moyenne	Collision	Léa Boutault	Léa Boutault	SUIVI ICPE
OISEAU	Roitelet sp.	<i>Regulus sp.</i>	VOL	?	19/09/2019	E2	48 m	613537,724	6792225,64	Migrateur	Décomposé	Bonne	Collision	Léa Boutault	Léa Boutault	SUIVI ICPE
OISEAU	Roitelet triple bandeau	<i>Regulus ignicapilla</i>	VOL	F	23/09/2019	E4	48 m	613683,29	6794234,23	Migrateur	Avancé	Bonne	Collision	Léa Boutault	Léa Boutault	SUIVI ICPE
OISEAU	Roitelet triple bandeau	<i>Regulus ignicapilla</i>	VOL	M	26/09/2019	E3	52 m	613471,689	6792632,01	Migrateur	Décomposé	Bonne	Collision	Elodie Brunet	Elodie Brunet	SUIVI ICPE
OISEAU	Roitelet sp.	<i>Regulus sp.</i>	VOL	?	07/10/2019	E3	22 m	613535,572	6792667,32	Migrateur	Décomposé	Bonne	Collision	Léa Boutault	Léa Boutault	SUIVI ICPE
CHIROPTERE	Pipistrelle de Kuhl	<i>Pipistrellus kuhlii</i>	VOL	F	15/10/2019	E4	43 m	613712,774	6794177,66	Local probable	Frais	Bonne	Collision	Léa Boutault	Manon Acqueberge	SUIVI ICPE
OISEAU	Rougegorge familier	<i>Erithacus rubecula</i>	VOL	?	24/10/2019	E2	28 m	613529,894	6792173,15	Migrateur	Frais	Bonne	Collision	Léa Boutault	Léa Boutault	SUIVI ICPE
OISEAU	Rougegorge familier	<i>Erithacus rubecula</i>	1A	?	24/10/2019	E2	39 m	613518,359	6792171,65	Migrateur	Frais	Bonne	Collision	Léa Boutault	Léa Boutault	SUIVI ICPE
OISEAU	Roitelet sp.	<i>Regulus sp.</i>	VOL	M	24/10/2019	E5	39 m	613882,618	6794752,34	Migrateur	Frais	Bonne	Collision	Léa Boutault	Léa Boutault	SUIVI ICPE
OISEAU	Roitelet huppé	<i>Regulus regulus</i>	VOL	F	28/10/2019	E3	50 m	613466,294	6792669,82	Migrateur	Frais	Bonne	Collision	Léa Boutault	Léa Boutault	SUIVI ICPE
OISEAU	Roitelet huppé	<i>Regulus regulus</i>	VOL	M	28/10/2019	E3	63 m	613455,352	6792641,27	Migrateur	Frais	Bonne	Collision	Léa Boutault	Léa Boutault	SUIVI ICPE
OISEAU	Roitelet triple bandeau	<i>Regulus ignicapilla</i>	VOL	F	31/10/2019	E4	46 m	613738,811	6794172,65	Migrateur	Avancé	Bonne	Collision	Léa Boutault	Léa Boutault	SUIVI ICPE
OISEAU	Roitelet triple bandeau	<i>Regulus ignicapilla</i>	VOL	M	31/10/2019	E1	55 m	613555,492	6791592,01	Migrateur	Avancé	Bonne	Collision	Léa Boutault	Léa Boutault	SUIVI ICPE
OISEAU	Roitelet triple bandeau	<i>Regulus ignicapilla</i>	VOL	M	31/10/2019	E4	59 m	613671,909	6794200,87	Migrateur	Avancé	Bonne	Collision	Léa Boutault	Léa Boutault	SUIVI ICPE

*Age : 1A = 1^{ère} année ; VOL = volant, âge non identifiable

ANNEXE 4 : ESTIMATIONS DE LA MORTALITÉ RÉELLE OBTENUES À PARTIR D'EOLAPP

Présentation de quelques captures d'écran.

- Résultats obtenus pour l'ensemble du suivi (avril – octobre) et pour les oiseaux (n cadavres=21). Résultats présentés dans le tableau en partie 4.2.3.1.



Estimation des mortalités induites par les éoliennes

Sélectionner un fichier avec le nombre de cadavres trouvés :

Browse... cadavres_Guilleville19_oiseaux.csv
Upload complete

Nb lignes lues = 45

Sélectionner un fichier avec la durée de persistance des cadavres déposés :

Browse... persistence_last detection_Guilleville_30leurrees.csv
Upload complete

Nombre de lignes lues = 30

Méthode de calcul des intervalles de confiance

Non-paramétrique
 Paramétrique

Intervalle de temps entre les passages =

4,8

Nombre de cadavres déposé pour étude de la détection =

219

Nombre de cadavres trouvé pour étude de la détection =

198

Pourcentage de la surface prospectée =

0,71

CALCULER

Données en entrée

Nombre de cadavres trouvés sous les éoliennes (une valeur par visite de terrain) :

0, 0, 0, 0, 0, ..., 0, 0, 3, 2, 3

Durée de présence de cadavres déposés par les expérimentateurs (une valeur par cadavre déposé)

0, 14, 14, 1, 1, ..., 4, 14, 14, 14, 14

Estimations avec leurs intervalles de confiance

Formule	Médiane	IC 2.5	IC 97.5	IC 0.10	IC 0.90
Erickson	23.44	12.11	40.72	15.49	33.58
Huso	45.72	25.03	71.22	31.53	61.60
Winkelmann	65.10	33.05	118.90	42.48	96.39
Jones	46.78	25.53	73.31	32.22	63.27

➤ Résultats obtenus pour l'ensemble du suivi (avril – octobre) sur l'éolienne E3 et pour les chauves-souris (n cadavres=2). Résultats présentés dans le tableau en partie 4.2.3.2.

Sélectionner un fichier avec le nombre de cadavres trouvés :

Browse... cadavres_Guilleville19_chiros_E3.csv
Upload complete

Nb lignes lues = 45

Sélectionner un fichier avec la durée de persistance des cadavres déposés :

Browse... persistence_last detection_Guilleville_30leures.csv
Upload complete

Nombre de lignes lues = 30

Méthode de calcul des intervalles de confiance

Non-paramétrique
 Paramétrique

Intervalle de temps entre les passages =

4,8

Nombre de cadavres déposé pour étude de la détection =

219

Nombre de cadavres trouvé pour étude de la détection =

198

Pourcentage de la surface prospectée =

0,72

CALCULER

Données en entrée

Nombre de cadavres trouvés sous les éoliennes (une valeur par visite de terrain) :

0, 0, 0, 0, 0, ..., 0, 0, 0, 0, 0

Durée de présence de cadavres déposés par les expérimentateurs (une valeur par cadavre déposé)

0, 14, 14, 1, 1, ..., 4, 14, 14, 14, 14

Estimations avec leurs intervalles de confiance

Formule	Médiane	IC 2.5	IC 97.5	IC 0.10	IC 0.90
Erickson	2.10	0.00	6.01	0.00	4.43
Huso	4.24	0.00	11.14	0.00	8.55
Winkelmann	5.79	0.00	17.37	0.00	12.44
Jones	4.32	0.00	11.43	0.00	8.73

➤ Tableau détaillé des estimations de la mortalité réelle calculée par éolienne sur la période suivie et avec correction annuelle

OISEAUX	E1			E2			E3			E4			E5			Mortalité moyenne par éolienne
Nb de cadavres bruts	1			4			7			7			2			
EolApp (test non-paramétrique)	Médiane	[IC 10 - 90%]		Médiane	[IC 10 - 90%]		Médiane	[IC 10 - 90%]		Médiane	[IC 10 - 90%]		Médiane	[IC 10 - 90%]		
<i>Erikson</i>	1,0	0,0	2,5	4,0	1,0	8,0	7,5	4,0	12,5	8,0	4,0	13,0	2,0	0,0	4,0	4,5
<i>Huso</i>	2,0	0,0	4,5	8,5	2,0	15,5	15,0	8,0	23,0	15,0	8,0	24,0	4,0	0,0	8,5	8,9
<i>Jones</i>	2,0	0,0	5,0	8,5	2,5	16,0	15,0	8,0	24,0	15,5	8,0	24,5	4,5	0,0	8,5	9,1
Moyenne Huso / Jones	2,0	0,0	5,0	8,5	2,0	16,0	15,0	8,0	24,0	15,3	8,0	24,5	4,3	0,0	8,5	9,0
Mortalité annuelle (+25%)	2,5	0,0	6,3	10,6	2,5	20,0	18,8	10,0	30,0	19,1	10,0	30,6	5,3	0,0	10,6	11,25

CHIROPTERES	E1			E2			E3			E4			E5			Mortalité moyenne par éolienne
Nb de cadavres bruts	0			0			2			1			0			
EolApp (test non-paramétrique)	Médiane	[IC 10 - 90%]														
<i>Erikson</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,0	0,0	4,5	1,0	0,0	3,0	0,0	0,0	0,0	0,6
<i>Huso</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	4,0	0,0	8,5	2,0	0,0	5,0	0,0	0,0	0,0	1,2
<i>Jones</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	4,5	0,0	8,5	2,0	0,0	5,0	0,0	0,0	0,0	1,3
Moyenne Huso / Jones	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	4,3	0,0	8,5	2,0	0,0	5,0	0,0	0,0	0,0	1,25
Mortalité annuelle (+5%)	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	4,5	0,0	8,9	2,1	0,0	5,3	0,0	0,0	0,0	1,31

SOMME	2,5			10,6			23,2			21,2			5,3			12,6
--------------	------------	--	--	-------------	--	--	-------------	--	--	-------------	--	--	------------	--	--	-------------