



EOLIENNES DE L'ORMEAU



ENERGIE QUINCY



Parc éolien de Quincy-le-Vicomte 1 et 2 (Côte-d'Or)

Suivi post-implantation 2020

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

27/08/2021

INFORMATIONS & CONTACTS ●●●

Parc éolien de Quincy-le-Vicomte 1 et 2 (21) Suivi post-implantation 2020

Étude réalisée pour : Éoliennes de l'Ormeau/Énergie Quincy



29 rue des Rosati
62000 Arras



François TARAUD
WPD Windmanager
Responsable Environnement



06 28 61 50 04



f.taraud@wpd.fr

Étude réalisée par : ÉCOSPHÈRE Agence Centre-Bourgogne



112 rue du Nécotin, 45000 ORLEANS



02 38 42 12 90

Coordination

Laurent SPANNEUT
Chargé de projets

Suivi de mortalité

Laurent SPANNEUT, Elodie BRUNET, Loïc ROBERT
Chargés d'études

Suivi acoustique en nacelle

Guillaume MARCHAIS
Chef de projets

Suivi comportementaux et migratoires

Laurent SPANNEUT, Léa BOUTAULT, Elodie BRUNET

Analyses faunistiques

Léa BOUTAULT, Manon ACQUEBERGE,
Laurent SPANNEUT

SIG et cartographie

Ulysse BOURGEOIS
Géomaticien

Contrôle qualité

Guillaume VUITTON
Directeur de l'agence Centre-Bourgogne

CONTEXTE ●●●

Le parc éolien de Quincy-le-Vicomte, en Côte-d'Or (21), est constitué de 7 éoliennes de type Vestas V100. Il a été mis en service en 2019. Le parc est en contexte agricole mais le plateau est bordé par les deux vallées du Ruisseau de Bornant et de l'Armançon, d'une grande richesse écologique.

Afin de se conformer à la réglementation ICPE, les sociétés Éoliennes de l'Ormeau et Énergie Quincy ont fait réaliser de manière conjointe les suivis post-implantation selon le protocole national réglementaire 2018, mais également un suivi avifaune complémentaire afin d'adapter ce suivi au contexte du site.

Mission d'Écosphère :

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

- réaliser un suivi acoustique en altitude sur une éolienne durant 6 mois en continu ;
- effectuer des recherches de cadavres ;
- évaluer les impacts par collision ou barotraumatisme ;
- réaliser un suivi migratoire et de fréquentation de l'avifaune ciblé sur les déplacements du Milan royal et de la Cigogne noire (mission complémentaire du protocole national) ;
- 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 DÉNOMINATION DES ÉOLIENNES 5

2.4 CARACTÉRISTIQUES TECHNIQUES DES ÉOLIENNES EN SERVICE 5

2.5 SITUATION ÉCOLOGIQUE ANTÉRIEURE AU PARC – RAPPEL DE L’ÉTUDE D’IMPACT ÉCOLOGIQUE 6

3. MÉTHODES DE TRAVAIL..... 8

3.1 SUIVI DE MORTALITÉ DES CHAUVES-SOURIS ET DES OISEAUX 8

3.2 SUIVI ACOUSTIQUE EN NACELLE 15

3.3 SUIVI DE FRÉQUENTATION DE L’AVIFAUNE..... 17

3.4 MÉTHODE D’ÉVALUATION DES ESPÈCES FRÉQUENTANT LE PARC..... 18

3.5 MÉTHODE DE DÉFINITION DES IMPACTS ET DES MESURES DE RÉDUCTION ADAPTÉES AU PARC 20

4. RÉSULTATS21

4.1 SUIVI DE MORTALITÉ..... 21

4.2 SUIVI ACOUSTIQUE EN NACELLE 34

4.3 SUIVI DE FRÉQUENTATION DE L’AVIFAUNE..... 41

5. ÉVALUATION DES IMPACTS46

5.1 ÉVALUATION DES RISQUES DE COLLISION SPÉCIFIQUES AU PARC DE QUINCY 46

5.2 IMPACT INDIRECT DES ÉOLIENNES SUR LA FRÉQUENTATION DES HABITATS PAR LES CHIROPTÈRES ET LES OISEAUX 47

5.3 ÉLÉMENTS DE COMPARAISON AVEC L’ÉTUDE D’IMPACT (2006-2007) 48

6. MESURES DE RÉDUCTION DES RISQUES DE COLLISION49

6.1 PROTECTION DES CHAUVES-SOURIS FRÉQUENTANT LE PARC PAR UNE RÉGULATION NOCTURNE DIFFÉRENCIÉE 49

6.2 PROTECTION DES OISEAUX FRÉQUENTANT LE PARC..... 51

6.3 GESTION DES HABITATS AUTOUR DES ÉOLIENNES 51

7. MESURES DE SUIVI52

7.1 SUIVI DE LA MORTALITÉ ET DE L’ACTIVITÉ EN HAUTEUR 52

7.2 SUIVI DU MILAN ROYAL..... 52

8. BIBLIOGRAPHIE.....53

ANNEXE 1 : DATES DE PROSPECTION DU SUIVI DE MORTALITÉ.....55

ANNEXE 2 : OCCUPATION DU SOL ET SURFACES PROSPECTÉES PAR ÉOLIENNE56

ANNEXE 3 : DONNÉES DE CADAVRES DÉCOUVERTS LORS DU SUIVI57

ANNEXE 4 : ESTIMATIONS DE MORTALITÉ RÉELLE À PARTIR D’EOLAPP58

ANNEXE 5 : PARAMÈTRES POUR L’ESTIMATION DE LA MORTALITÉ RÉELLE AVEC GENEST ...60

ANNEXE 6 : SUIVIS COMPORTEMENTAUX DES OISEAUX61

ANNEXE 7 : RÉSULTATS DES SUIVIS MIGRATOIRES63

ANNEXE 8 : CERTIFICAT DE CALIBRATION DU MICROPHONE DU BATMODE S64



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.

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

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.

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 Quincy-le-Vicomte, le suivi ayant été contractualisé en février 2020 et débuté en mai 2020 pour la mortalité, 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 ».

À environ 6 km à l'ouest de Montbard, le parc éolien est situé sur la commune de Quincy-le-Vicomte (Côte-d'Or) en cultures et lisière sud du Bois de Quincy. La vallée de l'Armançon est à environ 2 km à l'est.

Le parc est constitué de 7 éoliennes implantées en cultures.

Ce parc s'inscrit dans un contexte d'openfield, dominé par l'agriculture intensive. Il est situé sur un plateau calcaire bordé par deux vallées encaissées, le Ruisseau de Bornant à l'ouest et l'Armançon à l'est. Il n'y a pas d'habitations sur le plateau.



Contexte écologique aux abords des éoliennes (E. Brunet - Écosphère)



Friche gérée en bordure des plateformes du parc éolien (E. Brunet - Écosphère)

2.2 CARACTÉRISTIQUES GÉNÉRALES DU PARC ÉOLIEN

Le parc éolien de Quincy-Ormeaux est composé de 7 éoliennes mises en service le 1^{er} janvier 2019.

Caractéristiques du parc éolien de Quincy-Ormeaux

Date de mise en service	Janvier 2019	
Modèle	Vestas V100	
Nombre d'éoliennes	4 (Quin1 à Quin4)	3 (Quin5 à Quin7)
Exploitant	Éoliennes de l'Ormeau	Énergie Quincy
Puissance cumulée	8,8 MW	6,6 MW

2.3 DÉNOMINATION DES ÉOLIENNES

Les éoliennes sont numérotées de 1 à 7 du nord-ouest vers le sud-ouest avec par convention le préfixe Quin (**Quin1 à Quin7, le cas échéant abrégé en Q1 à Q7**). Le nom est apposé à la porte de chaque éolienne.

Une autre dénomination existe du fait de l'existence de deux exploitants. Les correspondances sont données par le tableau suivant.

Dénomination des éoliennes du parc éolien de Quincy-Ormeaux

Exploitant	Éoliennes de L'Ormeau		Énergie Quincy	
Nom de l'éolienne	Quin1	EI-1	Quin5	EII-1
	Quin2	EI-2	Quin6	EII-2
	Quin3	EI-3	Quin7	EII-3
	Quin4	EI-4		

2.4 CARACTÉRISTIQUES TECHNIQUES DES ÉOLIENNES EN SERVICE

Caractéristiques des éoliennes Vestas V100

Hauteur du moyeu	100 m
Diamètre du rotor	100 m
Garde au sol	50 m
Zone de balayage du rotor	7 854 m ²
Puissance nominale	2,2 MW
Vitesse de connexion (cut-in wind speed)	3 m/s
Vitesse max d'arrêt (10 min en moyenne)	22 m/s
Vitesse de rotation maximale	17,8 tr/min
Vitesse de rotation minimale	9 tr/min en production

2.5 SITUATION ÉCOLOGIQUE ANTÉRIEURE AU PARC – RAPPEL DE L'ÉTUDE D'IMPACT ÉCOLOGIQUE

Les volets avifaune (Gonzalez, 2006) et chiroptères (Gonzalez, 2007) de l'étude d'impact écologique réalisée en amont de la construction du parc ont pu être consultés.

Une analyse du contenu de l'étude d'impact écologique datant de 2007 est réalisée conformément aux objectifs du suivi afin de pouvoir mesurer la conformité ou l'éventuel écart avec la situation écologique actuelle.

L'étude d'impact écologique se base sur des inventaires de terrain réalisés en 2006, pour les oiseaux, et 2007, pour les chauves-souris.

2.5.1 ENJEUX FAUNE

Les enjeux concernant la faune étaient globalement faibles à modérés.

2.5.1.1 L'avifaune

Les enjeux concernant les oiseaux nicheurs sont faibles au droit des éoliennes, avec une diversité spécifique restreinte. L'importance est jugée moyenne sur les lisières dans un rayon de 500 m.

En migration, les effectifs de rapaces sont notables, avec par exemple des groupes de 14 Milans royaux le 20 mars ou de 13 Bondrées le 13 mai, ainsi que des observations ponctuelles de Balbuzard pêcheur, Milan noir (13 en tout au printemps), Busard saint-Martin et Busard cendré. Les grands voiliers sont également notés : Cigogne blanche, Grue cendrée (plusieurs vols). Les risques d'impacts étaient relativement moins connus à l'époque. Le danger pour les migrants est jugé peu important.

Concernant les pertes d'habitats, la Caille des blés est identifiée comme pouvant subir un recul significatif, facilement compensé par la mise en jachère d'une bande de terre.

2.5.1.2 Les chiroptères

Aucune voie de déplacement marquée n'a pu être mise en évidence sur le site, alors que la fonctionnalité est bonne à Quincy et à la ferme de Bornant, où des gîtes d'Oreillard et de Pipistrelle commune ont été respectivement découverts. Les espèces recensées sur la zone d'étude sont la Noctule commune, le Murin de Natterer, le Murin de Daubenton, la Pipistrelle commune, la Barbastelle, la Sérotine commune et l'Oreillard. L'activité ne dépasse pas quelques contacts par heure.

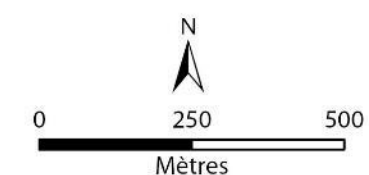
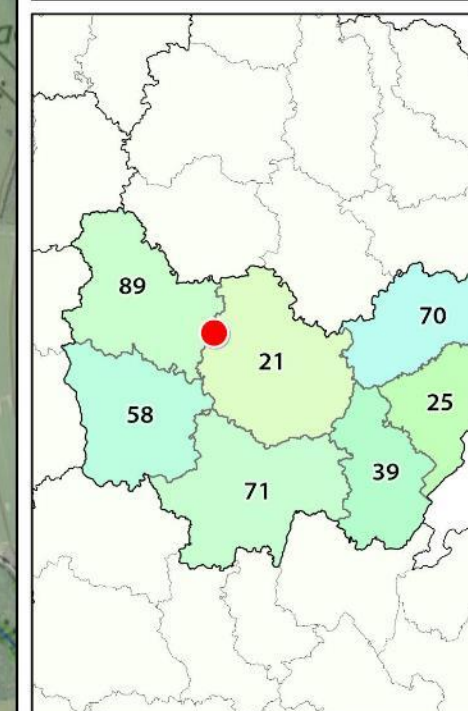
Les risques de collision sont estimés assez faibles pour les espèces résidentes et, bien que l'évaluation ne soit pas donnée pour la migration, il est précisé qu'aucune voie migratoire ou de transit marqué n'a pu être identifiée au printemps comme à l'automne.

2.5.2 SYNTHÈSE

La zone d'implantation s'inscrit dans un contexte d'agriculture intensive, très anthropisé, dans lequel les fonctionnalités et la diversité écologique sont limitées.



● Eolienne



Ecosphère, WPD, avril 2021

Source : Fond Scan 25 et BD ORTHO - IGN ©

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 7 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 parcs 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*). WPD Windmanager a, dans un premier temps, souhaité réaliser 25 passages afin d'obtenir des résultats plus fins. Mais les résultats des tests de persistance (voir plus loin) ont amené à doubler le nombre de passages durant les mois d'août à octobre. Ainsi, **un total de 39 passages a été réalisé pour chaque éolienne. Ces passages sont répartis de mi-mai à début novembre comme suit :**

- 1 passage tous les 7 jours de mi-mai à début août, soit 13 passages ;
- 1 passage tous les 3 ou 4 jours de début août à début novembre, soit 26 passages.

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

- **de mi-mai à mi-juin**, période liée aux derniers mouvements prénuptiaux des chauves-souris et des oiseaux migrateurs, 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 postnuptiaux 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 postnuptiale. En août, on note de forts passages de chauves-souris migratrices (notamment les noctules) et de divers passereaux, insectivores en particulier. 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 sensible 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 dès 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 = 6,9 j en première période ; 3,9 j en deuxième période ; soit 4,5 j sur la globalité du suivi**).

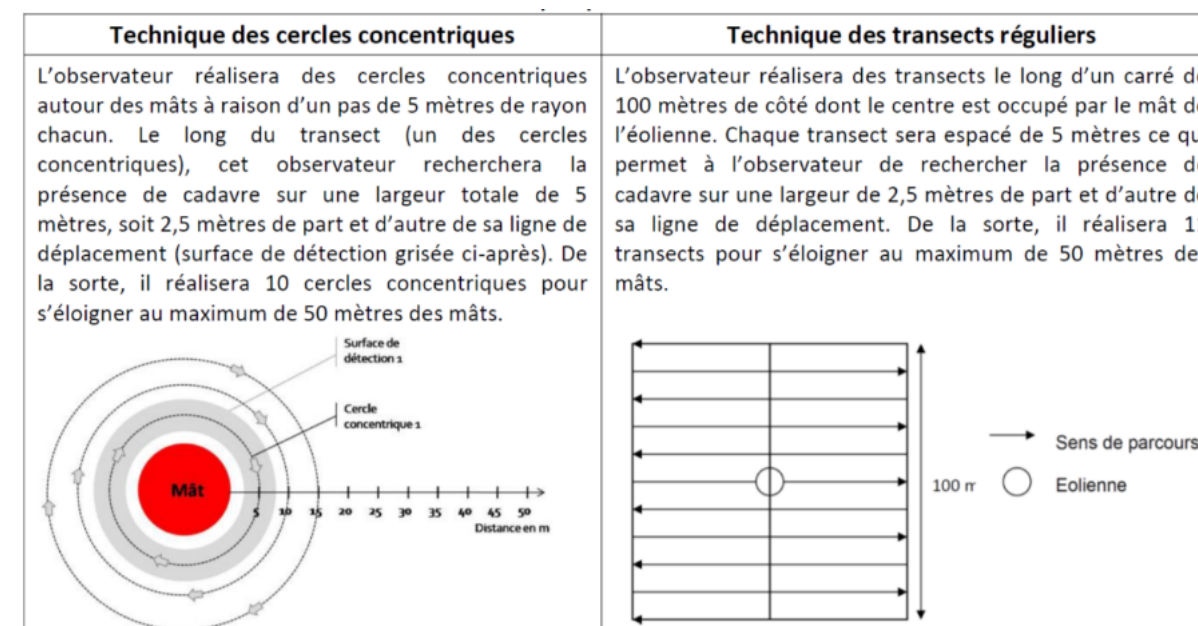
Le détail des dates de suivi est présenté en annexe 1.

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, les prospections se sont faites dans un rayon équivalent à la longueur des pales autour des mâts des machines, avec un minimum de 50 m de rayon (ici les pales mesurent effectivement 50 m). **Pour le parc éolien de Quincy, les prospections se sont donc effectuées dans un rayon de 50 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. Arnett *et al.* (2005) ont démontré que l'efficacité chute fortement au-delà d'une distance de 3 mètres. 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, 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, pois, 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 éoliennes 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	Visibilité moyenne = prospectée
Classe 3	Végétation de faible hauteur, peu couvrante à absence de végétation => plateformes, route, labours, céréales moissonnées	Visibilité bonne = prospectée

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



Classe de visibilité 3 (bonne) ; labour
(E. Brunet – Écosphère)



Classe de visibilité 2 (moyenne) ; reprise de végétation
(E. Brunet)



Classe de visibilité 1 (mauvaise) ; cultures à végétation dense (céréales)
(E. Brunet)

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 3^e et/ou du 5^e 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.

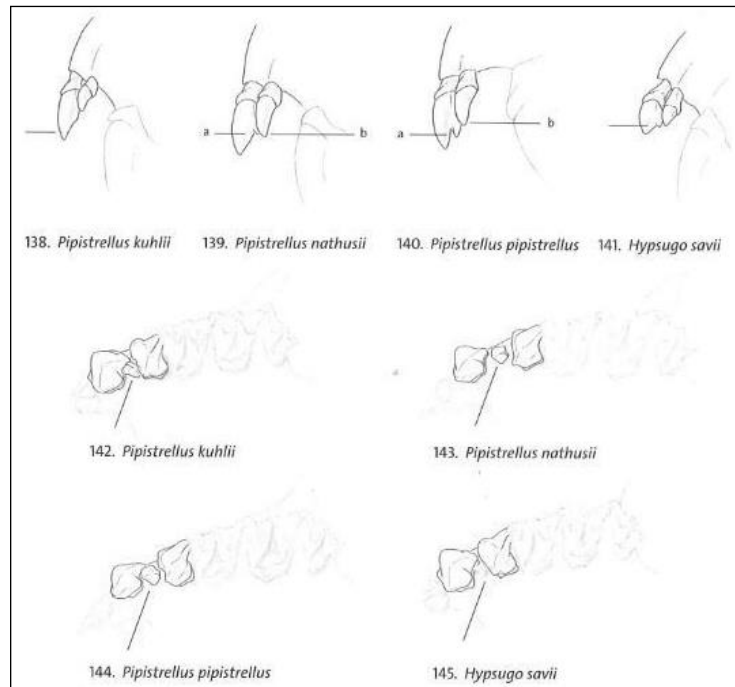
Dans ce cadre, la prise des différentes mesures biométriques nécessaires à l’identification n’est généralement possible qu’avec une manipulation du cadavre de chauve-souris, voire son prélèvement pour l’observation et les mesures de la dentition sous loupe binoculaire. S’agissant d’espèces protégées,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



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 denture, 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^e molaire) et la distance entre la 1^{re} et la 3^e 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).

Pour les oiseaux, les ouvrages suivants ont été consultés :

- Svensson L., Grant P., Mullarney K. & Zetterström D. 2010. *Le guide ornitho*. Delachaux & Niestlé, Paris, 2^e 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.
- Shirihai H. & Svensson L., 2018. *Handbook of Western Palearctic Birds: Passerines*. Helm, 1271 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, 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 de 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 1990, 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 une méthode 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. **Quelle que soit la méthode utilisée, les estimations sont sous-estimées pour des durées de persistance courtes et des intervalles de recherche supérieurs à 7 jours** (Korner-Nievergelt *et al.*, 2011). Le modèle EolApp (chapitre 3.1.3.3) permet d'estimer la mortalité (médiane et intervalle de confiance) avec différentes formules et ainsi de sélectionner manuellement les résultats parmi celles-ci. A contrario, le modèle Genest (chapitre 3.1.3.4) utilise les données brutes de l'échantillonnage afin de sélectionner le mode de calcul le plus adapté au jeu de données (nombre de cadavres plus ou moins grand, persistance variable, etc.). Les résultats obtenus correspondent ainsi plus à la réalité.

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 des applications « EolApp »² et « GenEst³ » (détaillées ci-après) se basent sur la moyenne des surfaces prospectées 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 & 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 consécutifs⁴.

En 2011, Niermann *et al.* ont réalisé ces tests avec des souris de laboratoires de couleur foncée qu'ils ont disposées au sol avec des gants pour éliminer toute odeur humaine pouvant s'avérer répulsive pour les renards ou les sangliers. [...] Ils ont ainsi estimé un taux d'enlèvement de 0,79, c'est-à-dire qu'après 24 heures, 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 : 15/06/2020), le second en fin d'été (date de dépose des cadavres : 24/08/2020).

Le test a consisté à déposer **3 cadavres de souris, poussins ou gerbilles** fraîchement décongelés autour de **4 éoliennes sur 7** (soit 12 cadavres par session, 24 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 (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+3, J+7, J+10 et J+14. (voir l'annexe 1 pour le détail des dates de suivi).



Cadavres d'une gerbille (gauche) et d'un poussin (droite) déposés pour test de prédation
(L. Boutault & E. Brunet- Écosphère)

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

³ <https://www.usgs.gov/centers/fresc/science/a-generalized-estimator-estimating-bird-and-bat-mortality-renewable-energy>

⁴ 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.

❖ 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 du printemps-début d'été à détecter des cadavres a été testée le 19 mai 2020. Pour les trois enquêteurs de fin d'été et automne, le test a été réalisé le 31 août 2020. 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 : nulle ou mauvaise, moyenne, bonne.



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

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 :

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

Î : intervalle effectif moyen

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

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

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

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

❖ Modèle de Huso (2010)

Huso *et al.* (2010) considèrent également une mortalité globalement constante mais, dans leur 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

$\hat{e}$: 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 serveur⁵. 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) de Montpellier. L'utilisation de cette application permet notamment d'éviter les éventuelles erreurs d'application des formules.

Comme demandé par le protocole national 2018, **cette application permet d'obtenir une médiane et les intervalles de confiance à 80 % et 95 % des estimations de mortalité obtenues**. 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 leur mise en place 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 des observateurs.

Ce faisant, plusieurs limites d'EolApp sont à prendre en compte :

- par défaut, la correction surfacique (les zones prospectées n'étant pas toujours égales à la surface théorique du protocole) se fait sur l'ensemble des éoliennes tout au long du suivi ou une sous-période. Cela a tendance à approximer et/ou lisser la réalité de terrain ;
- aucune distinction n'est faite sur des groupes de cadavres basés sur leur gabarit/taille (petit *versus* grand a minima), que cela soit pour les cadavres ou pour les leurres ;
- les résultats du test efficacité des observateurs sont également globalisés ;
- les estimateurs utilisés se basent sur des fonctions simples ou exponentielles de la même manière sur l'ensemble des données, ce qui peut avoir tendance soit à la surestimation (Huso/Jones), soit à la sous-estimation (Winkelmann/Erickson).

Le taux de persistance étant très court dans le cas présent (tm = 2,25 jours, cf. partie résultats 4.1.2), 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.**

Estimation des mortalités induites par les éoliennes

Sélectionner un fichier avec le nombre de cadavres trouvés :
 Browse... cadavres_9.csv
 Upload complet

Nb lignes lues = 27
 Sélectionner un fichier avec la durée de persistance des cadavres déposés :
 Browse... persistance_Pmoyenne.csv
 Upload complet

Nombre de lignes lues = 40

Méthode de calcul des intervalles de confiance
☒ Non-paramétrique
☐ Paramétrique

Intervalle de temps entre les passages =
 4

Nombre de cadavres déposé pour étude de la détection =
 20

Nombre de cadavres trouvé pour étude de la détection =
 16

Pourcentage de la surface prospectée =
 0.7

CALCULER

Données en entrée
 Nombre de cadavres trouvés sous les éoliennes (une valeur par visite de terrain) :
 1, 0, 1, 0, 0, ..., 0, 0, 0, 0, 1
 Durée de présence de cadavres déposés par les expérimentateurs (une valeur par cadavre déposé) :
 7, 4, 8, 5, 9, ..., 5, 8, 6, 7, 9

Estimations avec leurs intervalles de confiance

Formule	Médiane	IC 2.5	IC 97.5	IC 0.10	IC 0.90
Erickson	10.24	3.76	19.31	5.73	15.79
Huso	21.66	8.06	40.91	12.12	33.37
Winkelmann	16.07	6.02	30.36	8.93	24.76
Jones	22.03	8.19	41.59	12.33	33.93

Impression d'écran de l'interface d'EolApp (<https://shiny.cefe.cnrs.fr/eolapp/>)

3.1.3.4 GENEST : estimateur international standardisé

Plus récemment, les spécialistes internationaux que sont **Huso & Dalthorp (USGS) et Korner-Nievergelt (Oikostat)**, trois auteurs cités dans le protocole national 2018, se sont associés avec d'autres pour mettre à disposition gratuitement une solution informatique (« package ») fonctionnant sous le logiciel⁶

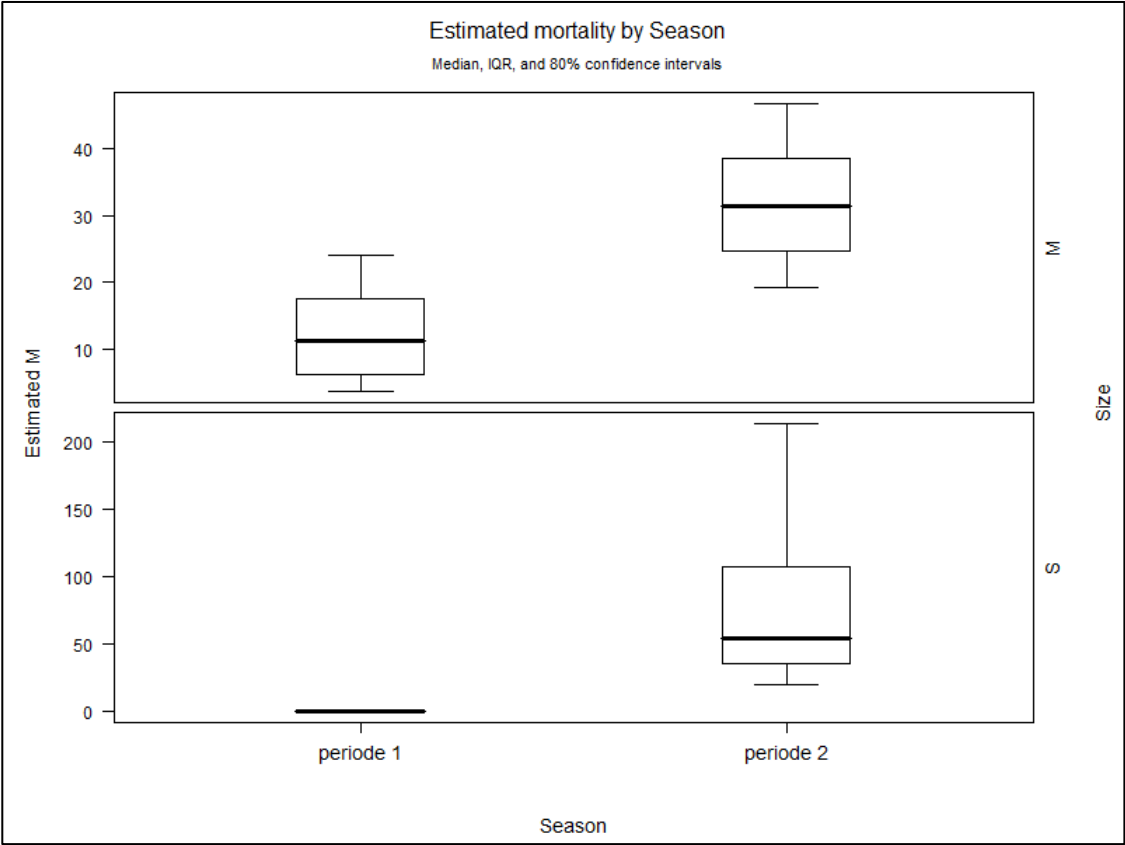
⁵ <https://shiny.cefe.cnrs.fr/eolapp/>

⁶ <https://www.r-project.org/>

open source R nommée « **GenEst** »⁷. Celle-ci permet d’imbriquer les différents paramètres pour modéliser finement la mortalité (persistance des cadavres, efficacité de la détection, correction surfacique) et **fournir des estimations ajustées selon les variables prises en compte (taille des cadavres, période de l’année, distinction oiseaux / chauves-souris...).**

Comme demandé par le protocole national 2018, cette application permet d’obtenir une médiane et les intervalles de confiance à 80 % ou 95 % des estimations de mortalité obtenues.

Comme pour EolApp, 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, pendant lesquelles les cadavres sont recherchés. Elle utilise également les données issues de l’expérimentation utilisée pour estimer la persistance ainsi que la détection des observateurs, mais de manière plus fine avec des variations possibles sans que cela soit trop pénalisant sur la justesse des estimations (par période et par taille de cadavres selon les classes visibilités des zones prospectées).



Impression d’écran de l’interface de GenEst montrant les résultats déclinés par période et taille des cadavres

⁷ <https://www.usgs.gov/centers/fresc/science/a-generalized-estimator-estimating-bird-and-bat-mortality-renewable-energy>

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 pale, soit la zone à risque véritable pour les chauves-souris.



L’éolienne Quin2 a été équipée d’un Batmode S+ (G. Marchais – Écosphère)

Du 12 mai au 17 novembre 2020, l’éolienne Quin2 a été équipée avec un Batmode S+ de Bioacoustics technology GmbH™. Cet appareil a enregistré les ultrasons au format WAV non compressé avec le micro de haute qualité « Ultrasound gate » d’Avisoft Bioacoustics™ et permet la connexion et le contrôle à

distance de plusieurs manières (accès via Internet, réseau mobile, Wifi). Les données recueillies ont ainsi permis d’apprécier le peuplement chiroptérologique présent sur le site sur plus de 6 mois consécutifs.

Les paramètres d’enregistrement étaient les suivants : Micro Ultrasoundgate 116Hnbm ; Freq 15 - 80 kHz ; Gain 37 dBFS ; Hold time 1.0s ; Pre trigger 300 ms -60 min coucher à +60 min lever soleil.

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 (AnalookW 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 espèces⁸. En effet, ils ont souvent des problèmes de discrimination des signaux de chauves-souris par rapport aux bruits parasites, ainsi que des banques sons de référence incomplètes. Ils manquent donc de précision dans la détermination des espèces et présentent des risques d’erreurs importants. En outre, AnalookW 4 permet de quantifier l’activité des chauves-souris en un point donné.

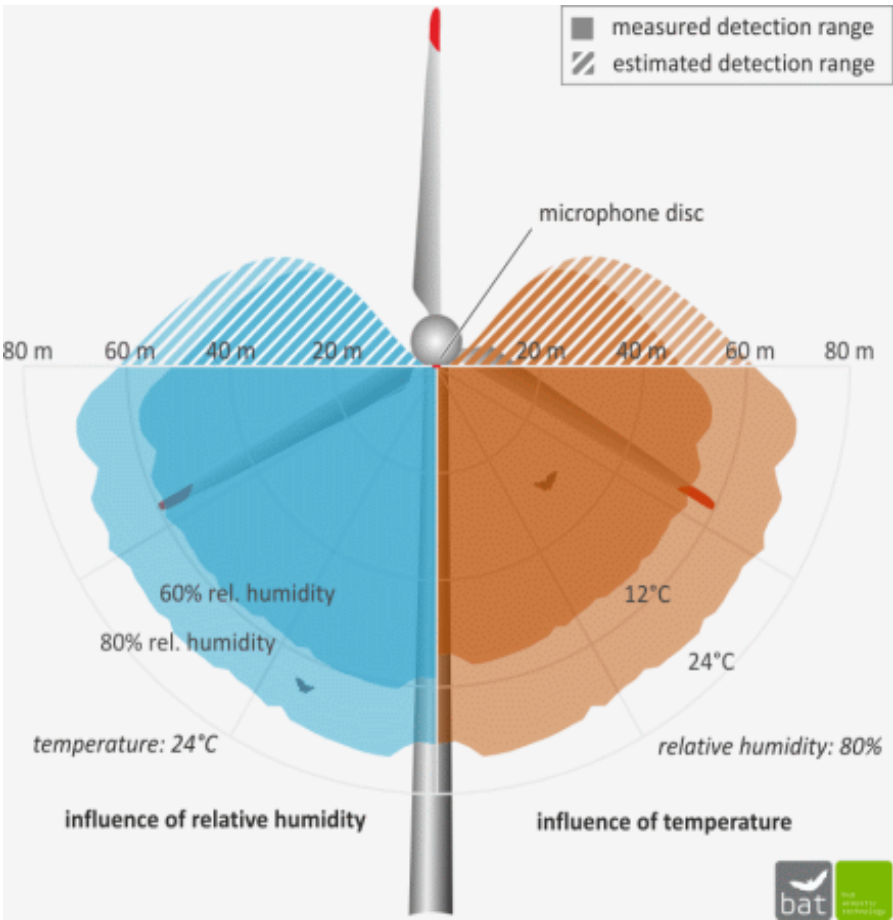
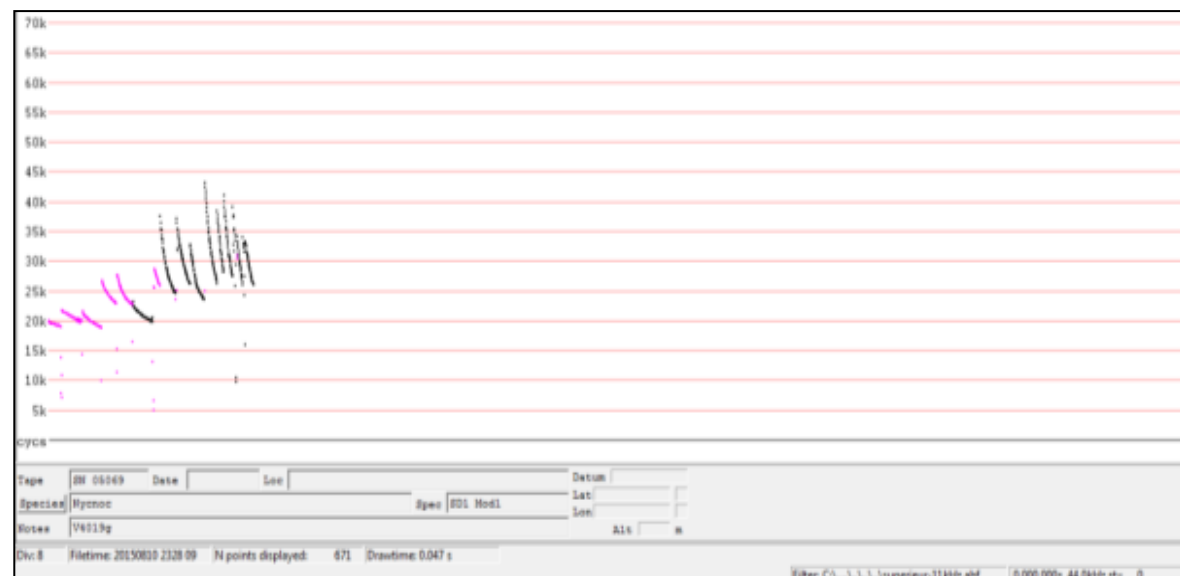


Schéma présentant les volumes de détection du micro « Ultrasoundgate » d’Avisoft Bioacoustics™ selon les conditions de température et d’humidité

⁸ Voir par exemple www.plume-de-naturalistes.fr/wp-content/uploads/2018/11/08_JAY_10-2018_Identification-chiropteres-SonoChiro_Plume2_99-118.pdf



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

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

Les résultats en nombre de contacts par nuit sont ensuite évalués en fonction du **référentiel des suivis d'activité sur nacelle d'Écosphère**. Il est constitué d'une compilation de résultats de 1 054 nuits d'écoute, au cours desquelles au moins 1 contact a été enregistré, pour 18 éoliennes réparties sur 13 sites différents implantés en milieu ouvert dans le grand quart nord-est de la France (2014-19).

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 constante⁹ » (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 aplanie¹⁰ » (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 oreillards n'ont pas été contactés par ces suivis en altitude.

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

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

⁹ 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.

¹⁰ 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.

3.3 SUIVI DE FRÉQUENTATION DE L’AVIFAUNE

3.3.1 OBJECTIF

L’étude d’impact a surtout montré l’existence de flux migratoires concernant en particulier les rapaces diurnes, espèces sensibles à l’éolien. À la demande d’Éoliennes de l’Ormeau et Énergie Quincy, un **suivi migratoire** par échantillonnage a été entrepris en 2020.

D’autres enjeux, non décelés à l’époque de l’étude d’impact, sont apparus récemment :

- la nidification d’un couple de **Cigogne noire** dans les boisements au nord du Ruisseau de Bornant, à quelques kilomètres du parc, ainsi que la fréquentation du ruisseau pour l’alimentation d’autres individus ;
- la fréquentation régulière des vallées par le **Milan royal**, dont un couple est installé à plus de 5 km du parc.

S’agissant d’espèces emblématiques sensibles à l’éolien (sensibilité moyenne pour la Cigogne noire, très forte pour le Milan royal), un protocole de suivi a été mis en place pour évaluer le niveau de fréquentation du parc et/ou les risques associés.

3.3.2 MÉTHODES DE TERRAIN

3.3.2.1 Suivi migratoire 2020

Il ne s’agit pas d’un suivi réglementaire. Ce type de suivi n’est obligatoire qu’en cas de nécessité, suivant les conclusions de l’étude d’impact et les prescriptions de l’arrêté d’autorisation d’exploiter.

L’échantillonnage effectué a consisté en **4 passages au printemps et 4 à l’automne**. En fonction des conditions de vent et de la localisation éventuelle du flux, l’observateur se plaçait soit au droit du parc (cas fréquent en automne), soit en amont de quelques centaines de mètres, afin de déceler de possibles déviations de vol vers la périphérie du parc. Un **minimum de 4 h de suivi** était réalisé à chaque passage. Seuls les oiseaux passant au droit ou à quelques centaines de mètres du parc étaient comptabilisés, ceux passant au-dessus des vallées ne subissant aucune influence du parc.

Les conditions météorologiques sont précisées dans le tableau suivant. Elles étaient satisfaisantes sauf le 13 mai, en fin de période migratoire.

Conditions météorologiques lors des suivis migratoires

Date	Conditions météorologiques
08/04/2020	10°C, TB, SO faible
21/04/2020	14°C à 12h, couvert, NE faible
06/05/2020	12°C à 9h, beau, quelques nuages, NE faible
13/05/2020	10°C, pluie, vent N faible
10/06/2020	11°C, vent faible NO, nuageux
04/08/2020	11°C, vent NO faible, couvert
11/08/2020	non relevé
07/09/2020	15°C à 11h, 23°C à 13h, TB, vent N faible
21/09/2020	non relevé
20/10/2020	11°C, vent S modéré, couvert 90%

Les résultats sont au chapitre 4.3.4 et en annexe 7.

3.3.2.2 Suivi du Milan royal

En plus de toutes données obtenues lors d’autres moments de présence (suivi migratoire, suivi de la mortalité), des moments ont été spécifiquement consacrés à la recherche du milan depuis les abords du parc. Les points fixes étaient localisés sur un point haut au sud du parc et duraient **au minimum 4 h, en matinée** lorsque les oiseaux chassent. Toutes les observations, même lointaines, de l’espèce ont été collationnées en notant les circuits et hauteurs de vol.



Le rythme des suivis a été de **3 passages de début à mi-juin, puis 1 passage/semaine jusque début août 2020**.

Les résultats sont au chapitre 4.3.2 et en annexe 6.

3.3.2.3 Suivi de la Cigogne noire

La question étant d’évaluer le risque de collision, le suivi consistait à étudier les comportements de vol du couple local, notamment lors des parades, des allers-retours alimentaires et face au parc éolien. Les observations étaient réalisées depuis un point haut permettant de voir le parc éolien et le massif boisé au nord du Bornant.

Dans ce contexte, les visites prévues, toutes en matinée, se sont réparties de la manière suivante : **2 passages en avril, 1 passage toutes les 2 semaines de mai à mi-juin, 1 passage/semaine de mi-juin à mi-août 2020**.

Les hauteurs et directions de vol étaient systématiquement notées.

De fait, l’espèce ne s’est pas reproduite à proximité en 2020 et n’a pratiquement pas fréquenté le ruisseau proche du parc. Les observations sont très peu nombreuses. Les résultats sont au chapitre 0 et en annexe 6.

3.4 MÉTHODE D'ÉVALUATION DES ESPÈCES FRÉQUENTANT LE PARC

3.4.1 ÉVALUATION DE L'ENJEU DE CONSERVATION DES ESPÈCES

Un enjeu de conservation est attribué principalement à partir des listes rouges régionales, nationales et européennes¹¹ 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 ¹² 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 ¹³ 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).

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 plan national).

3.4.2 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 hors Union européenne, comme la Suisse, la Norvège ou la Russie traversent annuellement la France.

¹¹ 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 pas sur ces notions.

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 :

Hiérarchisation des niveaux de sensibilité générale des oiseaux au risque de collision

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

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

Les sources de données sont celles d'Eurobats et celles de l'allemand Tobias Dürr du « Landesamt für Umwelt, Gesundheit und Verbraucherschutz Brandenburg » qui compile et publie régulièrement tous les rapports de mortalité par collision éolienne lui parvenant à l'échelle européenne (total cumulé depuis

¹² Certaines espèces vulnérables communes ou très communes peuvent voir leur enjeu abaissé au niveau moyen.
¹³ Certaines espèces quasi menacées communes ou très communes peuvent voir leur enjeu abaissé au niveau faible.

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 SFEPM (SFEPM, 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 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. Les espèces non citées n’ont jamais fait l’objet de découverte de cas de mortalité.			
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
Pipistrelle 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 échancrées	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.

3.4.3 CAS PARTICULIER DE L'ÉVALUATION DE LA PORTÉE DE L'ACTIVITÉ DU PARC SUR LES CHAUVES-SOURIS

La portée de l'impact correspond à l'ampleur de l'impact sur une composante 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 (voir chapitre 4.2.3.2), 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).

3.4.4 ÉVALUATION DES IMPACTS

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

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

Définition des niveaux d'intensité de l'effet négatif

	Niveau de sensibilité		
Niveau de portée de l'effet	Fort à assez fort	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, Écosphère 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 120 m (aire de rotation des pales très grande).

3.5 MÉTHODE DE DÉFINITION DES IMPACTS ET DES MESURES DE RÉDUCTION ADAPTÉES AU PARC

La vulnérabilité des espèces présentes, les activités enregistrées à hauteur de nacelle et le nombre de cadavres recensés sur le parc permettent, *in fine*, d'aboutir à une évaluation contextualisée des risques d'impacts et la définition de mesures de réduction (arrêt programmé des éoliennes en périodes sensibles, modification de l'assolement...).

L'arrêt programmé des machines (régulation 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 hauteur et vulnérabilité des espèces contactées). Il est défini principalement en fonction des périodes d'activité des espèces vulnérables (mois de l'année, heures de la nuit, vitesse du vent, température...).

4. RÉSULTATS

4.1 SUIVI DE MORTALITÉ

4.1.1 RÉSULTATS BRUTS

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

Sur les 7 éoliennes du parc de Quincy-le-Vicomte et lors des 39 passages standardisés, un total de **25 cadavres** a été découvert, **12 chauves-souris** (Pipistrelles commune/pygmée, de Kuhl et de Nathusius, Noctules commune et de Leisler) et **13 oiseaux** (Alouette des champs, Gobemouche noir, Grive musicienne, Martinet noir et Roitelet triple-bandeau).

3 cadavres supplémentaires ont été découverts hors protocole : une Pipistrelle commune/pygmée, une Pipistrelle indéterminée et une Alouette des champs. Ces cadavres ne seront pas pris en compte dans calculs d'estimation de la mortalité.

4.1.1.1 Répartition spatiale

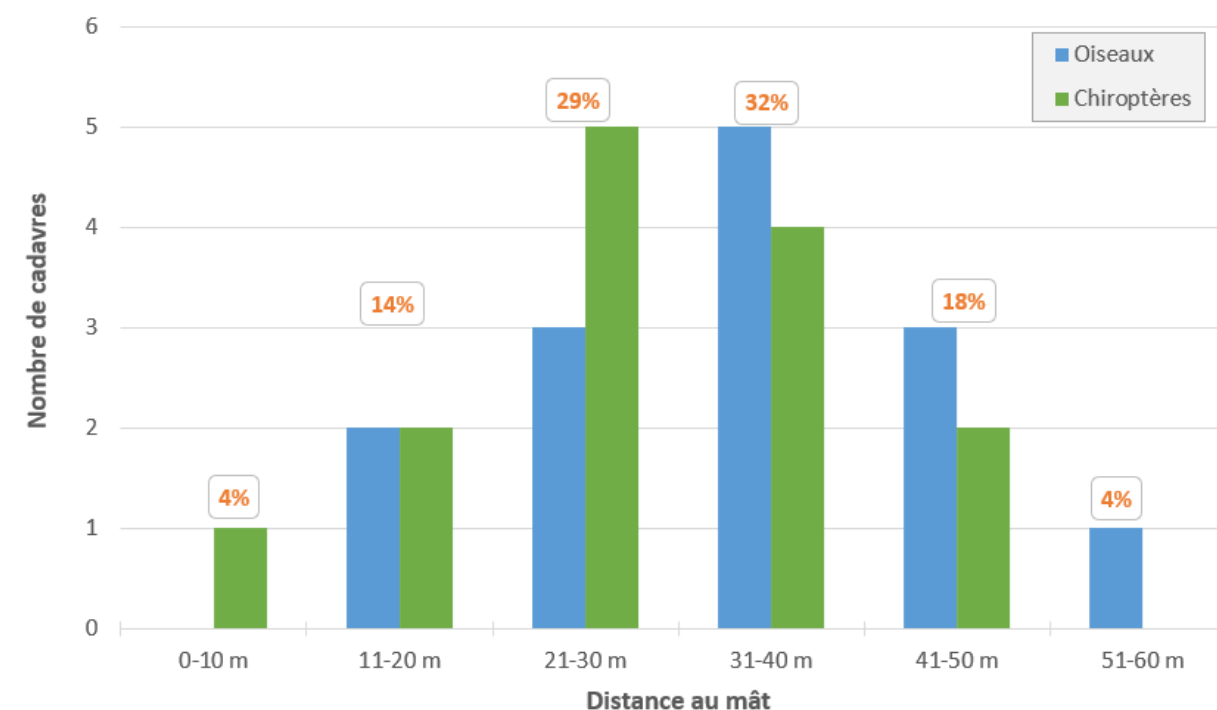
Voir la carte « Localisation des cadavres ».

Les cadavres découverts ne sont pas distribués de manière homogène entre les éoliennes : **les éoliennes centrales : Q3, Q4, Q5 et Q6** étant celles ayant le plus de mortalité constatée.

Répartition des cadavres découverts en 2020 (n = 28, dont 3 hors protocole)
sur le parc éolien de Quincy-le-Vicomte

Éolienne	Surface prospectée (moyenne sur les 39 passages)	Nombre de cadavres découverts	Chiroptères	Oiseaux
Quin 1	70 %	2	1	1
Quin 2	83 %	2	2	0
Quin 3	82 %	4	2	2
Quin 4	85 %	9	3	6
Quin 5	81 %	4	2	2
Quin 6	82 %	5	2	3
Quin 7	85 %	2	2	0
TOTAL		28	14	14

Par rapport à la distance au mât, la majorité a été découvert entre 20 et 40 m (61 % des cadavres, voir figure ci-après). Aussi, bien que non situés dans le rayon de prospection théorique utilisé ici, un Roitelet triple-bandeau a été découvert au-delà de 50 m. Il s'agit d'un cadavre tombé en limite du rayon de prospection et qui a pu être détecté du fait d'une bonne visibilité lors des recherches (labour fin). 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 le calcul des estimations de la mortalité réelle.



Nombre de cadavres découverts (n=28, dont 3 hors protocole) et pourcentage de la mortalité totale en fonction de la distance au mât

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 l'étendue des analyses.

4.1.1.2 Répartition temporelle et espèces concernées

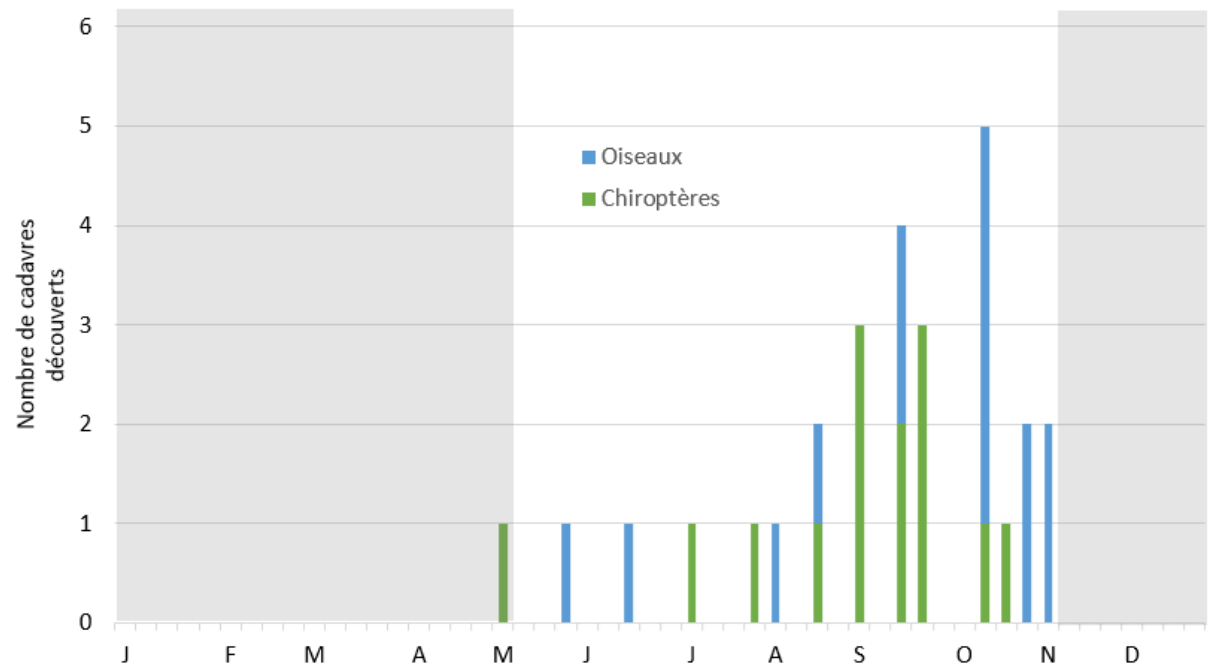
La mortalité n'est pas répartie de manière régulière au cours de la période de suivi, comme le montrent le tableau et la figure suivants.

Répartition temporelle de la mortalité sur le parc de Quincy-le-Vicomte (25 cadavres sur 39 passages spécifique + 3 cadavres découverts de manière opportuniste)

Date	Chiroptères		Oiseaux		Total	Surface prospectée (moyenne des 7 éoliennes par mois)
06/05/2020 (observation hors protocole)	1	Pipistrelle indéterminée	0		1	27 %
19/05/2020	0		0		0	
26/05/2020	0		0		0	
27/05/2020 (observation hors protocole)	0		1	Alouette des champs	1	
03/06/2020	0		0		0	
09/06/2020	0		0		0	
15/06/2020	0		1	Alouette des champs	1	
22/06/2020	0		0		0	34 %
29/06/2020	0		0		0	
07/07/2020	0		0		0	

Date	Chiroptères		Oiseaux		Total	Surface prospectée (moyenne des 7 éoliennes par mois)
10/07/2020 (observation hors protocole)	1	Pipistrelle commune/pygmée	0		1	
15/07/2020	0		0		0	81 %
21/07/2020	0		0		0	88 %
28/07/2020	1	Pipistrelle commune/pygmée	0		1	100 %
04/08/2020	0		1	Martinet noir	1	
07/08/2020	0		0		0	
11/08/2020	0		0		0	
14/08/2020	0		0		0	
17/08/2020	1	Noctule de Leisler	0		1	
21/08/2020	0		1	Martinet noir	1	
24/08/2020	0		0		0	
27/08/2020	0		0		0	
31/08/2020	1	Noctule commune	0		1	
04/09/2020	2	Pipistrelle indéterminée Noctule de Leisler	0		2	
07/09/2020	0		0		0	96 %
11/09/2020	0		0		0	
14/09/2020	1	Pipistrelle de Nathusius	2	Gobemouche noir (x2)	3	
17/09/2020	1	Pipistrelle de Kuhl	0		1	
21/09/2020	3	Pipistrelle de Nathusius (x3)	0		3	
24/09/2020	0		0		0	
29/09/2020	0		0		0	
02/10/2020	0		0		0	
06/10/2020	0		0		0	
09/10/2020	0		0		0	
12/10/2020	1	Pipistrelle de Nathusius	0		1	
16/10/2020	0		4	Roitelet triple-bandeau (x3) Grive musicienne	4	
20/10/2020	1	Pipistrelle commune/pygmée	0		1	
23/10/2020	0		0		0	
27/10/2020	0		2	Roitelet triple-bandeau (x2)	2	
30/10/2020	0		0		0	

Date	Chiroptères		Oiseaux		Total	Surface prospectée (moyenne des 7 éoliennes par mois)
02/11/2020	0		2	Roitelet triple-bandeau (x2)	2	

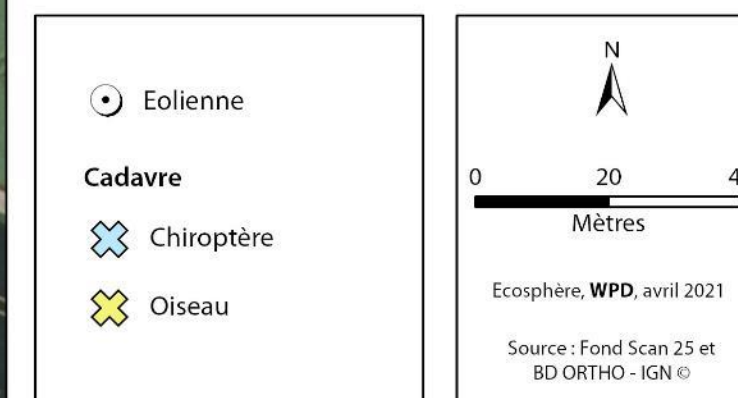
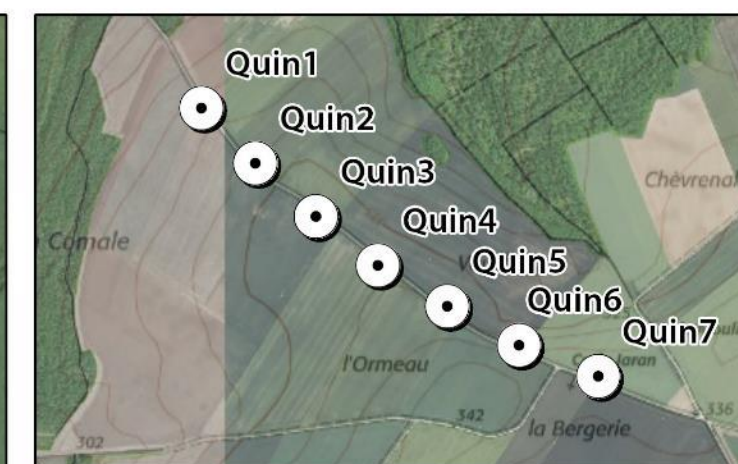
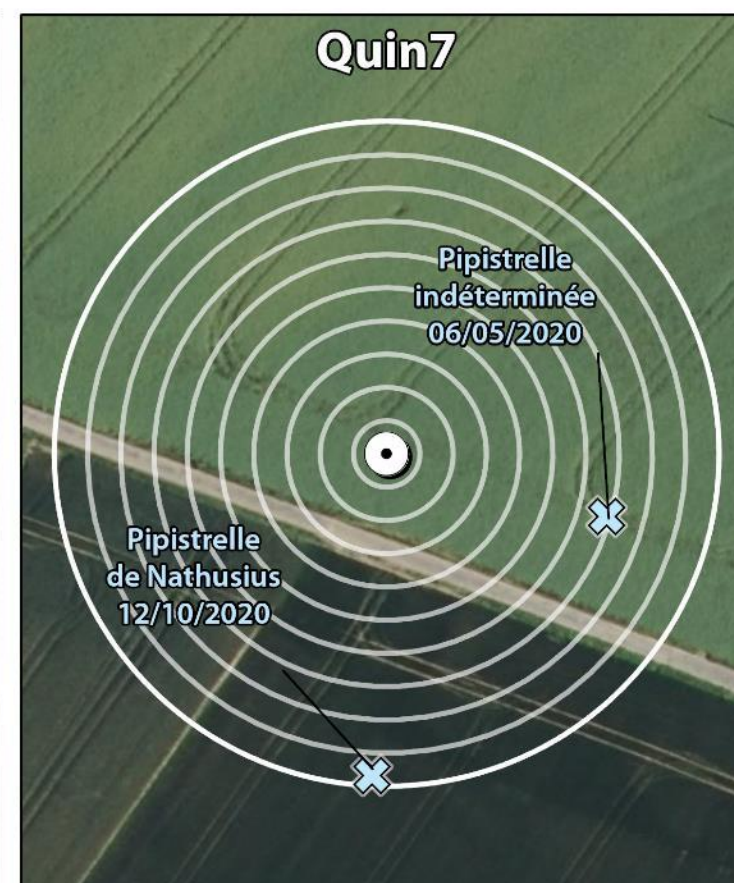
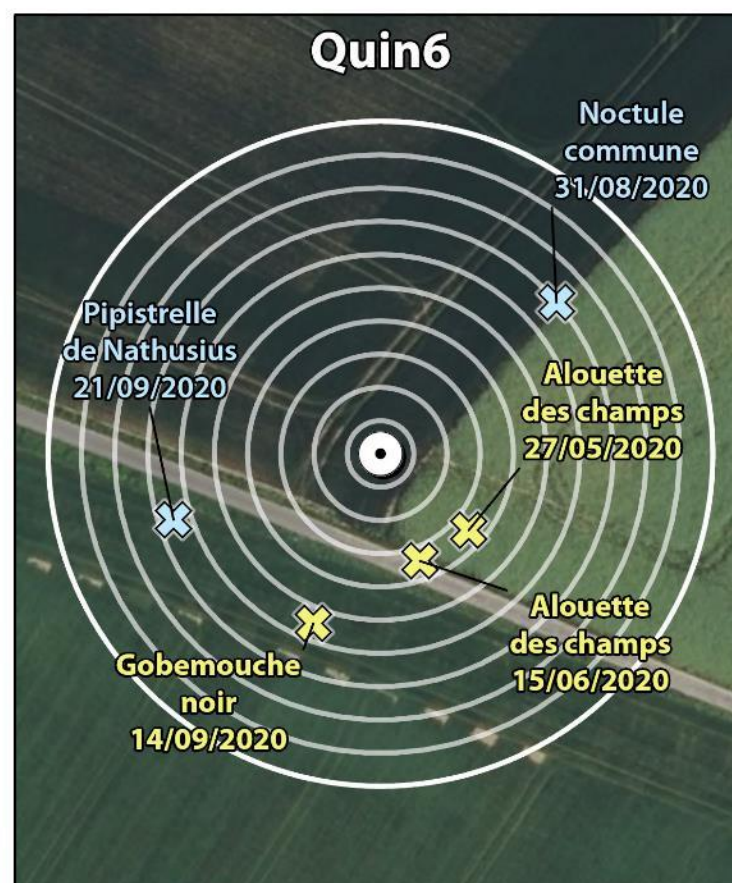
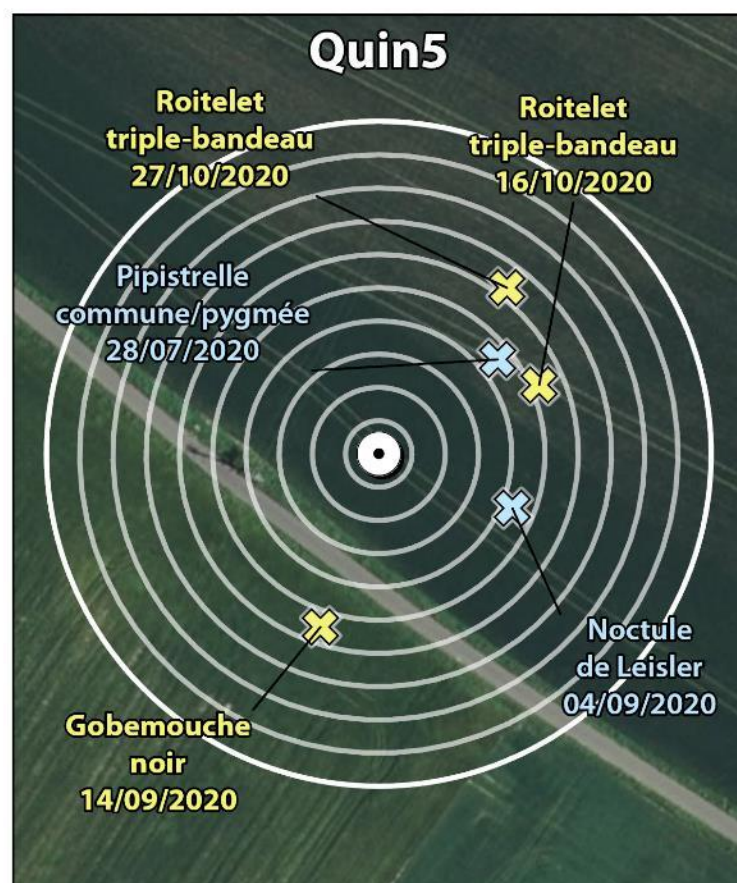
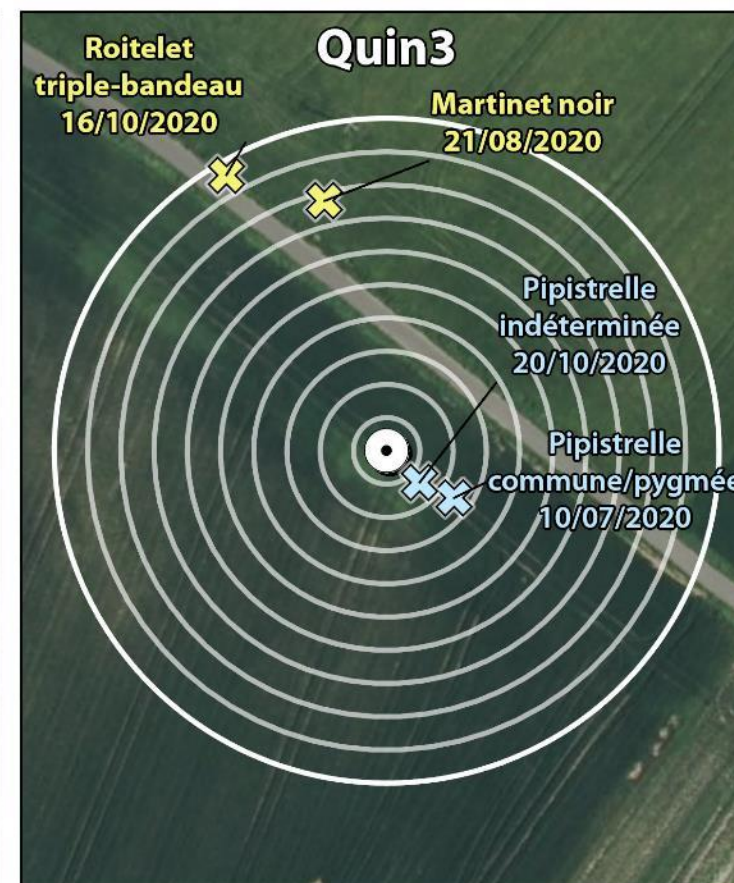
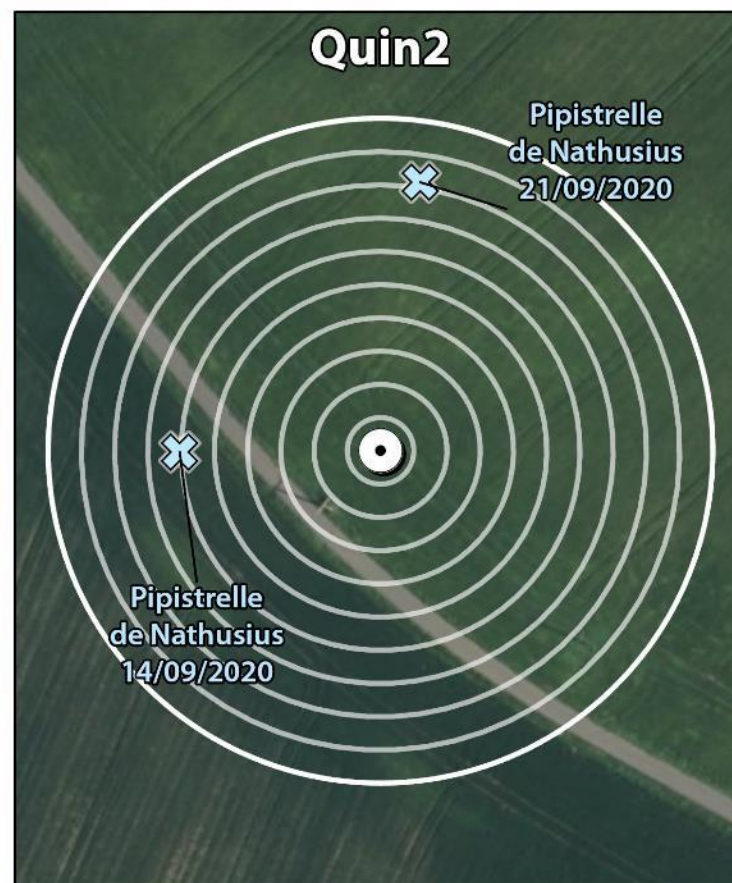


Répartition temporelle de la mortalité sur le parc de Quincy-le-Vicomte (25 cadavres sur 39 passages spécifiques + 3 cadavres découverts de manière opportuniste).
Les zones grisées correspondent aux périodes non couvertes par le suivi.

L'ensemble des cadavres a été trouvé entre le 6 mai et le 2 novembre 2020, soit plus que la période de suivi (un cadavre découvert de manière opportuniste avant le début du suivi protocolé¹⁴). Les cas sont peu nombreux en période de migration prénuptiale et de reproduction, avec seulement 2 Pipistrelles et 2 Alouettes des champs. Le reste de la mortalité observée se concentre en deuxième partie du suivi, plus particulièrement à partir de fin août pour les chauves-souris et de mi-octobre pour les oiseaux, ce qui correspond dans les deux cas aux périodes de migration postnuptiale.

On notera que la surface de prospection était beaucoup plus faible en début de suivi (27 à 34 %, contre 77 à 96 % à partir de la mi-juillet en moyenne sur l'ensemble du parc, voir annexe 2), ce qui limite de facto la découverte de cadavres. De plus, l'augmentation du rythme de passage à partir d'août a probablement permis de répertorier un nombre supérieur de cadavres.

¹⁴ Le cadavre découvert hors protocole est indiqué à titre informatif mais n'est pas comptabilisé dans les estimations faites à partir du suivi protocolé.



4.1.2 VARIABLES SERVANT À L'ESTIMATION DE LA MORTALITÉ RÉELLE

4.1.2.1 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.

Persistance des leurres déposés au pied des éoliennes [Tm J+7 = durée moyenne de persistance (en jours) durant l'intervalle de 7j ; p J+7 = taux de persistance durant l'intervalle (proportion de cadavres présents après 7 jours)]. Les cases grisées correspondent aux valeurs retenues pour la suite de l'analyse, celles-ci sont sélectionnées en fonction d'intervalle moyen de chaque période.

15/06/2020	p J+1	Tm j+3	p j+3	Tm j+7	p j+7	Tm j+10	p j+10	Tm j+14	p j+14
Quin1 (3)	0,67	1,67	0,33	1,67	0,00	1,67	0,00	1,67	0,00
Quin3 (3)	1,00	2,00	0,33	2,00	0,00	2,00	0,00	2,00	0,00
Quin5 (3)	0,67	1,67	0,33	1,67	0,00	1,67	0,00	1,67	0,00
Quin7 (3)	0,33	1,33	0,33	3,67	0,33	7,00	0,33	11,67	0,33
TOTAL (12 leurres)	0,67	1,67	0,33	2,25	0,08	3,08	0,08	4,25	0,08

24/08/2020	p J+1	Tm j+3	p j+3	Tm j+7	p j+7	Tm j+10	p j+10	Tm j+14	p j+14
Quin1 (3)	1,00	2,00	0,33	2,00	0,00	2,00	0,00	2,00	0,00
Quin3 (3)	1,00	3,00	0,67	3,00	0,00	3,00	0,00	3,00	0,00
Quin5 (3)	0,67	0,67	0,00	0,67	0,00	0,67	0,00	0,67	0,00
Quin7 (3)	0,33	0,33	0,00	0,33	0,00	0,33	0,00	0,33	0,00
TOTAL (12 leurres)	0,75	1,50	0,25	1,50	0,00	1,50	0,00	1,50	0,00

		Tm j+3	p j+3	Tm j+7	p j+7	Tm j+10	p j+10
Moyenne (24 leurres)	P1	1,67	0,33	2,25	0,08	3,08	0,08
	P2	1,50	0,25	1,50	0,00	1,50	0,00
	moyenne	1,88	0,17				

Il a été décidé de considérer des valeurs de Tm et de p communes aux 7 éoliennes mais différentes entre les deux périodes de suivi car :

- le contexte environnemental des éoliennes reste homogène et ne présente pas de différence significative (type d'habitat, carnivores présents, etc.) ;
- la densité du suivi a été augmentée en deuxième période afin de compenser partiellement la faible persistance constatée au début du suivi en réduisant l'intervalle entre les passages.

Dans le cadre de ce suivi, les valeurs moyennes de persistance des cadavres « non naturels » retenues sont donc variables au cours du temps. La persistance sélectionnée correspond à l'intervalle le plus proche de celui des passages effectués pour chaque période, soit à j+7 en première période et à j+3 en seconde période. Les paramètres de persistance sont donc :

- temps moyen de persistance (Tm) = 2,25 j (P1) et 1,5 j (P2), pour une moyenne de 1,9 j
- taux de persistance (p) = 8 % (P1) et 25 % (P2), pour une moyenne de 17 %

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

L'efficacité des observateurs a été testée à deux reprises au sein des parcelles prospectables. 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, 244 leurres ont été retrouvés par les 3 observateurs sur les 270 disposés 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 (19/05/20)	Test 2 (31/08/20)	Test 1 (19/05/20)	Test 2 (31/08/20)	
Nombre de leurres déposés	41	106	55	68	270
Nombre de leurres retrouvés	41	93	49	61	244
Probabilité de détection (d) :	1,00	0,88	0,89	0,90	0,90
	0,91		0,89		

Il en ressort un taux d'efficacité (ou de détection) de 0,91 pour une visibilité dite « bonne », et de 0,89 pour une visibilité dite « moyenne ». Lorsque la visibilité est nulle (parcelle impraticable par exemple, le taux appliqué est de 0).

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

4.1.2.3 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 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 par période

Période	Nbr de passages	Q1	Q2	Q3	Q4	Q5	Q6	Q7	Surface moyenne prospectée sur l'ensemble du parc
1 (mi-mai - mi-juillet)	9	23 %	26 %	20 %	35 %	29 %	29 %	39 %	29 %
2 (mi-juillet - début nov)	30	84 %	100 %	100 %	100 %	97 %	97 %	98 %	93 %
		70 %	82 %	81 %	65 %	81 %	81 %	84 %	78 %

Notons que, pour toutes les éoliennes, la surface était prospectable à plus de 65 % en moyenne sur l'année (moyenne globale de 78 %), 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 78 %.

4.1.2.4 Correctif lié à la période d'étude

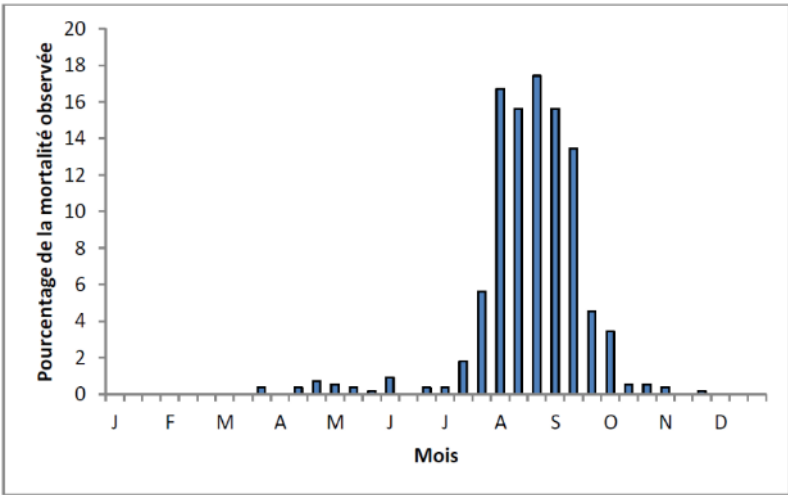
Les estimations de la mortalité ont été réalisées sur la base des 39 passages compris entre le 13/05 et le 02/11/2020 pour l'ensemble des éoliennes. Cette période correspond à la période principale d'activité pour les chauves-souris et, pour les oiseaux, couvre une grande partie des migrations pré et postnuptiale et toute la période de reproduction. Toutefois, des cas de mortalité peuvent se produire 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

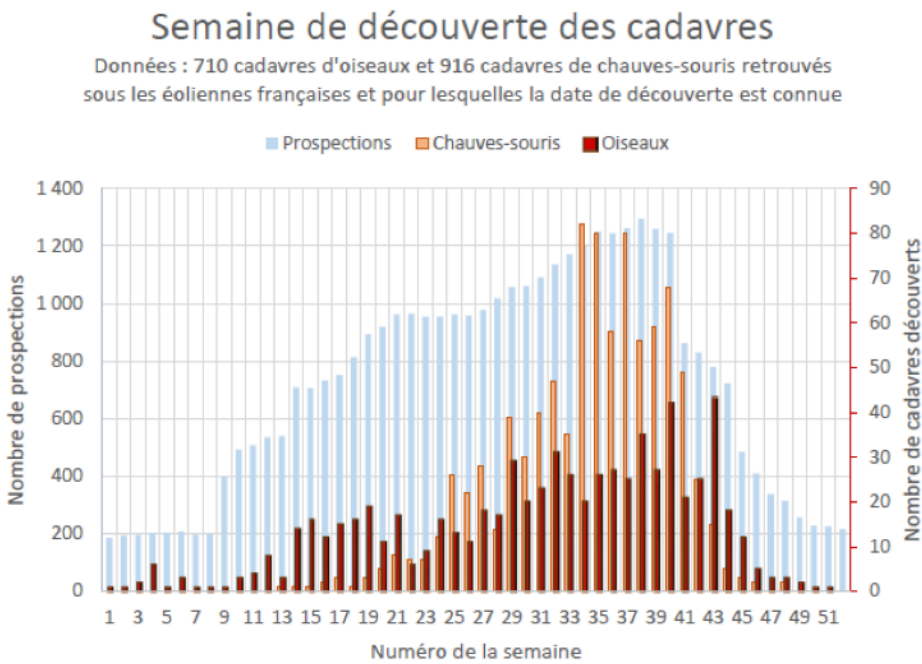
Référence	Proportion de cadavres découverts
Lepercq (2018)	86 % entre fin juillet et début octobre
Beucher & al., 2013	73 % entre le 15 juillet et le 31 octobre
Cornut & Vincent, 2010	80 à 83 % entre le 15 juillet et le 31 octobre
Biotope, 2011	83 % entre le 1 ^{er} août et le 31 octobre
Dulac, 2008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

Le graphique suivant, un peu ancien, présente la répartition temporelle des cadavres récoltés pour 551 chauves-souris en Allemagne (Dürr, 2007, cité par Jones & al., 2009). Ces données ont été reprises dans le graphique par Écosphère (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.



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 bibliographie¹⁵ (1^{re} colonne) et des 25 cadavres découverts sur le parc de Quincy-le-Vicomte lors des passages standardisés en 2020 (2^e colonne)

Pourcentage de mortalité (toutes espèces)	Chiroptères		Oiseaux	
Mai à juillet (semaines 20 à 30)* => migration pré-nuptiale, période de reproduction	10 %	0	25 %	1
Août à octobre (semaines 31 à 43) => migration postnuptiale, mouvements locaux	85 %	12	50 %	12
Reste de l'année	5 %	-	25 %	-

¹⁵ Bibliographie détaillant la répartition temporelle de la mortalité pour les chiroptères : Exen, 2013. *Éoliennes et chauves-souris, Expériences croisées des bureaux d'études*. Séminaire national éolien Biodiversité. Reims. 31 p. AVES environnement & le Groupe Chiroptères de Provence, 2010. *Parc éolien du Mas de Leuze, Saint-Martin-de-Crau (13). Étude de la mortalité des Chiroptères (17 mars– 27 novembre 2009)*. Arles, 38 p. Cornut J. et Vincent S., 2010. *Suivi de la mortalité des chiroptères sur deux parcs éoliens du sud de la région Rhône-Alpes*. LPO Drôme/CN'Air, 43 p.

Dulac P., 2010. *Évaluation de l'impact du parc éolien de Bouin sur l'avifaune et les chiroptères, bilan de 5 années de suivi*. Ademe/Région Pays de Loire, La Roche sur Yon, 106 p. Rydell J., Bach L., Dubourg-Savage M.-J., Green M., Rodrigues L. & Hedenström A., 2010. Bat mortality at wind turbines in northwestern Europe. *Acta Chiropterologica* 12 : 261-274. Pour les oiseaux : Marx G., 2017. *Le parc éolien français et ses impacts sur l'avifaune. Étude des suivis de mortalité réalisés en France de 1997 à 2015*. LPO : 80 p. + annexes.

Ainsi, sur la base des données bibliographiques et les résultats recueillis en 2020, les suivis réalisés sur le parc de Quincy-le-Vicomte couvrent la période entre les semaines 20 et 45 correspondant théoriquement à :

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

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

4.1.3 ESTIMATION DE LA MORTALITÉ RÉELLE AVEC EOLAPP

Les estimations de la mortalité du parc ont été calculées avec les formules de **Jones** et **Huso** par le biais de **l’application EolApp** (Besnard & Bernard). L’utilisation conjointe de ces 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 qui est nettement le cas ici, les résultats obtenus n’étant pas cohérents avec ce modèle.

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	Quincy-le-Vicomte		
Période du suivi	mi-mai - début novembre 2020	P1 mi-mai - mi-juillet 2020	P2 mi-juillet - début novembre 2020
Nbre d'éoliennes suivies	7	7	7
C (nombre de cadavres brut découverts sous les éoliennes dans un rayon de 50 m)	25 (+ 3 découverts de manière opportuniste juste avant et pendant le suivi)	1 (+3)	24
d (taux de détection moyen)	0,92	0,94	0,89
p (taux de persistance durant l'intervalle)	0,2	0,1	0,3
Tm (durée moyenne de persistance durant l'intervalle)	1,9 jours	2,3 jours	1,5 jours
I (intervalle moyen entre 2 visites)	4,5 jours	7 jours	4 jours

n (nombre de passage)	39	9	30
Sk (surface prospectée moyenne)	78 %	29 %	93 %

4.1.3.1 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 (7 éoliennes) sur la période suivie (13 mai – 2 novembre 2020).

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 (mi-mai – début novembre), pour les 2 modèles et obtenues avec l’application EolApp. Arrondi à la décimale. Les valeurs grisées sont indiquées à titre informatif mais ne seront pas retenues.

EolApp (Huso)	Groupe ou période	Type de test*	Mortalité brute	Médiane	[IC 10 - 90%]	
	Total	non paramétrique	25	91,7	59	139,9
		paramétrique		89,6	77,1	109,1
	Période 1	non paramétrique	1	51,8	0	175,4
		paramétrique		59,3	16,3	214,2
	Période 2	non paramétrique	24	84,3	56,3	122,6
		paramétrique		84,4	77,8	92
	Chiroptères	non paramétrique	12	43,5	24,5	71,57
		paramétrique		43,3	36,1	53,8
	Oiseaux	non paramétrique	13	46,6	23,4	79,6
		paramétrique		46,6	39,18	58

EolApp (Jones)	Groupe ou période	Type de test*	Mortalité brute	Médiane	[IC 10 - 90%]	
	Total	non paramétrique	25	117,3	69,3	218,4
		paramétrique		112,2	90,1	154,5
	Période 1	non paramétrique	1	66,3	0	647,1
		paramétrique		370,7	117,8	801,3
	Période 2	non paramétrique	24	116,4	73	197,8
		paramétrique		115,8	103,2	131,9
	Chiroptères	non paramétrique	12	56	29,3	110
		paramétrique		54,2	42,5	76,5
	Oiseaux	non paramétrique	13	60	28,4	118,8
		paramétrique		58,2	46,2	82,1

* Les tests peuvent être réalisés selon deux possibilités, soit en « bootstrap non-paramétrique », soit en « bootstrap paramétrique ». La première option est plus fiable quand le jeu de donnée est faible (nombre limité de passages ou de cadavres détectés). La deuxième méthode est pertinente uniquement pour des jeux de données plus conséquents (dans le cas de petits jeux de données, elle fournit des résultats trop optimistes sur la précision des estimations de mortalité). Les deux méthodes fournissent les mêmes résultats lorsque les jeux de données sont grands.

Dans le cas présent, le test paramétrique a été retenu, la taille de l'échantillon étant suffisante. En effet, les résultats avec ce type de test ont un intervalle de confiance plus restreint, ce qui est plus intéressant. Cependant, aucun des deux types de test ne donne de valeurs significatives pour la période 1 en raison de l'échantillon trop petit (un seul cadavre).

Synthèse des estimations de la mortalité sur la période du suivi (mi-mai – début novembre). Arrondi à l'unité.

	Groupe ou période	Mortalité brute	Médiane [IC 10 - 90%]
EolApp (Moyenne Huso-Jones)	Total	25	101 [84 - 132]
	Période 1	1	NA
	Période 2	24	100 [91 - 112]
	Chiroptères	12	49 [39 - 65]
	Oiseaux	13	52 [43 - 70]

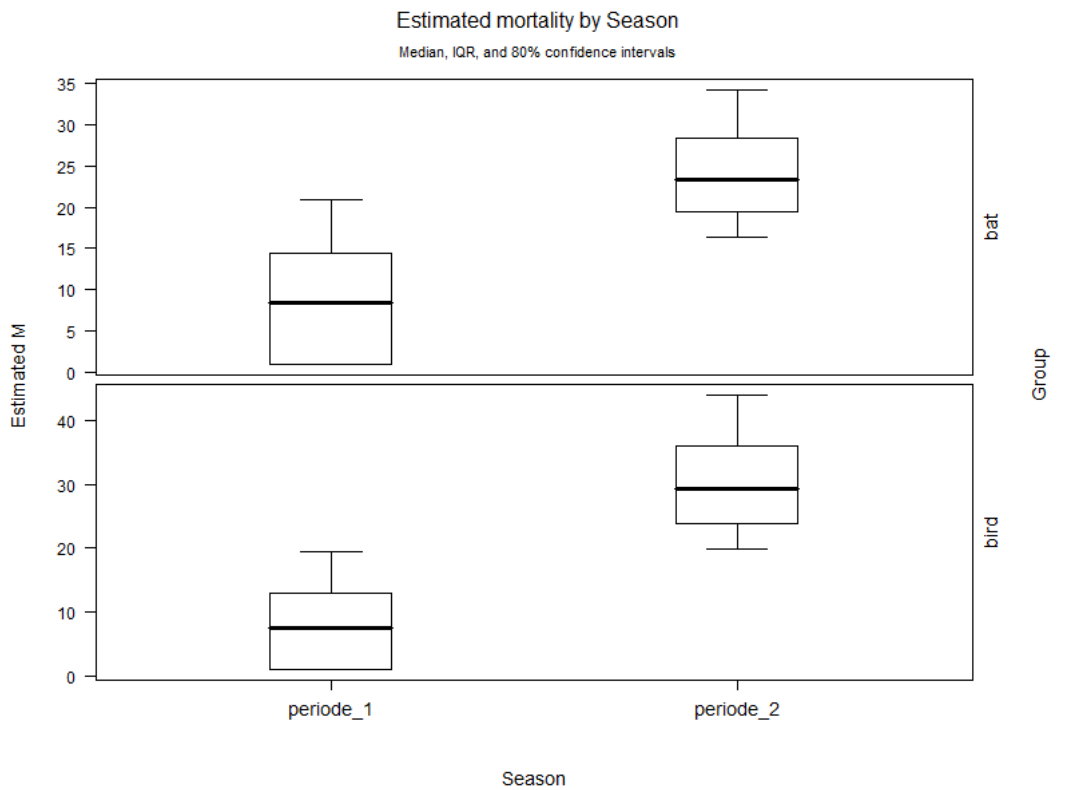
La moyenne des estimations d'Huso et Jones donne une valeur médiane de la mortalité d'environ **101 individus [IC 80 % : 84 – 132] impactés sur l'ensemble du parc pour la période de suivi** (mi-mai à début novembre). La mortalité se concentre en seconde partie de suivi. Elle est toutefois équitablement répartie entre les oiseaux et les chauves-souris.

4.1.4 ESTIMATIONS DE LA MORTALITÉ AVEC GENEST

Les tableaux suivants présentent les résultats des estimations de la mortalité réelle obtenus à partir des modélisations faites avec GenEst (Huso & Dalthorp). En annexe 5 est précisé le détail des choix retenus pour les modélisations opérées par GenEst afin d'ajuster au mieux les estimations aux jeux de données bruts du parc.

Résultats des estimations de la mortalité réelle obtenus avec GenEst

			P1			P2		
	Groupe	Période	Médiane	[IC 10 - 90%]		Médiane	[IC 10 - 90%]	
Genest	Chiroptères	P1	8,4	1,0	21,0			
	Chiroptères	P2				23,3	16,5	34,1
	Oiseaux	P1	7,4	1,0	19,4			
	Oiseaux	P2				29,4	19,8	43,9
		Ensemble des périodes et des groupes	69	38	118			



Représentation graphique des estimations de mortalité par groupe et par période obtenues avec GenEst

Les analyses réalisées avec GenEst donnent des résultats plus fins dont les intervalles de confiance sont plus resserrés et réalistes.

Les estimations de la mortalité réelle avec GenEst donnent une valeur médiane de la mortalité d'environ **69 individus [IC 80 % : 38 – 118] impactés sur l'ensemble du parc pour la période de suivi** (mi-mai à début novembre). Elle est plus faible en première période de suivi, avec 8,4 chiroptères [IC 80 % : 1 - 21] et 7,4 oiseaux [IC 80 % : 1 – 19], qu'en seconde partie du suivi, avec 23,3 chiroptères [IC 80 % : 16,5 – 34,1] et 29,4 oiseaux [IC 80 % : 19,8 – 43,9].

4.1.5 CORRECTION ANNUELLE DES ESTIMATIONS PAR RAPPORT À LA PÉRIODE SUIVIE

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, 4.1.2.4). 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 EolApp)*	Mortalité estimée (GenEst)	Couverture temporelle de la mortalité	Correction annuelle	Mortalité corrigée sur l'année	Mortalité par éolienne et par an	Mortalité totale
2020 mi-mai – début novembre	Chiroptères	49	31,7	0,95	+ 5 %	33,3	4,8	79 cadavres pour les 7 éoliennes du parc, soit 11,3 cadavres par éolienne
	Oiseaux	52	36,8	0,75	+ 25 %	46	6,6	

* L'estimation réalisée avec EolApp, moins précise et réaliste, n'est indiquée qu'à titre informatif.

4.1.5.1 Estimations de la mortalité par éolienne

Les résultats bruts de la mortalité constatée sur le parc de Quincy-le-Vicomte montrent une mortalité différentielle en fonction de l'éolienne considérée. La majeure partie des cadavres ont été découverts au pied des éoliennes 3, 5, 6 et surtout 4. 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 à partir des estimations fournies par EolApp (cf. partie 4.1.2.3). **Le tableau ci-dessous présente les résultats de la mortalité estimée par éolienne.**

Résultats des estimations de la mortalité réelle par éolienne sur la période suivie (mi-mai à début novembre) pour les 2 modèles et obtenues avec l'application EolApp, en test non-paramétrique (petits jeux de données)

Éolienne	Quin1	Quin2	Quin3	Quin4	Quin5	Quin6	Quin7
Nb de cadavres bruts	2	2	4	9	4	5	2
Médiane [IC 10 - 90%] (Huso)	8 [0-17,7]	6,8 [0-15]	10,6 [3,5-20,9]	40,4 [21,6-68,4]	14,2 [5,9-26,2]	14,2 [5,9-26,1]	3,3 [0-9]
Médiane [IC 10 - 90%] (Jones)	10 [0-25,4]	8,6 [0-21,5]	13,6 [4,4-30,5]	51,9 [26,1-103,2]	18,2 [7,2-38,9]	18,2 [7,2-39,2]	4 [0-12,3]
Moyenne Huso / Jones	9 [0-21,6]	7,7 [0-18,3]	12,1 [4-25,7]	46,15 [23,9-85,8]	16,2 [6,6-32,6]	16,2 [6,6-32,7]	3,65 [0-10,7]

* 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. Il n'est pas réaliste d'appliquer une correction liée à la période non suivie (novembre - avril), celle-ci étant différente entre les oiseaux et les chauves-souris et les estimations trop imprécises pour distinguer ces deux groupes en plus des éoliennes. On notera toutefois que **l'éolienne Quin4 est la plus impactante**, avec environ 3 fois plus de mortalité (46 cadavres entre mi-mai et début novembre) que **les éoliennes Quin5 et Quin6**, qui présentent elles-aussi une mortalité nettement significative (16 cadavres sur cette même période).

4.1.5.2 Conclusions sur les estimations de la mortalité réelle

La mortalité moyenne engendrée sur le parc de Quincy-le-Vicomte est estimée à une valeur médiane de **69 cadavres pour la période du suivi (environ 10 cadavres par éolienne)**, soit de mi-mai à début novembre, avec un intervalle de confiance à 80 % compris entre 38 et 118. En appliquant une correction liée à la période non suivie (+ 5 % pour les chiroptères, + 25 % pour les oiseaux), la mortalité atteint une médiane de **33 chauves-souris et 46 oiseaux sur l'ensemble du parc et par an** (4,7 chauves-souris et 6,5 oiseaux par éolienne).

La mortalité se fait principalement en seconde période de suivi, soit entre mi-juillet et début novembre, correspondant à la migration postnuptiale (environ 53 cadavres estimés, contre 16 entre mi-mai et mi-juillet). Le détail par éolienne montre que la mortalité est principalement concentrée sur les éoliennes centrales, Quin3 à Quin6. Pour ces 4 éoliennes les plus impactantes, les estimations de la mortalité par éolienne varient d'environ 12 à 46 cadavres par an en valeur médiane. L'éolienne la plus impactante est Quin4, avec 46 cadavres estimés sur l'année. **En moyenne, cela représente une mortalité d'une dizaine de cadavres par éolienne et par an sur le parc de Quincy-Ormeaux.**

4.1.6 ANALYSE DE LA MORTALITÉ

4.1.6.1 Répartition spatiale

La distribution des cadavres découverts n'est pas homogène entre les éoliennes : sur toute la durée du suivi, elle varie entre 2 cadavres (éoliennes 1, 2 et 7) et 9 cadavres (éolienne 4), tel que décrit dans le chapitre 4.1.1.1). Plus les éoliennes se trouvent au centre du parc, plus celles-ci semblent impactantes. Cette hétérogénéité concerne en réalité les oiseaux uniquement et tout particulièrement migrateurs ; la différence n'est que peu significative pour les chauves-souris. Concernant ces dernières, il est rassurant de constater que les éoliennes proches des lisières et des vallées environnantes semblent en être suffisamment distantes et ne sont pas particulièrement impactantes. En effet, Quin1 se trouve à environ 220 m de la lisière la plus proche et dans la continuité du chemin en provenance du ruisseau de Bornant et de la ferme du même nom et aurait pu avoir un impact non négligeable sur les espèces locales. Des écoutes récentes (données Écosphère) ont en effet montré que la vallée du Bornant constitue un terrain de chasse régulier et important pour les noctules (Noctule commune et Noctule de Leisler).

Les oiseaux impactés sont principalement des migrateurs, la plupart nocturnes. Il est difficile de connaître les raisons à l'origine de ces cas de mortalité au centre du parc. Il est possible que le Bois de Quincy constitue un reposoir régulier pour ces espèces, qui partent en début de nuit depuis la lisière sud (à l'automne). L'effet de pente est particulièrement important entre le boisement d'où ils partent (environ 300 à 320 m d'altitude) et les pales des éoliennes (environ 480 m pour le haut des pales des éoliennes centrales), ce qui représente une grande difficulté à franchir (au moins 160 m d'altitude à passer sur environ 400 m de distance). Les éoliennes extérieures sont plus basses (côté ouest) ou plus éloignées du bois, ce qui peut supposer qu'elles sont plus faciles à franchir ou tout simplement à contourner, alors que les oiseaux se présentant au cœur du parc pourraient se heurter à l'effet barrière et préférer passer au-dessus. Il s'agit toutefois d'hypothèses, d'autant plus en l'absence d'informations sur les conditions exactes de mortalité (date et heure de collision, conditions météorologiques).

Par rapport à la distance au mât, **la majorité des cadavres (61 %) a été découvert entre 20 et 40 m** (cf. 4.1.1.1). 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). Dans le cas du parc éolien de Quincy-le-Vicomte, un unique cadavre a été découvert au-delà des 50 m, un Roitelet triple-bandeau trouvé à 55 m.

4.1.6.2 Analyse de la mortalité constatée sur les oiseaux

Les oiseaux représentent la moitié des 28 cas de mortalité constatés sur le parc de Quincy-le-Vicomte.

La mortalité des oiseaux concerne ici uniquement **des passereaux et des Martinets noirs**. Les espèces impactées en 2020 sont : l'Alouette des champs (2 cadavres), le Roitelet triple-bandeau (7), le Gobemouche noir (2), la Grive musicienne (1) et le Martinet noir (2).

La mortalité observée est concentrée sur la période de migration postnuptiale. Seules les deux Alouettes des champs ont été retrouvées en première partie du suivi. Tous les autres cas de mortalité ont été recensés entre le 4 août et le 2 novembre 2020.

La liste des cadavres découverts sur le parc en 2020 (avec le détail des dates de découvertes, les éoliennes concernées, l'état des cadavres, la distance au mât, etc.) est donnée en annexe 3.



Alouette des champs, éolienne 6, 15/06/20
(E. Brunet)

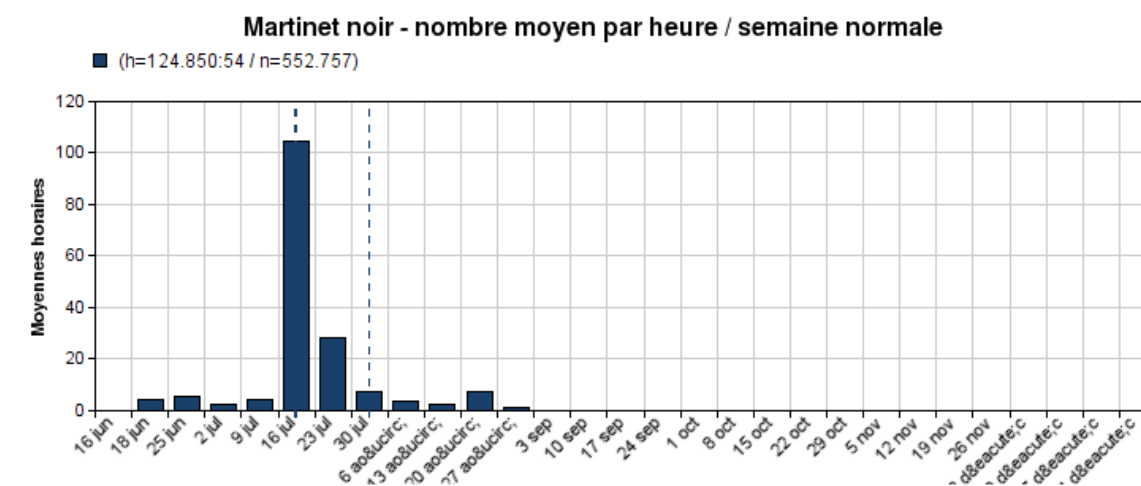


Martinet noir, éolienne 4, 04/08/20
(L. Spanneut)

Deux Alouettes des champs ont été impactées les 27 mai et 15 juin 2020. Il s'agit certainement d'individus de la population nicheuse locale. Cette espèce niche dans les cultures autour des machines. Un oiseau a été trouvé au pied de l'éolienne 6, sur la plateforme.

Au vu des tailles de populations estimées en Europe (11,2 millions de couples selon BirdLife International, 2015), le total de cadavres connu en Europe (385 cas au 23 novembre 2020 selon T. Dürr) implique une **sensibilité au risque de collision de niveau faible**.

Deux Martinets noirs ont été découverts les 4 et 21 août, correspondant à des migrants tardifs, le pic de migration postnuptiale de l'espèce étant précoce, vers la mi-juillet (voir figure ci-après). Il s'agit de jeunes de l'année, connus pour leurs mouvements migratoires plus tardifs. Les oiseaux ont été découverts au pied des éoliennes 3 et 4. Les Martinets noirs sont des migrants 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).



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 411 individus en Europe (au 23 novembre 2020 selon T. Dürr) implique **une sensibilité au risque de collision de niveau faible**.

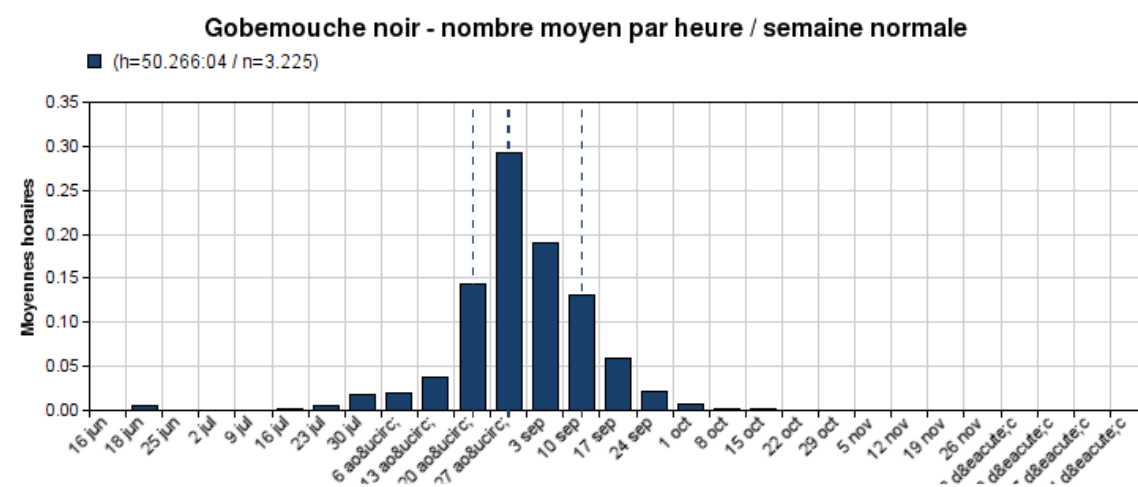


Martinet noir, éolienne 3, 21/08/2020
(L. Robert)



Gobemouche noir, éolienne 6, 14/09/20
(L. Spanneut)

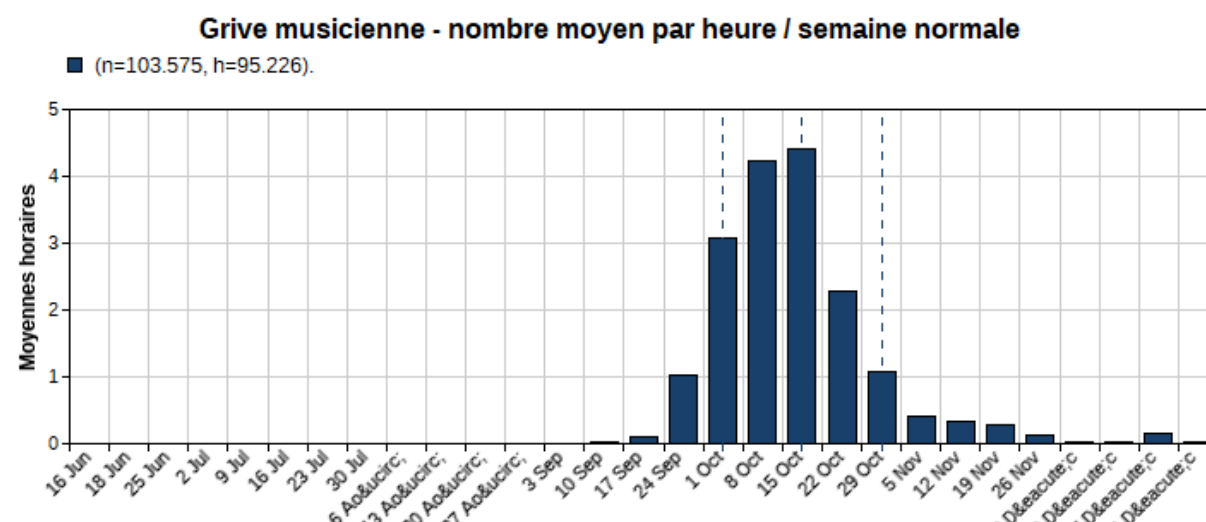
Deux Gobemouches noirs ont été retrouvés le 14/09/2019 autour des éoliennes 4 et 6. Les gobemouches sont migrants : présents en France et dans le nord de l'Europe d'avril à août-septembre, ils repartent en Afrique subsaharienne durant l'hiver. L'espèce est nicheuse principalement dans des boisements mixtes ou de feuillus. En période de migration, elle se déplace généralement de nuit à haute altitude. Aussi, il s'agit là d'individus migrants, la date de découverte correspondant à la fin de la migration automnale de l'espèce (cf. ci-après).



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

Au vu des tailles de populations estimées en Europe (12,5 millions de couples selon BirdLife International, 2015), le nombre de cadavres recensés de 82 individus en Europe (au 23 novembre 2020 selon T. Dürr) implique **une sensibilité au risque de collision de niveau faible**.

Une Grive musicienne a été retrouvée le 16/10/2020 au pied de l'éolienne 4. Plusieurs voies migratoires existent selon la provenance des oiseaux. Les oiseaux d'Europe centrale/orientale migrent vers le sud-ouest en direction de la France et de la Péninsule ibérique, tandis que les populations les plus nordiques tendent à migrer droit vers le sud, atteignant l'Afrique du Nord. Cette espèce migre principalement de nuit, comme beaucoup de passereaux. L'individu découvert sur le parc est un migrateur, découvert lors du pic de passage.



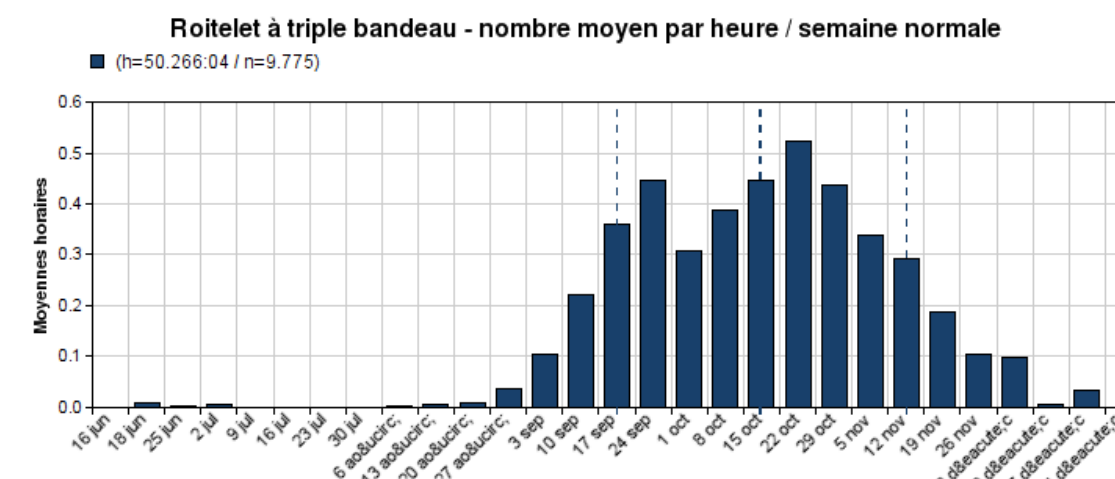
Phénologie de la migration automnale de la Grive musicienne en France (source : www.trektellen.org)

Au vu des tailles de populations estimées pour la Grive musicienne en Europe (2,44 millions de couples selon BirdLife International, 2015), le total de cadavres connu en Europe de 199 individus (au 23 novembre 2020 selon T. Dürr) implique **une sensibilité au risque de collision de niveau faible**.



Cadavres de Grive musicienne (éolienne 4) et Roitelet triple-bandeau (éolienne 5) du 16/10/20 (L. Robert)

L'ensemble des **7 cadavres de Roitelet triple-bandeau** ont été découverts entre le 16/09 et le 02/11/2020 sur les éoliennes 1, 3, 4 et 5. Les roitelets sont des migrateurs partiels¹⁶, 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 triple-bandeau est nicheur dans tout type de boisement. **Les roitelets impactés lors de ce suivi sont des migrateurs**, les dates de découvertes des cadavres correspondant au pic de migration de l'espèce, entre septembre et octobre (cf. ci-après).



¹⁶ 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.

Au vu des tailles de populations estimées pour le Roitelet triple-bandeau en Europe (4,18 millions de couples selon BirdLife International, 2015), le total de cadavres connu en Europe de 267 individus (au 23 novembre 2020 selon T. Dürr) implique une **sensibilité au risque de collision de niveau faible**.

Toutefois, **il s'agit des oiseaux les plus concernés par le risque de collision** (le Roitelet triple-bandeau étant le 4^e passereau le plus touché 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). **Près de 60 % des Roitelets 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 Quincy-le-Vicomte. Il convient par ailleurs d'ajouter que les chiffres de mortalité sont probablement très 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 au titre des 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, probablement liée à de mauvaises conditions météorologiques. Outre l'existence de flux migratoires à travers le parc éolien, les populations d'oiseaux migrants impactées par les éoliennes pourraient aussi être attirées par les balisages lumineux lorsqu'ils sont en migration. Le Roitelet 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.

Notons que les 5 espèces d'oiseaux impactées sur le parc éolien de Quincy-Ormeaux font partie des espèces les plus touchées au niveau européen ou en France. Notamment, le Roitelet triple-bandeau, le Martinet noir et l'Alouette des champs sont respectivement les première, deuxième et quatrième espèces les plus touchées en France (Dürr, 2020). Les Gobemouche noir et Grive musicienne sont tous les deux en 15^e place.

4.1.6.3 Analyse de la mortalité constatée sur les chauves-souris

Les chauves-souris représentent la moitié des 28 cas de mortalité constatés sur le parc de Quincy-le-Vicomte.

La mortalité des chauves-souris concerne ici uniquement des **pipistrelles et des noctules**. Les espèces impactées en 2020 sont : la Pipistrelle commune/pygmée (3 cadavres), la Pipistrelle de Kuhl (1), la Pipistrelle de Nathusius (5), des Pipistrelles indéterminées (2), la Noctule commune (1) et la Noctule de Leisler (2).

La mortalité observée est concentrée sur la période postnuptiale. Seules deux Pipistrelles commune/pygmée et indéterminée ont été retrouvées en première partie du suivi, en période de passage printanier ou de reproduction (hors passages standardisés néanmoins). Tous les autres cas de mortalité ont été recensés entre le 27 juillet et le 20 octobre 2020.

La liste des cadavres découverts sur le parc en 2020 (avec le détail des dates de découvertes, les éoliennes concernées, l'état des cadavres, la distance au mât, etc...) est donnée en annexe 3.



Cadavres de Pipistrelles communes/pygmées
Éolienne 3, 10/07/20 à gauche ; éolienne 5, 28/07/20 à droite (L. Spanneut)

Les 3 Pipistrelles communes/pygmées ont été retrouvées en juillet et fin octobre autour des éoliennes 3 et 5. Il s'agit vraisemblablement de Pipistrelle commune au vu de la rareté de la seconde. Cette espèce est présente toute l'année et il s'agit certainement d'individus locaux.

Le nombre de cadavres recensés de 2 433 individus en Europe et 1 012 en France (T. Dürr, 23/11/2020) implique **une sensibilité au risque de collision de niveau fort**. Il s'agit toutefois d'une sensibilité brute, à tempérer par l'abondance de ces deux espèces en Europe.

La Pipistrelle de Kuhl a été retrouvée mi-septembre au pied de l'éolienne 4. Cette espèce est présente toute l'année et il s'agit très probablement d'un individu local.

Le nombre de cadavres recensés de 469 individus en Europe et 219 en France (T. Dürr, 23/11/2020) implique **une sensibilité au risque de collision de niveau fort** (pour une espèce assez abondante).

5 cadavres de Pipistrelle de Nathusius ont été retrouvés entre le 14 septembre et le 12 octobre au pied des éoliennes 2, 4, 6 et 7, soit en pleine période de migration pour cette espèce.

Le nombre de cadavres recensés de 1 621 individus en Europe et 276 en France (T. Dürr, 23/11/2020) implique **une sensibilité au risque de collision de niveau fort** (pour une espèce assez abondante en Europe du Nord).



Noctule commune, éolienne 6, 31/08/20
(E. Brunet)



Noctule de Leisler, éolienne 5, 04/09/20
(L. Robert)

1 cadavre de Noctule commune et **2 de Noctule de Leisler** ont été retrouvés entre le 17 août et le 4 septembre autour des éoliennes 1, 6 et 5, soit également en pleine période de migration pour ces deux espèces.

Le nombre de cadavres recensés **pour la Noctule commune** est de 1 558 individus en Europe et 104 en France (T. Dürr, 23/11/2020). Le nombre de cadavres recensés **pour la Noctule de Leisler** est de 721 individus en Europe et 153 en France (T. Dürr, 23/11/2020). **La sensibilité au risque de collision est forte pour ces deux espèces** peu abondantes.

4.1.7 CONCLUSION SUR LE SUIVI DE MORTALITÉ

Le suivi réalisé en 2020 sur le parc de Quincy-le-Vicomte était constitué de **39 passages répartis entre le 19 mai et le 2 novembre 2020**, avec une fréquence d'un passage tous les 7 jours d'avril à mi-juillet et d'un passage tous les 4 jours de mi-juillet à début novembre, soit un **intervalle moyen entre les passages de 4,5 jours**.

Les **7 éoliennes** du parc ont été suivies sur l'ensemble de la période. Les recherches ont été réalisées dans un **rayon de 50 m** autour du mât. La **surface moyenne de prospection est de 78 % sur l'intégralité du suivi** (variant de 65 à 84 % selon l'éolienne). Elle est supérieure en seconde partie du suivi (93 %, contre 29 % en début de saison). Les tests de détection réalisés pour les trois observateurs montrent une **détectabilité moyenne de 90 %**. Les tests de persistance réalisés à partir de 24 leurres montrent une **persistance moyenne de 1,9 jour, variable dans le temps** (2,3 j en première période et 1,5 j en seconde période).

28 cadavres ont été découverts (dont 3 hors protocole), 14 oiseaux et 14 chauves-souris, parmi lesquels :

- **12 passereaux appartenant à 4 espèces** : 7 Roitelets triple-bandeau [migrateurs], 1 Grive musicienne [migratrice], 2 Gobemouches noirs [migrateurs], 2 Alouettes des champs [locaux] ;
- **2 apodiformes** (2 Martinets noirs [migrateur]) ;
- **2 Pipistrelles indéterminées** [statut inconnu] ;
- **3 Pipistrelles communes/pygmées** et **1 Pipistrelle de Kuhl** [locales] ;
- **5 Pipistrelles de Nathusius, 1 Noctule commune** et **2 Noctules de Leisler** [migratrices].

Les résultats bruts de mortalité ont été corrigés selon les modèles Huso et Jones à partir de l'application EolApp développée par Besnard et Bernard et à partir de l'application GenEst développée par Huso & Dalthorp (USGS) et Korner-Nievergelt (Öikostat).

La moyenne des estimations d'Huso et Jones (EolApp) donne une valeur médiane de la mortalité d'environ 101 individus [IC 80 % : 84 – 132] impactés sur l'ensemble du parc pour la période de suivi (mi-mai à début novembre).

Les estimations obtenues à partir de GenEst donne des résultats plus fiables et réalistes avec des valeurs d'environ **69 individus [IC 80 % : 38 – 118] impactés sur l'ensemble du parc pour la période de suivi**. En appliquant une correction liée à la période non suivie (+ 5 % pour les chiroptères, + 25 % pour les oiseaux), **la mortalité médiane atteint 79 individus (33 chauves-souris et 46 oiseaux) sur l'ensemble du parc et par an. Cette mortalité se fait principalement en seconde période de suivi**, soit entre mi-juillet et début novembre, correspondant à la migration postnuptiale (environ 53 cadavres estimés, contre 16 entre mi-mai et mi-juillet). Le détail par éolienne montre que la mortalité est principalement concentrée sur les éoliennes centrales, Quin3 à Quin6. L'éolienne la plus impactante est Quin4, avec 46 cadavres estimés sur l'année. **En moyenne, cela représente une mortalité d'une dizaine de cadavres par éolienne et par an sur le parc de Quincy-le-Vicomte.**

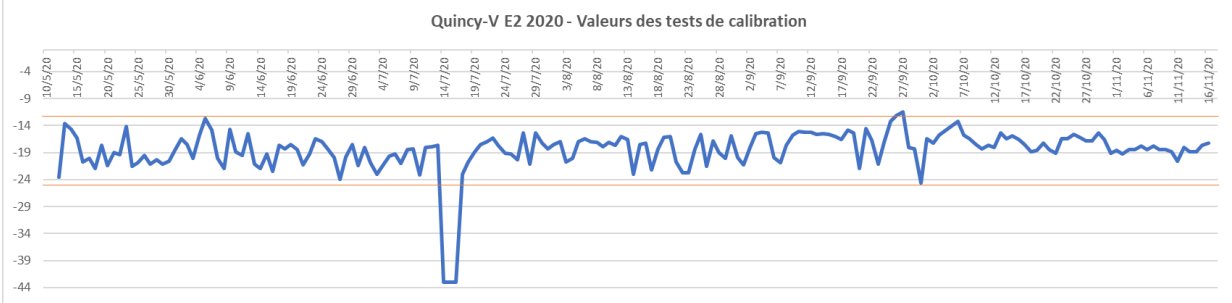
Pour la plupart des espèces observées sur le parc, cela ne remet pas en cause l'état de conservation des populations locales et migratrices. Pour certaines espèces de chauves-souris et tout particulièrement la Noctule commune, l'impact sur les populations doit être intégré au niveau de l'ensemble des parcs (notion d'effets cumulés). En effet, les tendances sont défavorables à cette espèce encore commune mais ayant une stratégie de reproduction de type K basée sur une durée de vie longue et une reproduction plus rare et tardive. La mortalité de peu d'individus est significative.

4.2 SUIVI ACOUSTIQUE EN NACELLE

4.2.1 VALIDITÉ DU MATÉRIEL UTILISÉ

Le micro du Batmode S, et notamment sa capsule exposée aux intempéries extérieures, peut montrer des variations de sensibilité et ainsi affecter la bonne détectabilité des ultrasons émis par les chauves-souris. Un test de calibration quotidien à midi a 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 12 mai jusqu’au 17 novembre 2020, à l’exception de 3 nuits en juillet (14, 15 et 16 juillet).



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

4.2.2 DESCRIPTION DES ACTIVITÉS ENREGISTRÉES

4.2.2.1 Bilan par mois et par espèce

Le tableau suivant compile les totaux de contacts par mois pour chaque espèce ou groupe d’espèces. Les espèces majoritairement contactées en 2020 sont les Noctules commune et de Leisler, avec des pics d’activité centrés respectivement sur juillet-août et août-octobre. La Pipistrelle de Kuhl vient ensuite, avec un pic à 143 contacts en septembre, concentrés exclusivement sur la nuit du 21 au 22. L’activité de la Pipistrelle commune est notable en juin, moindre en juillet et minime d’août à octobre. La Pipistrelle de Nathusius a été très faiblement contactée en août et septembre.

Activités mensuelles enregistrées du 12 mai au 17 novembre 2020 depuis la nacelle de Quin2

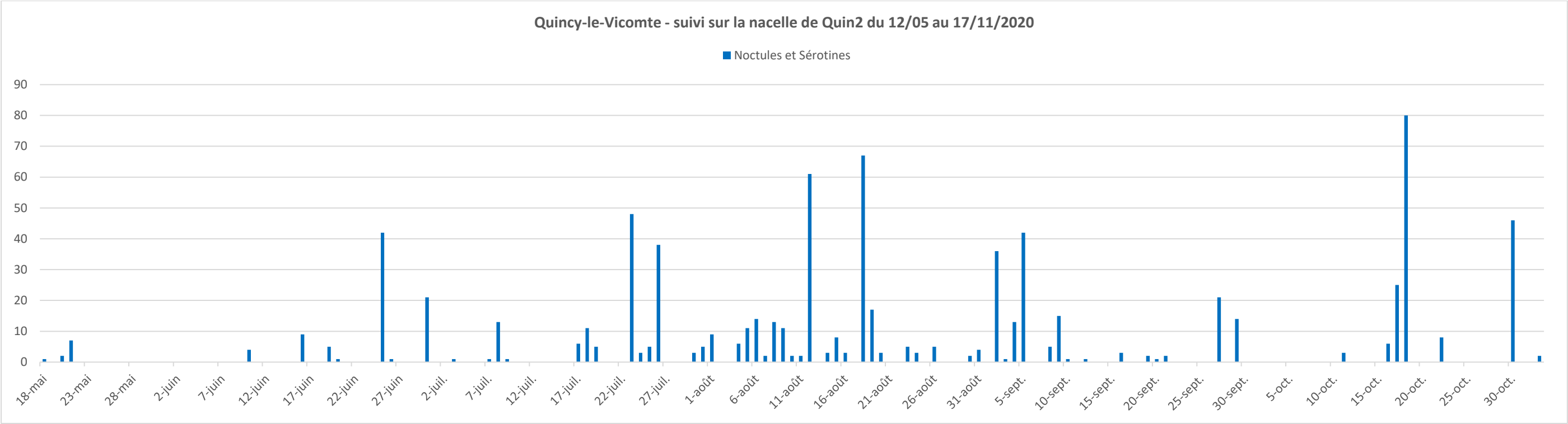
Mois	Noctule de Leisler	Noctule commune	Sérotules	Pipistrelle commune	Pipistrelle de Kuhl	Pipistrelle de Nathusius	Pipistrelle de Kuhl/Nathusius	Total
Mai (20 nuits)	8	1	1					10
Juin (30 nuits)	2	75	6	73				156
Juillet (28 nuits)	25	104	11	36				176
Août (31 nuits)	119	104	28	5	2	1	7	266
Septembre (30 nuits)	64	57	36	9	143	3	1	313
Octobre (31 nuits)	134	29	5	1	1		2	172
Novembre (16 nuits)	2							2
Total	354	370	87	124	146	4	10	1095

4.2.2.2 Chronologie de l’activité

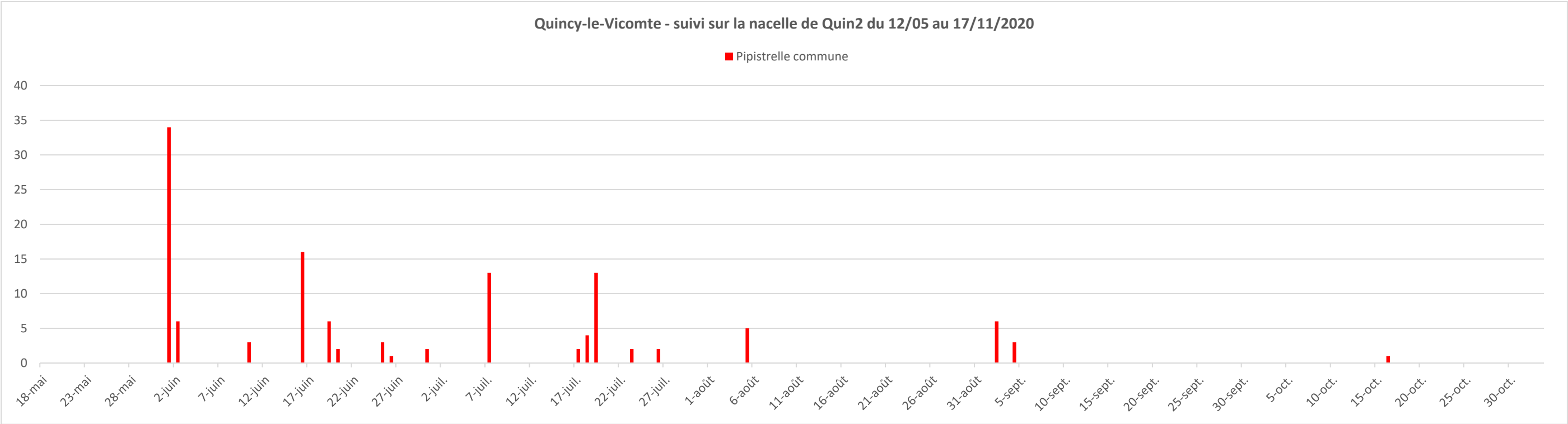
Les graphiques suivants présentent par groupes d’espèces la chronologie quotidienne du suivi. Concernant le groupe des sérotules (noctules/sérotines), plusieurs périodes comprenant des pics d’activité se démarquent légèrement en 2020, à savoir fin juin, entre fin juillet et début septembre, puis la deuxième quinzaine d’octobre.

Concernant la Pipistrelle commune, les pics d’activité sont peu marqués, avec une activité plus irrégulière entre fin mai et fin juillet.

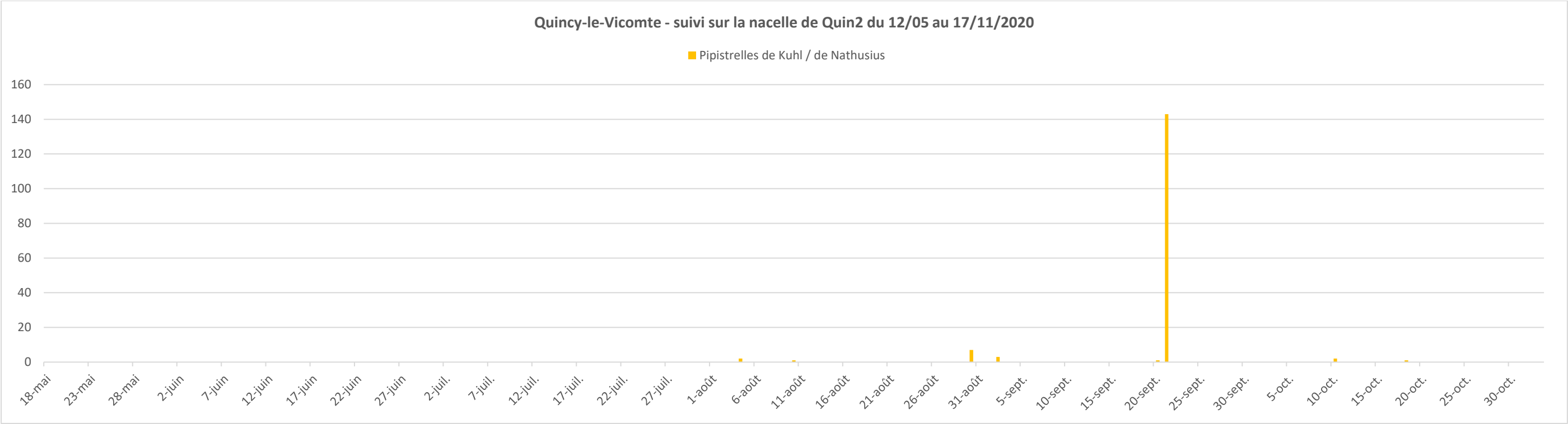
Pour ce qui est des Pipistrelles de Kuhl/Nathusius, l’activité est particulièrement faible, hormis un pic d’activité à plus de 140 contacts la nuit du 21 au 22 septembre 2020.



Chronologie de l'activité des noctules et sérotines depuis la nacelle de Quin2



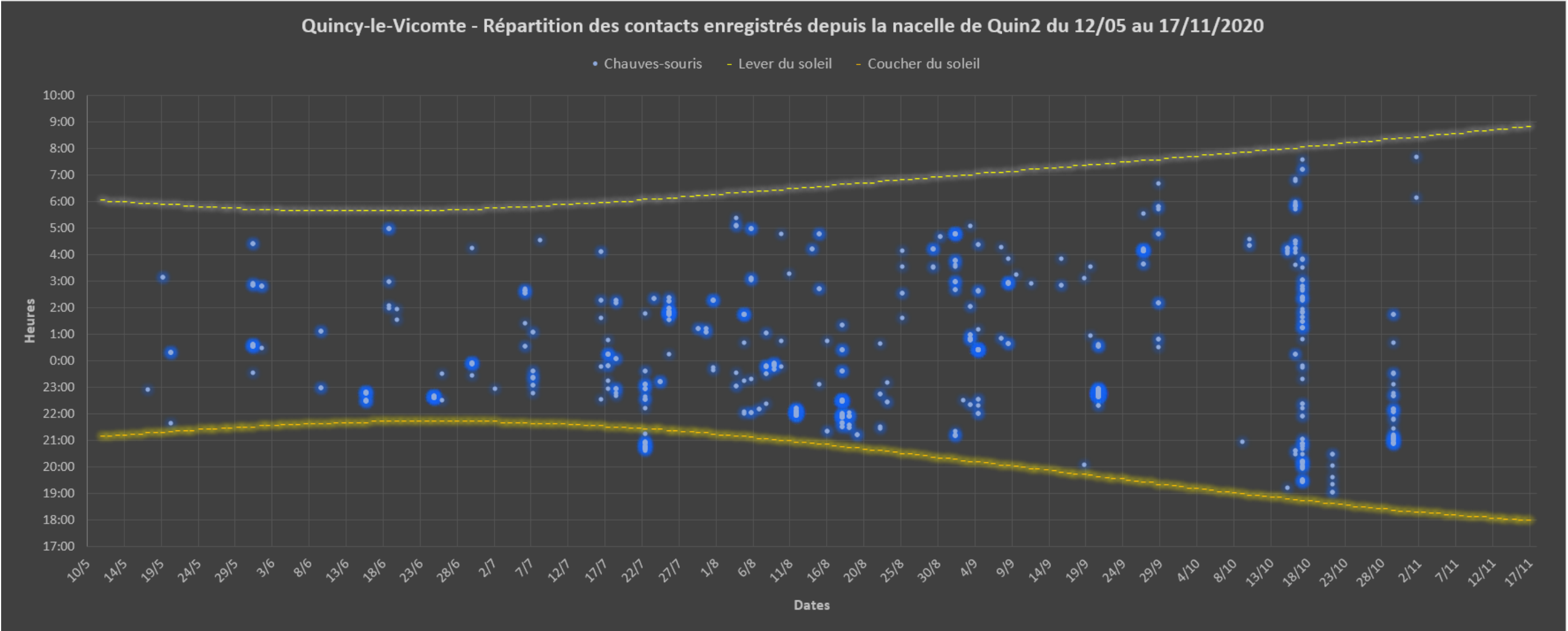
Chronologie de l'activité de la Pipistrelle commune depuis la nacelle de Quin2



Chronologie de l'activité des Pipistrelles de Kuhl/Nathusius depuis la nacelle de Quin2

4.2.2.3 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 de la nuit (calibration avec les heures de lever et coucher de soleil à Montbard). Les contacts sont globalement répartis sur l'ensemble de la durée de la nuit, sans qu'une tendance ne ressorte.



Distribution des contacts enregistrés depuis la nacelle de Quin2 en fonction de la date et de l'heure. Le coucher et le lever du soleil sont représentés par les courbes orange et jaune.

4.2.3 SYNTHÈSE ET ÉVALUATION DES ACTIVITÉS

4.2.3.1 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) enregistrés en une nuit ;

Entre juillet et octobre, les moyennes des contacts par nuit des espèces migratrices de haut vol sont particulièrement importantes. Elles sont toutes comprises entre 5 et 8, avec un pic à 8,1 pour le mois d'août. La moyenne est plus modérée en juin (2,8) et faible en mai et novembre (0,5 et 0,1). À noter également que le nombre de nuits dites positives (avec au moins un contact enregistré) rapporté au nombre de nuits suivies est le plus important en août (2/3 des nuits), suivi de juillet et septembre (la moitié des nuits), et s'atténue progressivement en juin puis mai et en octobre puis novembre.

Bilan statistique du suivi depuis la nacelle de l'éolienne Quin2 du 12 mai au 17 novembre 2020

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
Mai	20	3	0,5	0,5	7
Juin	30	9	5,2	2,8	45
Juillet	28	13	6,3	5,0	50
Août	31	21	8,6	8,1	67
Septembre	30	14	10,4	5,3	145
Octobre	31	7	5,5	5,4	81
Novembre	16	1	0,1	0,1	2

4.2.3.2 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 2019. 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 la méthode des quantiles, habituellement utilisée en statistiques, a été appliquée. Les quantiles 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 1 054 nuits d'écoute au cours desquelles au moins 1 contact a été enregistré. Données pour 18 éoliennes réparties sur 13 sites différents implantés à plus de 50 m d'altitude en milieu ouvert (2014 à 2019) dans le grand quart nord-est de la France

NACELLE >50 m Nord-est de la France Espèce	Seuils de nombre de contacts par nuit			
	Q25 %	Q50 %	Q75 %	Q90 %
TOUTES ESPECES	2	4	10	25
Noctule commune	1	3	6	14
Noctule de Leisler	1	3	8	21
Sérotine / Noctules	2	4	10	27
Pipistrelle commune	1	3	6	12
Pipistrelle de Kuhl	1	1	2	3
Pipistrelle de Nathusius	1	1	2	2
Pipistrelle de Kuhl/Nathusius	1	2	3	6

Le tableau suivant 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 2020 (186 nuits suivies, dont 68 « positives »), 28 nuits (soit 15 % des nuits suivies, et 41 % des nuits « positives ») ont été classées comme ayant une activité chiroptérologique globale sensiblement importante, de juin à octobre inclus.

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-est de la France)

Quin2	Q1-25	Q25-50	Q50-75	Q75-90	Q90-100
Mai (20 nuits)	2		1		
Juin (30 nuits)	1	1	2	3	2
Juillet (28 nuits)	2	2	3	4	2
Août (31 nuits)	2	6	6	5	2
Septembre (30 nuits)	5	1	1	4	3
Octobre (31 nuits)	1	1	2	1	2
Novembre (16 nuits)	1				

Le tableau suivant résume le nombre de nuits « positives » par classe d'activité et par espèce. La Noctule commune et la Noctule de Leisler sont les deux espèces ayant le plus grand nombre de nuits « positives » à des niveaux supérieurs au quantile 75 % (14 et 10 respectivement). La Pipistrelle commune vient ensuite, avec 4 nuits « positives », les autres espèces ou groupes d'espèces venant à l'unité.

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

Quin2	Q1-25	Q25-50	Q50-75	Q75-90	Q90-100
Noctule commune	8	12	8	6	8
Noctule de Leisler	11	10	12	6	4
Sérotine/Noctules	16	11	4	1	
Pipistrelle commune	2	8	5		4
Pipistrelle de Kuhl		1	1		1
Pipistrelle de Nathusius			1		1
Pipistrelle de Kuhl/Nathusius	1	1			1
Toutes espèces confondues	14	11	15	17	11

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.

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

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

Le tableau ci-dessous indique les pourcentages d'activité cumulée par mois et par tranche horaire basée sur l'heure du coucher du soleil. Il montre également que plus de 96 % de l'activité globale sur l'ensemble du suivi a été enregistrée entre une heure avant le coucher du soleil et 9 heures après.

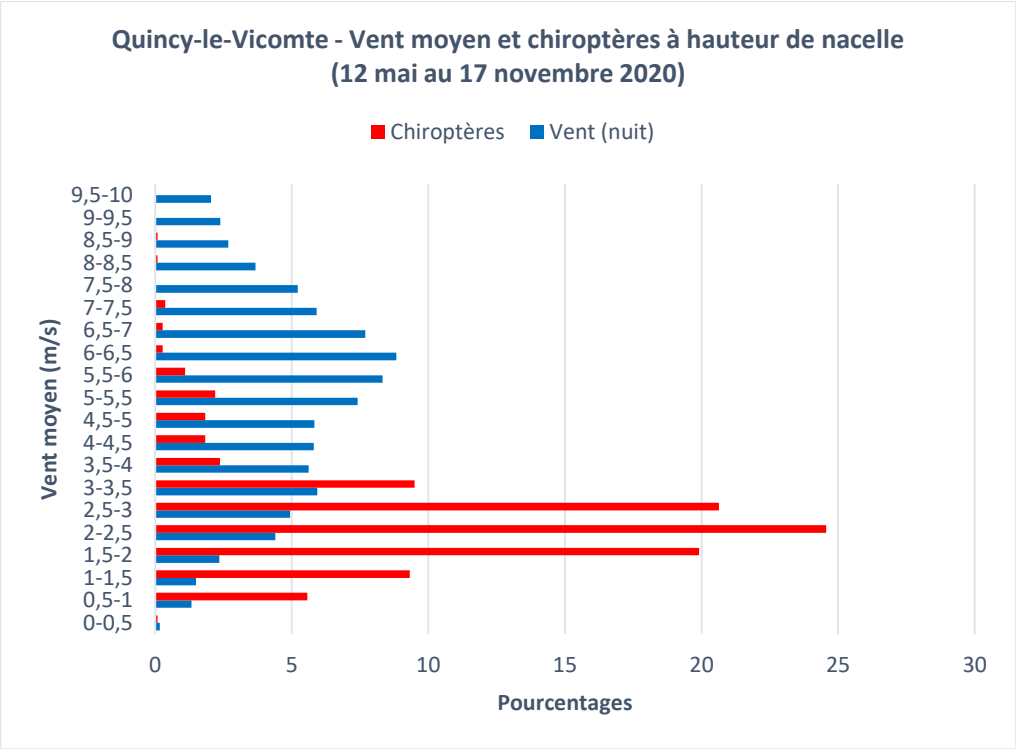
Pourcentages d'activité en fonction de l'heure après le coucher du soleil pour toute la période du suivi

Quin2	Mai	Juin	Juillet	Août	Septembre	Octobre	Novembre	Total général
-1h à 0h	0,0	0,0	13,6	0,0	0,0	0,0	0,0	2,2
0h à +1h	10,0	35,3	14,8	13,5	2,2	8,7	0,0	12,8
+1h à +2h	20,0	48,7	42,0	57,1	3,5	23,3	0,0	32,4
+2h à +3h	80,0	63,5	55,7	70,7	6,1	41,3	0,0	44,1
+3h à +4h	80,0	78,8	62,5	74,8	49,8	50,6	0,0	62,4
+4h à +5h	80,0	82,7	97,7	80,1	66,5	54,7	0,0	75,3
+5h à +6h	100,0	94,2	98,3	86,1	68,7	58,7	0,0	79,9
+6h à +7h	100,0	96,8	100,0	87,6	78,6	66,3	0,0	84,9
+7h à +8h	100,0	100,0	100,0	97,7	83,7	76,2	0,0	90,9
+8h à +9h	100,0	100,0	100,0	100,0	97,4	80,2	0,0	96,0
+9h à +10h	100,0	100,0	100,0	100,0	98,4	92,4	0,0	98,2
+10h à +11h	100,0	100,0	100,0	100,0	99,7	93,0	0,0	98,6
+11h à +12h	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	96,5	50,0	99,4
+12h à +13h	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	50,0	99,9
+13h à +14h	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0

4.2.5 DISTRIBUTION DE L'ACTIVITÉ SELON LES VITESSES DE VENT

Le graphique ci-après 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 (97,8 %) a été enregistrée à des vitesses moyennes inférieures à 5,5 m/s, et 92 % à des vitesses moyennes inférieures à 4 m/s.

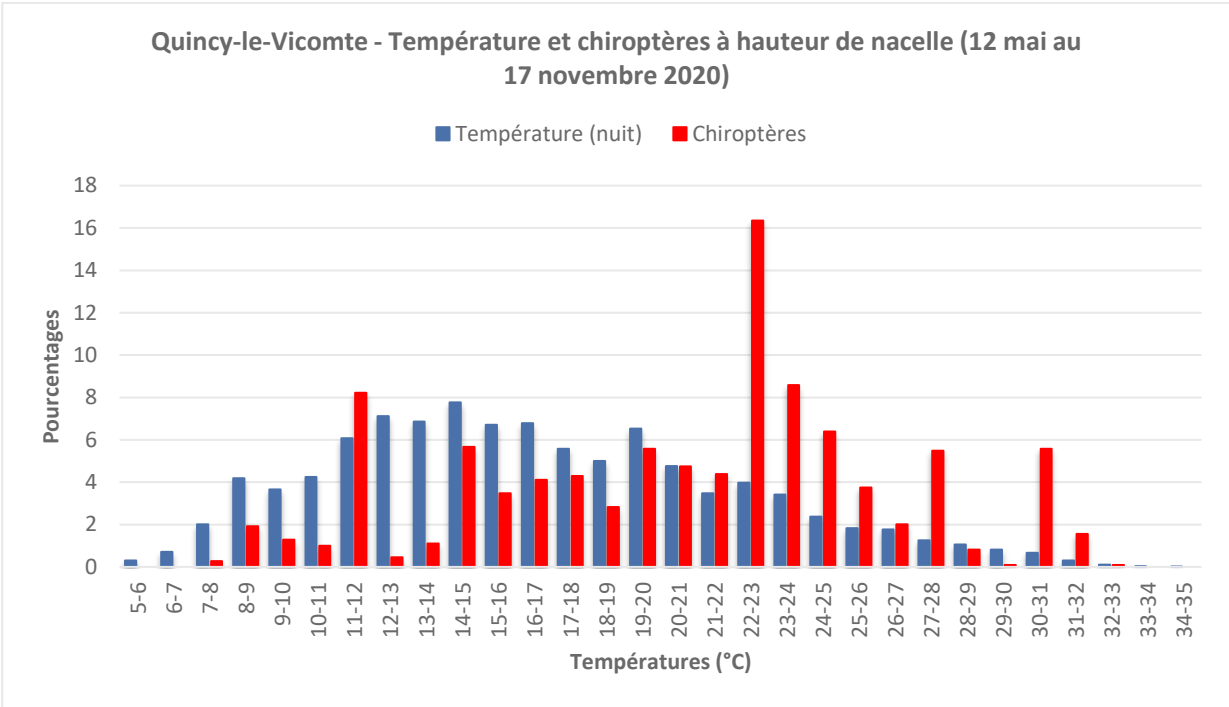


Distribution de l'activité selon les vitesses moyennes de vent (de nuit seulement)

4.2.6 DISTRIBUTION DE L'ACTIVITÉ SELON LA TEMPÉRATURE

Le graphique ci-après 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 7 et 33°C, avec une répartition différente selon les périodes considérées (mai : 18-26°C ; juin-juillet : 15-29°C ; août-septembre : 11-33°C ; octobre-novembre : 7-18°C).



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

4.3 SUIVI DE FRÉQUENTATION DE L'AVIFAUNE

Voir la carte de contexte en fin de chapitre.

4.3.1 LA CIGOGNE NOIRE

Voir l'annexe 6 pour le détail des observations.

La Cigogne noire est une **espèce nicheuse à fort enjeu**, classée en danger sur les listes rouges nationale et bourguignonne. Elle n'avait jamais été trouvée nicheuse dans l'Yonne jusqu'à la découverte d'un nid vide en 2018 en forêt, non loin du Ruisseau de Bornant, qui s'écoule à l'ouest du parc éolien (distance d'environ 4 km du parc). Un nouveau nid actif a été trouvé par Écosphère en 2019, un peu plus proche (environ 3 km). La présence de l'espèce était inconnue lors de l'étude d'impact du projet éolien et il est possible qu'elle ait été absente (installation récente).

Plusieurs suivis longue durée ont été mis en place en Allemagne, où des constructions d'éoliennes ont été autorisées à moins de 1 km de nids de Cigogne noire (Berg *et al.*, 2018, Loske, 2020). Ils montrent que l'espèce évite les éoliennes et plus généralement les parcs, préférant le contournement au passage au travers. Des risques sont toutefois définis pour les juvéniles, qui s'approchent parfois de la zone critique de battement des pales. Il y a 8 cas de mortalité relevés en Europe : 4 en Allemagne, 3 en Espagne (pays où les suivis sont les plus denses) et 1 en France (juvénile en Lorraine).



Cigogne noire passant devant le parc de Quincy, avril 2019. Malgré l'impression visuelle, l'oiseau est beaucoup plus près du photographe que l'éolienne et très nettement en dehors de la zone à risque, mais il vole à hauteur de pale (L. Spanneut, Écosphère).

Dans ce contexte, un suivi comportemental vis-à-vis du parc éolien de Quincy-le-Vicomte a été mis en place en 2020 consistant à relever tous les vols de Cigogne noire et noter les directions, les hauteurs et

les comportements éventuels face au parc. Il s'est toutefois avéré rapidement que la Cigogne ne fréquentait pas le Bornant en 2020 (fréquentation moindre par rapport aux années précédentes, observations faites dans le cadre d'un projet en instruction au nord de Quincy-le-Vicomte), ce qui fut confirmé par les observateurs locaux et par la découverte par l'ONF du nouvel emplacement du nid à plus de 7 km du parc. Les observations réalisées montraient que les oiseaux avaient changé leurs habitudes de pêche au printemps 2020 et s'alimentaient sur d'autres ruisseaux (données ONF & Écosphère).

4.3.1.1 Observations effectuées en 2020

Seules 4 données ont été assemblées lors du suivi, dont 3 sont hors protocole (1 oiseau posé sur le Bornant et 2 vus en vol depuis le ruisseau – sans doute en direction du nid – depuis Chevigny-le-Désert). 1 donnée est de mai et 3 sont de juillet, à une période où le nourrissage des jeunes est le plus intense (plusieurs allers-retours par jour) et où les adultes recherchent les sites d'alimentation les plus riches.

La seule observation d'oiseau vu en vol depuis le parc concerne un probable adulte venant du sud-ouest (hauteur de pale) pour se poser le long du Bornant. Il est possible que cet individu ait évité le parc, car il a corrigé sa direction de vol après l'avoir passé, mais cette correction étant intervenu au-dessus du Bornant, il n'est pas possible de prouver l'influence du parc. Il a poursuivi sa route sur quelques centaines de mètres avant de faire demi-tour et descendre lentement vers le ruisseau.

D'autres observations d'oiseaux posés sur le Bornant ont été indiquées par des élus et agriculteurs locaux, montrant que le ruisseau reste attractif comme zone de pêche. Une étude des directions de vol réalisée par Écosphère en 2018 laisse supposer que des couples restent à découvrir côté sud.



Cigogne noire longeant le Ruisseau de Bornant en aval de l'étang de Chevigny, mai 2017. La grande majorité des vols observés lors des suivis de 2017 à 2019, alors que l'espèce nichait à proximité, étaient le long du ruisseau (L. Spanneut, Écosphère).

4.3.1.2 Évaluation du risque

Les quelques observations faites en 2020 n'ont montré **aucun risque significatif** mais il faut préciser que peu de mouvements ont été notés, le proche ruisseau de Bornant étant apparemment moins fréquenté cette année.

Les facteurs de risque et les facteurs d’atténuation sont les suivants.

Facteur de risque supposé	Facteur d’atténuation du risque
Des cas de mortalité sont connus en Europe.	Seuls 8 cas sont connus (1 en France, donnée de fin d’été) et semblent surtout concerner soit des oiseaux locaux (adultes ou immatures) très proches d’éoliennes (< 1,5 km), soit des migrateurs (risque aléatoire partout, toute la France étant traversée).
	L’espèce évite bien les parcs éoliens, d’après la bibliographie (v. par exemple Berg <i>et al.</i> , 2018), et les cas de collision restent très rares malgré l’augmentation des suivis et des cas d’implantation proches de nids.
Le parc se situe entre un ruisseau à forte valeur trophique pour l’espèce et d’autres ruisseaux intéressants plus au sud, amenant certains individus à effectuer des trajets dans un axe pouvant passer par le parc.	Le parc est sur le plateau cultivé et visible de très loin, sans obstacle visuel.
	La zone du parc éolien ne présente aucun intérêt particulier qui inciterait les cigognes à s’en approcher.
	Les mouvements observés depuis le Bornant, d’après une étude de terrain de plus de 30 jours effectuée dans le cadre d’une étude d’impacts (données Écosphère) montrent que le front de déplacement occupe tout le Bornant, soit une largeur de 7 km. Le parc de Quincy ne représente que 200 m d’obstacle en perpendiculaire par rapport à l’axe de la vallée.
Le couple local niche à quelques kilomètres du parc et pourrait s’installer plus près certaines années, ce qui peut augmenter le risque, notamment pour des juvéniles inexpérimentés pouvant par mégarde approcher des éoliennes.	Les déplacements au-delà du Bornant sont actuellement des événements rares.
	Le nid actif est de l’autre côté du Bornant, en milieu forestier, et il est peu probable qu’il s’approche à moins de 3 km du parc, compte tenu des milieux présents. Une étude sur la qualité des boisements a été réalisée (données Écosphère) et il y a globalement peu d’intérêt face au parc, du fait de dérangements supérieurs et d’une pratique de l’affouage dans les bois communaux d’Aisy, Quincy et Rougemont.
	Un seuil de 3 km est demandé en Allemagne, en dessous duquel il n’existe pas de cas connu de perturbation ou de collision pour les nicheurs.

Il n’y a par ailleurs aucune perturbation attendue sur la zone de pêche constituée par le ruisseau, au vu de l’éloignement du parc et de plusieurs observations montrant que l’espèce fréquente le ruisseau même au plus proche du parc. Dans ces conditions, **le risque apparaît localement faible et il n’est pas utile de développer des mesures spécifiques de réduction du risque de collision pour la Cigogne noire.**

Une collision accidentelle ne peut être éliminée mais serait extrêmement improbable pour un adulte et très improbable pour un juvénile. Un cas de collision juvénile ne remettrait pas en cause l’état de conservation de l’espèce à un niveau supralocal, celle-ci, bien que restant très vulnérable, étant en expansion et en augmentation modérée en Bourgogne.

Ce risque devra être réévalué régulièrement, tous les 3 à 5 ans, à l’aune des informations de localisation des couples nicheurs du secteur au sens large (bibliographie locale complète), ainsi que des connaissances affinées sur l’influence de l’éolien sur l’espèce. L’espèce peut établir son nid à plus de 15 km de certains sites d’alimentation.

4.3.2 LE MILAN ROYAL

Voir l’annexe 6 pour le détail des observations.

Le Milan royal est une autre **espèce nicheuse à enjeu fort**, classée en danger sur la liste rouge bourguignonne (vulnérable à échelle nationale). Dans les environs du parc, il existe des indices de nidification à Bierry-les-Belles-Fontaines (données LPO-89), à plus de 3 km, alors qu’un couple niche à Moutiers-Saint-Jean (6 km, L. Michel, LPO-21, *in litt.*).



Compte tenu de la grande sensibilité de l’espèce à l’éolien en période de reproduction et d’observations régulières en proche vallée du Bornant, obtenues dans le cadre d’une étude d’impact d’un projet éolien (données Écosphère), il a été proposé d’effectuer un suivi du Milan royal sur le parc.

4.3.2.1 Observations effectuées en 2020 et évaluation du risque

Le suivi a eu lieu de début mai à mi-août 2020, à raison de 3 passages jusque mi-juin, rythme augmenté à un passage par semaine entre mi-juin et fin juillet (un dernier passage début août).

Le Milan royal ne montre pas de sensibilité exagérément différente des autres rapaces en période migratoire. En revanche, c’est probablement l’espèce européenne la plus sensible en période de nidification, avec une mortalité constatée atteignant 605 cadavres (données T. Dürr, janvier 2020). Aussi les observations ont-elles voulu se concentrer sur les oiseaux locaux en recherche alimentaire. De fait, aucun migrateur n’a été vu sur le parc (données possibles au-dessus du Bornant).

Il s’avère que **plusieurs situations à risque ont été notées et ce, à deux périodes distinctes.**

Au printemps, en avril et jusque début mai, des oiseaux en chasse sont passés sous les pales (une fois à hauteur de pale) manifestement sans tenir compte des éoliennes (oiseaux regardant uniquement le sol). Parmi les modes de chasse notés, un cas de chasse à pied dans une culture de pois a été relevé (21 avril), ainsi que le cas d’un oiseau suivant l’axe d’un chemin menant aux éoliennes, cherchant probablement ses proies sur les bernes. Il s’agit de la route agricole partant de la Croix Jaran vers le sud, entre les éoliennes Quin6 et Quin7 (*cf.* carte de contexte plus loin).

En été, pendant et après les moissons, des oiseaux ont été vus suivant les engins agricoles pour bénéficier des proies dérangées. Les milans planent à diverses hauteurs en compagnie d’autres rapaces (Buse variable et Milan noir), concentrés sur le sol et sur leurs concurrents. Jusqu’à 3 Milans royaux ont été notés au même moment. La période critique est la moisson mais le griffage du sol (début août en 2020) a également permis de noter un oiseau suivant le tracteur. Les périodes de labour n’ont pas été suivies mais pourraient présenter aussi un danger.

Même si un immature a été soupçonné (estivant non nicheur ?), la plupart des observations concernaient des adultes qui sont considérés par défaut comme nicheurs dans les environs. Le couple de Moutiers-Saint-Jean est relativement éloigné mais le parc est tout de même atteignable et il est plausible qu’un autre couple inconnu soit présent et plus proche.

Les observations sont peu nombreuses et difficilement conclusives. Nous considérons qu’il **existe un risque de collision et que des mesures de réduction méritent d’être mises en œuvre.** À l’évidence, la période des moissons et, plus généralement, du travail du sol est critique et peut drainer plusieurs oiseaux des environs. **La période printanière est plus incertaine** : avec quelle régularité les milans

viennent-ils chasser près du parc et pour quelles raisons ? La productivité des prairies de fond de vallée est-elle insuffisante en début de période et incite-t-elle les milans à venir chasser les lombrics et rongeurs sur les plateaux cultivés ?

- Lors de l'établissement du protocole de suivi 2020, il avait été supposé trois facteurs d'augmentation du risque local de collision :
- 1°) la présence de friches favorables en pied d'éolienne
 - 2°) la reproduction à quelques kilomètres du parc
 - 3°) l'existence temporaire de milieux agricoles favorables, lors des moissons et du déchaumage.

Finalement, le premier facteur est quasiment éliminé, aucun milan n'ayant jamais été vu chasser sur les bords de plateforme, y compris à l'occasion des autres suivis. Le deuxième facteur reste un point clé de définition de l'enjeu et le troisième est élargi aux labours, par précaution.

4.3.2.2 Mesures proposées

Il est proposé d'apporter une réponse au risque estival et de préciser le risque en période printanière, afin de mettre en place des mesures adaptées.

Mesure aux périodes de travail du sol

- Le principe est de demander aux exploitants agricoles de prévenir l'exploitant du parc éolien dès qu'un travail du sol ou une moisson est décidé. Les périodes sont globalement de février à avril puis de mi-juin à novembre inclus (voir tableau ci-dessous), correspondant à celles :
- des labours et semis (début et fin d'hiver, printemps : risque possible),
 - des moissons (fin juin à septembre selon assolement : risque constaté),
 - du déchaumage (juillet-août : risque constaté).

Les éoliennes dans un rayon de 300 m des parcelles concernées sont alors arrêtées dès le début des travaux agricoles et jusqu'à 1 h avant le coucher de soleil du jour de fin des travaux agricoles. Par exemple, si les moissons sur la parcelle durent toute la journée jusqu'au lendemain matin, les éoliennes subissent deux journées d'arrêt pour ne repartir que le 2^e soir.

Mois	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Alerte en cas de moisson ou travail du sol		X	X	X		X	X	X	X	X	X	
Pas de travaux à risque ou Milan absent	X				X							X

Répartition annuelle des périodes de travail du sol générant une alerte

Suivi comportemental

Un renouvellement du suivi du Milan royal est prévu dès 2021 afin de préciser les risques aux autres périodes et définir ainsi des mesures de réduction adaptées.

L'objectif de l'étude est d'évaluer plus précisément le niveau de fréquentation du plateau cultivé en fonction de la période de l'année et, pour cela, de suivre individuellement les oiseaux en chasse plutôt que s'intéresser exclusivement à leur fréquentation des abords du parc éolien. Il s'agit dans ce cas de :

- rechercher l'espèce majoritairement entre 10 h et 17 h (activité de chasse maximale) ;
- prospecter une zone englobant les vallées du Bornant et de l'Armançon amont, jusqu'à Moutiers-St-Jean au sud, où la nidification est connue. Dans le cas d'absence fréquente des oiseaux dans ce secteur proche du parc, le rayon est susceptible d'être élargi ;
- effectuer les recherches en voiture à faible vitesse et depuis des points panoramiques, jusqu'au repérage d'un Milan royal en chasse ;
- suivre les oiseaux le plus longtemps possible sans les déranger, jusqu'à l'arrêt de la chasse ou la perte définitive du contact visuel ;
- noter systématiquement 1) le milieu de chasse 2) le temps passé sur chaque zone 3) les hauteurs de vol approximatives 4) le circuit de l'oiseau (report sur carte ou support numérique) ;
- identifier dans la mesure du possible les secteurs de nidification.

Le rythme proposé pour ce suivi est de 3 passages par mois entre début avril et début août.



Milan royal en chasse à l'occasion des travaux agricoles, plateau d'Asnières-en-Montagne (21), avril 2017 (L. Spanneut, Écosphère).

4.3.3 AUTRES ESPÈCES LOCALES

Les espèces locales, citées dans le tableau suivant, ont été notées au voisinage immédiat du parc. Le risque est précisé.

Espèce	Enjeu/statut/rareté	Observations effectuées	Risque associé
Alouette des champs	Enjeu moyen, quasi menacée, non protégée, commune	Chanteuse à hauteur de nacelle en mai	Mortalité régulière, risque probable et mortalité constatée lors du suivi, sans conséquence car espèce restant abondante
Busard cendré	Enjeu fort, en danger, assez rare	Nicheur probable des environs, irrégulier en chasse à faible hauteur près du parc, a traversé une fois	Mortalité significative dans le cas de garde au sol basses, risque négligeable ici
Buse variable	Enjeu faible, préoccupation mineure, commune	Régulière en périphérie, ne s’approche pas sauf lors des moissons	Mortalité régulière mais risque faible ici pour les nicheurs, d’après les observations réalisées
Corbeau freux	Enjeu faible, préoccupation mineure, non protégé, commun	Régulier en périphérie et en troupes rassemblant parfois des centaines d’oiseaux	Très peu de cas de collision, risque négligeable
Faucon crécerelle	Enjeu faible, préoccupation mineure, commun	Régulier en chasse, se repose voire chasse depuis les escaliers des éoliennes	Mortalité régulière, risque probable à l’échelle individuelle, sans conséquence pour les populations locales
Milan noir	Enjeu moyen, préoccupation mineure, assez commun	Régulière en périphérie, rares passages sous les éoliennes du parc, risque lors des moissons	Mortalité régulière, risque assez faible et espèce en dynamique favorable

Les espèces observées en migration sont abordées dans le chapitre suivant.

4.3.4 SUIVI MIGRATOIRE

Voir l’annexe 7 pour la liste des observations et les effectifs par date et par espèce.

Un échantillonnage a été effectué au droit du parc en période migratoire, à raison de **2 passages en avril et en mai, puis de 2 passages en août, 1 en septembre et 1 en octobre 2020 (en moyenne 4 h 20/passage)**.

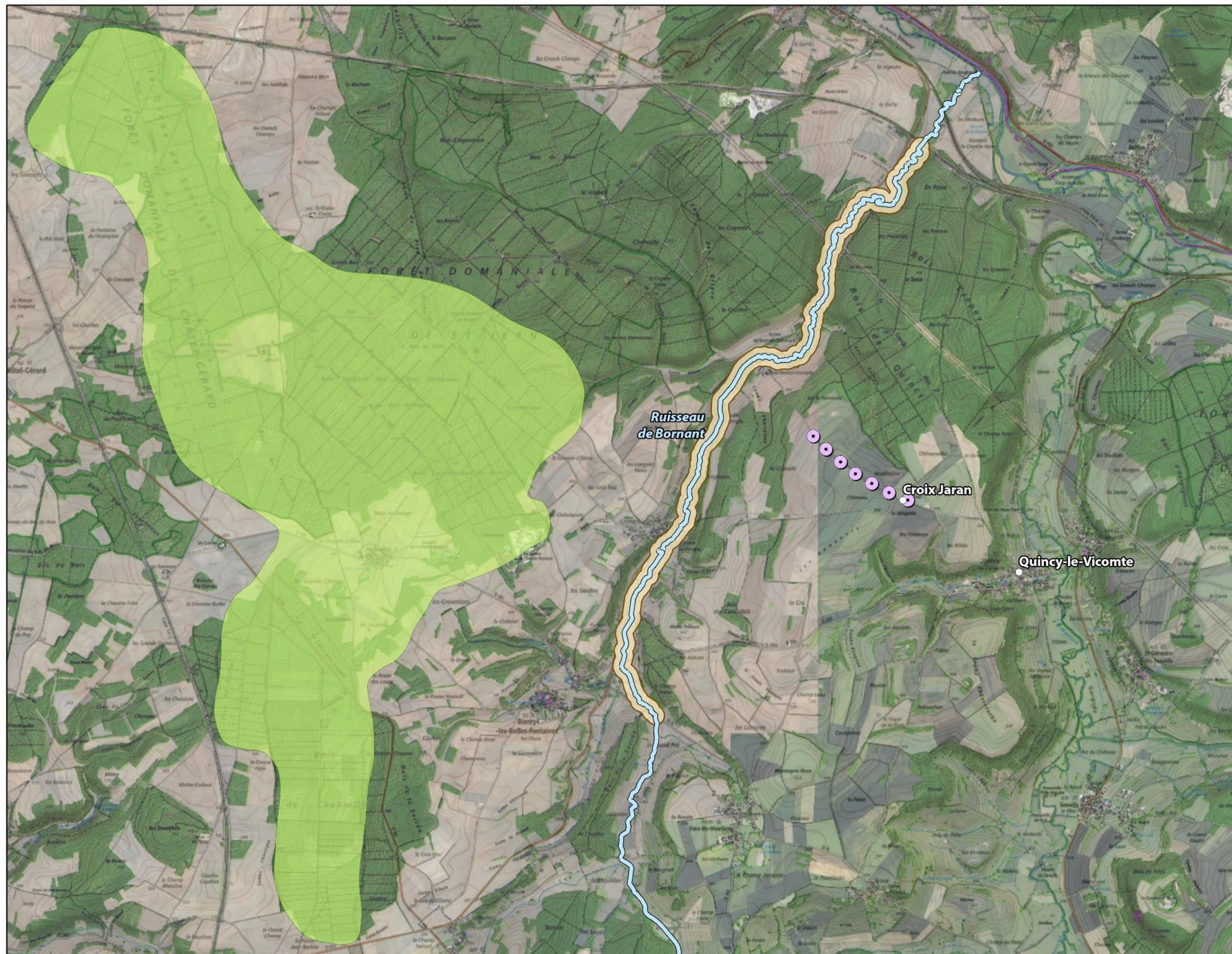
Les effectifs observés sont faibles. Certains suivis n’ont pas permis de noter le moindre migrateur (13 mai, 4 août, 11 août). **Seule une quinzaine d’espèces a été observée** passant au travers ou en bordure du parc.

Les remarques suivantes peuvent être faites.

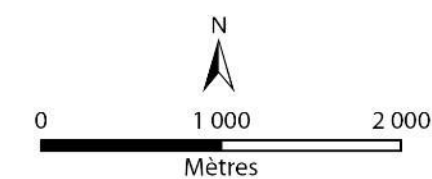
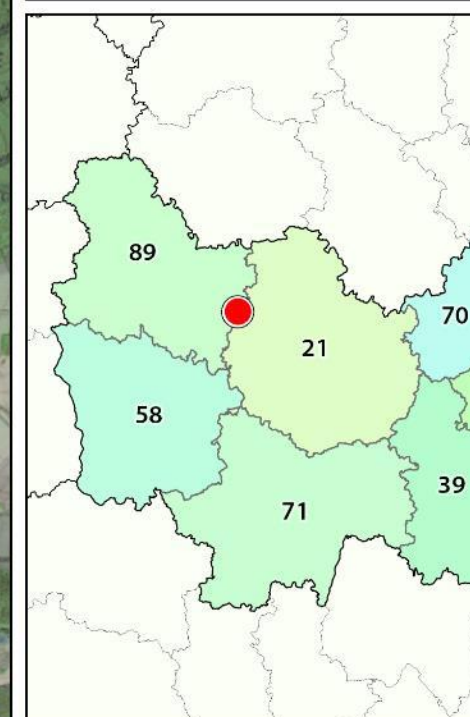
- **Le parc est globalement évité** par les flux migratoires diurnes, qui passent préférentiellement sur les pentes des vallées de l’Armançon et du Ruisseau de Bornant.
- **Les passereaux montrent en général peu d’influence** et traversent sous les pales, mais certains semblent se poser avant les éoliennes, peut-être pour mieux évaluer le risque et se reposer ou s’alimenter avant de poursuivre (bergeronnettes, pipits). Quelques évitements manifestes de machines sont notés.
- **Seuls deux cas de passages de rapaces influencés par le parc sont relevés** : l’un par contournement du parc (Bondrée apivore, juin), l’autre par ascendance au-dessus des éoliennes (Épervier d’Europe, septembre).
- **Des cas de traversée sous les pales** sont notés pour le Busard des roseaux (avril) et le Busard cendré (mai). D’autres rapaces semblaient continuer leur progression alors qu’ils étaient hors zone de danger, soit à l’écart du parc (Milan noir, avril & mai), soit en altitude (Faucon hobereau, septembre).
- Le positionnement de l’observateur ne permet pas de suivre correctement tous les mouvements des petits passereaux : une position au droit du parc ne permet de suivre que les quelques oiseaux qui passent entre les éoliennes proches, une position en amont permet de voir arriver des flux plus importants mais les oiseaux sont trop petits pour être suivis aux jumelles jusqu’à leur traversée, ce qui génère des incertitudes sur le comportement adopté.

En conclusion et en complément du suivi de la mortalité avienne, **le parc semble, d’après les observations réalisées, situé à l’écart de voies de passage privilégiées, ce qui atténue fortement le risque de collision pour les migrants.**

L’échantillonnage effectué ne permet toutefois pas de généraliser le risque, certaines conditions météorologiques pouvant en particulier provoquer des afflux plus importants au droit du parc. Par ailleurs, **le passage des rapaces diurnes apparaît comme significatif** alors qu’il s’agit des principales espèces à risque de collision marqué. Le suivi de mortalité 2020 n’a quant à lui permis de découvrir que des espèces migratrices nocturnes, hormis le Martinet noir.



-  Parc éolien de Quincy Le Vicomte
-  Zone d'alimentation de la Cigogne noire
-  Massif forestier où se reproduit la Cigogne noire
-  Ruisseau de Bornant



5. ÉVALUATION DES IMPACTS

5.1 ÉVALUATION DES RISQUES DE COLLISION SPÉCIFIQUES AU PARC DE QUINCY

5.1.1 CHAUVES-SOURIS

Le tableau ci-dessous détaille les risques de collision pour chaque mois du suivi.

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

Mois	Critères d'évaluation	Niveau d'impact d'après l'activité en altitude
Mars	Activités probablement très faibles	Négligeable
Avril	Activités probablement très faibles	Négligeable
Mai	Activités faibles avec 10 contacts de sérotules lors des 2 dernières décades du mois (démarrage du suivi : 12/05/2020) Aucune nuit avec Q ¹⁷ > 75 % 1 cadavre de Pipistrelle indéterminée (hors suivi protocolé)	Négligeable
Juin	Activités modérées avec 81 contacts de sérotules (dont 75 de Noctule commune) et 73 contacts de Pipistrelle commune Aucune nuit manquante Nombre de nuit > 10 contacts : 5 Moyenne de contacts d'espèces migratrices : 2,8 5 nuits avec Q > 75 % dont 2 avec Q > 90 % Aucun cadavre	Moyen
Juillet	Activités assez importantes avec 140 contacts de sérotules (dont 104 de Noctule commune) et 36 contacts de Pipistrelle commune 3 nuits manquantes Nombre de nuit > 10 contacts : 6 Moyenne de contacts d'espèces migratrices : 5 6 nuits avec Q > 75 % dont 2 avec Q > 90 % 2 cadavres de Pipistrelle commune ou pygmée	Assez fort
Août	Activités importantes avec 251 contacts de sérotules, dont 104 associés à la Noctule commune et 119 à la Noctule de Leisler, et 15 contacts de pipistrelles Aucune nuit manquante Nombre de nuit > 10 contacts : 7 Moyenne de contacts d'espèces migratrices : 8,1 7 nuits avec Q > 75 % dont 2 avec Q > 90 % 2 cadavres (1 Noctule commune et 1 Noctule de Leisler)	Fort

Mois	Critères d'évaluation	Niveau d'impact d'après l'activité en altitude
Septembre	Activités assez importantes 157 de contacts de sérotules, dont 57 associés à la Noctule commune et 64 à la Noctule de Leisler, et plus de 156 contacts de pipistrelles, dont 143 associés à la Pipistrelle de Kuhl et 3 à la Pipistrelle de Nathusius Aucune nuit manquante Nombre de nuit > 10 contacts : 7 Moyenne de contacts d'espèces migratrices : 5,3 7 nuits avec Q > 75 % dont 3 avec Q > 90 % 7 cadavres (1 Noctule de Leisler, 4 Pipistrelles de Nathusius, 1 Pipistrelle de Kuhl et 1 Pipistrelle indéterminée)	Fort
Octobre	Activités assez importantes avec 168 contacts de sérotules, dont 134 à la Noctule de Leisler et 29 associés à la Noctule commune, et 4 contacts de pipistrelles Aucune nuit manquante Nombre de nuit > 10 contacts : 3 Moyenne de contacts d'espèces migratrices : 5,4 3 nuits avec Q > 75 % dont 2 avec Q > 90 % 2 cadavres (1 Pipistrelle de Nathusius et 1 Pipistrelle commune ou pygmée)	Assez fort
Novembre	Activités quasi nulles Aucune nuit manquante 2 contacts lors des 16 premières nuits	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. En revanche, 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

L'impact des éoliennes est très faible par rapport aux effets des énergies dites fossiles ou encore des structures vitrées, qui tuent des oiseaux par millions (Sovacool, 2013) mais le risque de collision des oiseaux avec les pales d'éoliennes existe. Les espèces les plus concernées par ce risque sont les rapaces de jour et les passereaux de nuit.

Au cours du suivi réalisé en 2020, 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 cendré. Malgré une fréquentation régulière, aucun cadavre de rapace n'a été découvert sur le parc. Le suivi de migration n'a pas montré une fréquentation importante du parc. Les risques de collision pour les migrateurs diurnes sont donc réduits et seuls des cas de collision de Martinet noir ont été découverts.

En revanche, les risques de collisions sont plus importants pour les passereaux migrateurs nocturnes, comme le montrent les résultats de mortalité. Le Roitelet triple-bandeau, représentant la moitié de la mortalité constatée, est la 4^e espèce de passereau la plus impactée au niveau européen (Dürr, 2020).

¹⁷ Cf. chapitre 4.2.4.1. Différentes valeurs ont été obtenues pour les seuils des quantiles (Q) 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 %).

Le tableau ci-dessous présente le niveau d'impact avéré du parc de Quincy-le-Vicomte sur les oiseaux dont des cas de collision ont été relevés en 2020.

Statuts et enjeux des espèces d'oiseaux impactées

LC = préoccupation mineure ; NT = quasi-menacée ; VU = vulnérable ; NA = non applicable

	LRE	LRN nich.	LRN migr.	LRR	1	2	1 x 2 = 3	4	3 x 4 = 5
					Portée de l'impact	Sensibilité à l'impact (Dürr 2020)	Intensité d'impact	Enjeu spécifique	Niveau d'impact constaté par la mortalité
Alouette des champs <i>Alauda arvensis</i>	LC	NT	-	NT	Moyenne 2 cadavres en période de reproduction Individus locaux	Faible (385 en Europe dont 91 en France)	Faible	Moyen	Négligeable
Gobemouche noir <i>Ficedula hypoleuca</i>	LC	VU	DD	NA	Faible 2 cadavres en septembre Individus migrants	Faible (79 en Europe, dont 23 en France)	Faible	Faible	Négligeable
Grive musicienne <i>Turdus philomelos</i>	LC	LC	-	LC	Faible 1 cadavre en octobre Individu migrant	Faible (199 en Europe dont 24 en France)	Faible	Faible	Négligeable
Martinet noir <i>Apus apus</i>	LC	NT	DD	DD	Faible 2 cadavres en août Individus migrants	Faible (411 en Europe dont 121 en France)	Faible	Faible	Négligeable
Roitelet triple-bandeau <i>Regulus ignicapilla</i>	LC	LC	-	LC	Moyenne 7 cadavres en octobre-novembre Individus migrants	Moyenne (267 en Europe, dont 164 en France)	Moyenne	Faible	Négligeable

On rappellera que d'autres espèces pourraient être touchées, plus ou moins aléatoirement, au fur et à mesure des années d'exploitation. Un suivi de fréquentation par l'avifaune ayant été réalisé en 2020, les espèces susceptibles d'être le plus concernées ont fait l'objet d'une analyse (voir chapitre 4.3). Une mesure de réduction est proposée pour le Milan royal (chapitre 4.3.2.2).

La mortalité estimée sur l'année 2020 avec Genest est de 7 oiseaux entre mi-mai et mi-juillet et 29 entre mi-juillet et début novembre, toutes espèces confondues.

En conclusion, le niveau d'impact constaté par la mortalité en 2020, issu du croisement entre l'intensité de l'impact et de l'enjeu de conservation des espèces, est globalement de niveau négligeable au vu des vastes populations des espèces concernées.

Signalons que le Gobemouche noir, le Martinet noir et le Roitelet triple-bandeau sont protégés en France 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.

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 droit d'un parc éolien de 30 éoliennes situé dans la Marne (51) et sur un site agricole de référence situé à 35 km plus au nord (Millon *et al.*, 2015). Les auteurs ont 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 oreillards/murins. Cependant, ces résultats n'étaient pas valides sur l'ensemble des saisons, voire étaient contradictoires.

Dans une thèse du Muséum 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 d'un 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, font l'objet de diverses limites méthodologiques qui interdisent toute généralisation. Ils sont néanmoins à prendre en compte en ayant bien en tête les éléments suivants :

- l'échantillonnage est relativement faible, consistant en 23 nuits d'écoute sur 29 parcs en septembre-octobre 2016 (l'unique saison étudiée est a priori celle où les chiroptères sont le moins liés aux haies, cf. Kelm *et al.*, 2014, ou Ciechanowski *et al.*, 2010), avec la pose d'en moyenne 9 enregistreurs par nuit (total de 207 points d'écoute) ;
- pour pallier ce fait, les auteurs développent des modèles théoriques prévisionnels et présentent de nombreux tableaux d'analyse, mais aucun des résultats réels par classe de distance (nombre d'occurrences) n'est présenté, alors qu'il s'agit d'un élément de vérification essentiel ;
- les particularités de l'étude sont multiples, ce qui fait que leur extrapolation à tout autre cas est délicate. Par exemple, l'étude a été menée en Bretagne, dans un bocage dense, avec un linéaire de haies extrêmement important (moyenne très élevée de 14 km de haies cumulées dans un rayon de 1 km). Les résultats montrent une assez grande richesse chiroptérologique, avec par exemple 5 835 contacts de Barbastelle et 1 352 d'Oreillard. Les informations sur l'état des haies, les conditions météorologiques, le type d'éolienne et ses caractéristiques (bruit, *cut-in-speed*, synchrone ou asynchrone, garde au sol...), l'éclairage, le fonctionnement des détecteurs et leur orientation (côté parc ou côté opposé) sont manquantes, si bien que l'analyse ne repose que sur des notions de distance des turbines aux haies ;

- une identification automatique des espèces ou groupes d'espèces a été pratiquée, ce qui génère des risques d'erreur, alors que l'analyse montre qu'il y avait assez peu de fichiers à analyser (hors Pipistrelle commune, espèce facile à déterminer). Pour certaines espèces comme les murins ou les noctules, le seuil à partir duquel la donnée est jugée fiable (= identification automatique probablement exacte) abaisse sensiblement le nombre de contacts utilisable à l'analyse, alors que l'échantillonnage est parfois très limité (seulement 25 contacts de Noctule commune pris en compte sur 346 enregistrés, 40 sur 347 pour la Pipistrelle de Nathusius).

Ces questionnements montrent surtout que des études complémentaires sont à mener pour vérifier l'interprétation de ces résultats dans d'autres configurations et d'autres conditions.

Aucune hypothèse n'est formulée pour tenter d'expliquer un phénomène d'aversion aussi fort, qui contredit bien d'autres études. Une hypothèse communément admise est l'éclairage réglementaire des nacelles, qui pourrait provoquer un recul des espèces lucifuges (Barbastelle, murins, rhinolophes).

Certains estiment que l'aversion n'est pas démontrée, au vu du nombre de biais méthodologiques supposés dans la thèse de Barré. Une possibilité à explorer est que les parcs étudiés soient en réalité éloignés des gîtes, étant significativement éloignés des bâtiments (rayon réglementaire de 500 m) et des boisements. D'où une faible activité normale près des éoliennes. Ainsi, le nombre moyen de contacts avec les chiroptères devrait-il logiquement augmenter avec l'éloignement des éoliennes, puisque les points d'écoute se rapprochent alors des gîtes environnants (en boisement ou bâtiment), où les animaux chassent plus souvent. Ce qui justifierait également le fait qu'à 1 km des éoliennes, le maximum n'est pas atteint, notamment pour les espèces anthropophiles telles qu'oreillards et murins, puisque l'on continue à se rapprocher des gîtes. Ainsi, s'il y a une influence de la distance au gîte pour expliquer les densités de contacts, la thèse de Barré nécessitera d'autres développements pour justifier l'aversion des parcs. On ajoutera enfin que les nombreux suivis d'activité au pied des éoliennes réalisés par Écosphère montrent que murins et pipistrelles passent régulièrement sous les machines. Dans tous les cas, l'hypothèse d'une perturbation, au moins en milieu ouvert à semi-ouvert, mérite d'être prise en considération, en attente d'éléments la corroborant.

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 potentiel pour le moment, est à prendre en compte dans le cadre de mesures pour limiter la perturbation produite notamment par l'éclairage nocturne.

5.2.2 OISEAUX

Les suivis spécifiques de fréquentation et l'échantillonnage en période migratoire effectués en 2020 par Écosphère n'ont pas montré de recul ou d'autre perturbation notable.

La diversité nicheuse spécifique est globalement faible, limitée par la prépondérance des milieux agricoles (céréales, pois). Aucune nidification n'a été rapportée des friches en bordure de plateforme.

En période de reproduction, le parc est principalement fréquenté par quelques passereaux (Alouette des champs, hirondelles, Bruant proyer, Bergeronnette printanière), des corvidés et des pigeons.

Les rapaces diurnes sont observés régulièrement, sans que la fréquentation soit importante. Le Milan royal, le Milan noir, le Busard Saint-Martin et le Busard cendré passent lors de leurs chasses et nidifient à distance. Le Faucon crécerelle n'apparaît qu'en été et niche donc probablement trop loin pour fréquenter régulièrement le parc.

Les migrants diurnes sont peu nombreux mais incluent divers rapaces qui sont des espèces sensibles et dont le flux semble localement tout à fait significatif, au moins aux abords (pentes des vallées environnantes). Un risque existe donc de toucher accidentellement un de ces oiseaux en migration. La migration diurne des passereaux semble réduite mais les résultats de mortalité montrent toutefois une bonne fréquentation du site par ceux migrant de nuit.

Le chapitre 4.3 précise ces données et les risques associés.

5.3 ÉLÉMENTS DE COMPARAISON AVEC L'ÉTUDE D'IMPACT (2006-2007)

5.3.1 CHAUVES-SOURIS

Les enjeux concernant les chauves-souris étaient globalement faibles, sans axe de déplacement notable et avec une faible activité concernant 7 espèces, dont 3 sensibles à l'éolien : la Noctule commune, la Pipistrelle commune et la Sérotine commune. Les deux premières sont retrouvées par l'étude acoustique à hauteur de nacelle, la Sérotine est possible dans le groupe des Noctules/Sérotines.

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.

Les points de comparaisons suivants peuvent être établis :

- **en période de migration**, la fréquentation du parc ou de ses proches abords (pentes du Bornant) par d'assez nombreux rapaces est confirmée. L'étude d'impact avait permis d'observer des groupes de milans et de bondrées, ainsi qu'une bonne diversité d'autres voiliers. Le suivi migratoire de 2020, bien que léger, a permis de noter 6 espèces en petit effectif. D'autres données inédites d'Écosphère montrent des passages significatifs près d'Aisy-sur-Armançon.
- **en période de nidification**, la Caille des blés avait été identifiée comme seule espèce sensible à la perturbation. La bibliographie montre qu'effectivement, l'espèce manifeste des reculs de plusieurs centaines de mètres par rapport aux mâts. En 2020 toutefois, la Caille n'a pas été entendue même ailleurs sur le plateau (espèce à effectifs fluctuants). Cet effet potentiel n'a pu donc être vérifié et il subsiste de vastes zones exemptes d'éoliennes côté sud.

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

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 UNE RÉGULATION NOCTURNE DIFFÉRENCIÉE

6.1.1 PRINCIPE GÉNÉRAL

Le moyen technique le plus communément utilisé par les exploitants pour brider les éoliennes est la **mise en drapeau des pales** (*blade feathering*) : les pales peuvent pivoter sur leur axe de rotation pour ne plus avoir de prise au vent (90°) et ainsi s'arrêter généralement en moins d'une minute. **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 (occurrences de contacts et de vitesses de vent moyennes regroupées par tranches de 0,5 m/s), car cela suffit pour avoir un impact notable sur la production sur une période de plusieurs mois.

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

Proportions d'activité globale en fonction du niveau d'impact avéré ou risque d'impact (à décliner par mois et par éolienne le cas échéant)

Niveau d'impact global	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 à protéger	N/A	50-70	70-80	80-90	90-95	95-100

Pour l'éolienne suivie Quin2, les pourcentages d'activités ont été calculés en fonction des vitesses moyennes de vent et des plages horaires. **Les paramètres retenus devront ainsi être appliqués à toutes les éoliennes du parc**, en l'absence de suivi nacelle différencié entre les éoliennes et par mesure de précaution, bien que l'éolienne Quin2 ne soit pas la plus impactante¹⁸.

Les niveaux d'impact (cf. chapitre 5.1.1) sont rappelés dans le tableau suivant et définissent **4 périodes de régulation** nécessaire.

Niveaux d'impact évalués par mois sur le parc de Quincy

Mois	Niveau d'impact
Mars	Négligeable
Avril	Négligeable
Mai	Négligeable
Juin	Moyen
Juillet	Assez fort
Août	Fort
Septembre	Fort
Octobre	Assez fort
Novembre	Négligeable

6.1.2 PROPORTION DE L'ACTIVITÉ PAR PÉRIODE EN FONCTION DU VENT, DE LA TEMPÉRATURE ET DE LA PLAGE HORAIRE

Les tableaux ci-dessous présentent, pour chaque période, les pourcentages d'activité globale (toutes espèces) protégée en fonction des seuils de vent et températures moyennes et de la plage horaire après le coucher du soleil. Voir également les chapitre 4.2.2.2 et 4.2.2.3 pour la répartition des contacts dans le temps.

Pour la période allant de mars à mai inclus, le nombre de contacts estimé est faible (10 contacts du 12 au 31 mai) et le risque de même niveau. Il n'est donc pas considéré nécessaire de protéger l'activité à cette période.

Pour la période du mois de juin (risque moyen de collision), on n'atteint une protection de 70 % de l'activité qu'à partir du seuil de 3 m/s, 17°C et +5h après le coucher (option 4). Les gains sont faibles en montant les seuils de vitesse de vent et l'analyse de la répartition des contacts montre que ceux-ci sont isolés et plutôt étalés sur la nuit.

Résultats juin - TOUTES ESPÈCES						
option	Vent (m/s)	Temp (°C)	Nb heures après le coucher du soleil	Nb contacts protégés	Nb contacts total	Activité protégée du risque éolien
1	5	18	5:00	91	156	58,3%
2	3	18	5:00	90	156	57,7%
3	4	18	7:00	91	156	58,3%
4	3	17	5:00	115	156	73,7%
5	4	17	7:00	135	156	86,5%

¹⁸ Une fois le bridage appliqué et en cas de mortalité significative résiduelle, l'éolienne la plus impactante (Quin4) pourra également être équipée d'un Batmode pour un prochain suivi.

Pour la période du mois de juillet (risque assez fort de collision), un seuil de vent à 4 m/s protège moins des 80 % d'activité souhaités. À partir de 5 m/s, des seuils de température ou une réduction de plage horaire peuvent être adjoints. Les options 1 (seuils 4,5 m/s, 10°C, +9h après coucher du soleil) et 3 (5 m/s, 18°C, +5h après coucher) sont valides. Les valeurs de vent faibles restent a priori à rechercher (baisse de production sinon) et l'option 1 est retenue ici.

Résultats juillet - TOUTES ESPÈCES						
option	Vent (m/s)	Temp (°C)	Nb heures après le coucher du soleil	Nb contacts protégés	Nb contacts total	Activité protégée du risque éolien
1	4,5	10	nuit complète	141	176	80,1%
2	4	18	nuit complète	140	176	79,5%
3	5	18	5:00	142	176	80,7%
4	4	19	nuit complète	134	176	76,1%
5	5	19	5:00	135	176	76,7%

Pour la période d'août-septembre (risque fort de collision), le choix est de nouveau entre une faible valeur seuil de vent utilisée sur nuit entière et sans seuil de température (option 5 : 4,5 m/s, 10°C, +13h après coucher de soleil, soit une nuit complète) et un seuil de vent plus élevé qui permet de valider des limites de température et/ou de plage horaire (option 1 par exemple : 5 m/s, 13°C). Par défaut, l'option 5 est retenue.

Résultats août-septembre - TOUTES ESPÈCES						
options	Vent (m/s)	Temp (°C)	Heures après le coucher	Nb contacts protégés	Nb contacts total	Activité protégée du risque éolien
1	5	13	nuit complète	527	579	91,0%
2	5,5	13	nuit complète	542	579	93,6%
3	6	13	9:00	551	579	95,2%
4	5,5	15	nuit complète	510	579	88,1%
5	4,5	10	nuit complète	532	579	91,9%

Pour la période d'octobre (risque assez fort de collision), on constate que l'activité est largement due aux noctules et qu'elle se répartit sur la nuit. De même, la période commence à se refroidir et les animaux présents sont habitués : les températures observées sont fraîches. L'option raisonnable est la 2, avec un seuil à 3,5 m/s, 9°C et +13h après le coucher du soleil, soit une nuit complète.

Résultats octobre - TOUTES ESPÈCES						
options	Vent (m/s)	Temp (°C)	Heures après le coucher	Nb contacts protégés	Nb contacts total	Activité protégée du risque éolien
1	3	9	nuit complète	121	172	70,3%
2	3,5	9	nuit complète	145	172	84,3%
3	4	9	nuit complète	146	172	84,9%
4	4,5	9	11:00	145	172	84,3%
5	5	10	nuit complète	133	172	77,3%

6.1.3 ALGORITHME DE RÉGULATION NOCTURNE PRÉCONISÉ À PARTIR DE 2021

Avec 14 cadavres de chauves-souris découverts et une estimation à 33 individus par an à l'échelle du parc, l'absence de régulation est insatisfaisante et les résultats fournis par le suivi acoustique à hauteur de nacelle permettent d'évaluer le risque sur la période d'activité des chauves-souris. Il s'étend de juin à octobre inclus et est maximal en août et septembre.

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

Pour mémoire, le déclenchement de la régulation est conditionné à la validité des trois paramètres simultanément. Si un seul des trois n'est pas satisfait (vent supérieur au seuil, 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.

Algorithme de régulation par période

Période	Régulation nocturne (vent et température à hauteur de nacelle)
1 ^{er} janvier au 31 mai	Aucun bridage
1 ^{er} au 30 juin	≤ 3 m/s du coucher du soleil à 5 h après > 17°C
1 ^{er} au 30 juillet	≤ 4,5 m/s nuit complète > 10°C
1 ^{er} août au 30 septembre	≤ 4,5 m/s nuit complète > 10°C
1 ^{er} au 31 octobre	≤ 3,5 m/s nuit complète > 9°C
1 ^{er} novembre au 31 décembre	Aucun bridage

Cette régulation apparaît comme raisonnable car elle engendre peu de perte de production. Elle est favorisée par une très faible activité locale des chauves-souris dès que le vent forçit (cf. chapitre 4.2.5). Il est possible que les animaux se réfugient alors dans les fonds de vallée, qui restent riches en proies alors que les strates aériennes s'appauvrissent graduellement quand le vent augmente.

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 régulation pourraient être levées quels que soient les autres paramètres, étant donné que les chauves-souris sont normalement très peu actives dans ces conditions.

6.2 PROTECTION DES OISEAUX FRÉQUENTANT LE PARC

Deux mesures décrites plus haut seront bénéfiques à diverses espèces d'oiseaux :

- la **mesure de régulation nocturne** (chapitre 6.1) bénéficiera indirectement aux oiseaux migrateurs nocturnes (passereaux), principales victimes avérées des collisions en 2020 ;
- la **mesure d'arrêt des éoliennes lors des moissons** et du travail du sol par les engins agricoles (chapitre 4.3.2.2) vise tout particulièrement le Milan royal mais bénéficiera également à d'autres rapaces diurnes tels que le Milan noir et la Buse variable (v. chapitre 4.3.3).

6.3 GESTION DES HABITATS AUTOUR DES ÉOLIENNES

Les friches herbacées aux abords de la plateforme des éoliennes constituent des habitats a priori intéressants pour les chauves-souris et les rapaces (terrain de chasse). Ces friches sont entretenues régulièrement et **il est recommandé de maintenir annuellement le même niveau d'entretien, pendant toute la durée d'exploitation du parc**. Moins la végétation herbacée se développera, moins les invertébrés (papillons, mouches, araignées...) auront la possibilité de proliférer et donc d'attirer leurs prédateurs.



7. MESURES DE SUIVI

7.1 SUIVI DE LA MORTALITÉ ET DE L'ACTIVITÉ EN HAUTEUR

En 2021, la reconduite d'un **suivi de mortalité (oiseaux & chiroptères)** et d'un **suivi acoustique en nacelle** vont permettre d'intégrer la variabilité interannuelle (conditions météorologiques...) et d'évaluer l'efficacité du premier algorithme de bridage différencié en quantifiant la mortalité résiduelle.

Il est conseillé de débiter le suivi dès la mise en place de la régulation et jusqu'à son arrêt, soit **du 1^{er} juin au 31 octobre**, avec a priori un renforcement du suivi de mortalité lors des périodes critiques (août-octobre), au vu des taux de persistance constatés en 2020.

Pour le suivi acoustique, il est souhaitable de poursuivre le même protocole avec le même matériel, pour raisons de facilité de comparaison.

7.2 SUIVI DU MILAN ROYAL

Afin de préciser les périodes et les risques encourus par cette espèce, un protocole de **suivi comportemental** est à mettre en place **d'avril à début août** 2021, à raison de **3 passages mensuels**. Les objectifs et la méthode sont précisés au chapitre 4.3.2.2.



8. BIBLIOGRAPHIE

ALERSTAM T. 1990. <i>Bird Migration</i> . Cambridge University Press, Cambridge, UK.
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.
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.
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.
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.
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.
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> . Current Biology 18(16) : 695-696.
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.
BARRIOS L. & RODRIGUES A. 2004. <i>Behavioral and environmental correlates of soaring-bird mortalité at on-shore wind turbines</i> . Journal of Applied Ecology 41, 72-81.
BEHR O., BRINKMANN R. & KORNER-NIEVERGELT F., 2011. – Akustische Erfassung des Fledermausaktivität an Windernigieanlagen. Dans : Entwicklung von Methoden zur Untersuchung und Reduktion des Kollisionsrisikos von Fledermäusen an Onshore-Windenergieanlagen. Göttingen : Umwelt und Raum Bd, p. 40-115.
BERG S. et al., 2018. <i>Analysis of black stork flight behaviour under different weather and land-use conditions with special consideration of existing wind-turbines in the Vogelsberg SPA</i> . BôFa & gutschker-dongus : 208 p. + annexes.
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> . New Zealand Journal of Zoology. Volume 40, Issue 1. pages 63-74.
BEVANGER K. et al. 2010. <i>Pre- and post-construction studies of conflics between birds and wind turbines in costal Norway (Bird-Wind). Report on findings 2007-2010</i> . NINA Report 620.
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.
BIRDLIFE, 2004. <i>Birds in Europe. Population Estimates, Trends and Conservation Status</i> . BirdLife International, 374 p.
BIRDLIFE INTERNATIONAL, 2015. Detailed regional assessment and species account from the European Red List of Birds. [en ligne : http://www.birdlife.org/datazone/species/]
BIRDLIFE INTERNATIONAL, 2015. <i>European Red List of Birds</i> . Luxembourg : Office for Official Publications of the European Communities.
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.
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.
CARL G., THELANDER C.G. & RUGGES D.L. 2001. <i>Examining relationships between bird risk behaviours and fatalies 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.
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.
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.

DIETZ & VON HELVERSEN. 2004. Clé d’identification illustrée des chauves-souris d’Europe.

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.
DUBOIS Ph.-J., LE MARECHAL P., OLIOSO G. & YESOU P., 2008. <i>Nouvel inventaire des oiseaux de France</i> . Delachaux et Niestlé, Paris, 558 p.
DÜRR T., 2001. Flermäuse als Opfer von Windkraftanlagen – Naturschutz und Landschaftspflege in Brandenburg 10, 182.
DÜRR T., 2002. Eoliennes et Chauves-souris. <i>Nyctalus</i> , n°8 2002, cahier 2, p 115-118.
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.
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.
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.
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.
ÉCOSPHÈRE. 2017. Liste des Oiseaux nicheurs de la région Centre-Val de Loire et statut de rareté - <i>Document interne actualisé</i> .
ÉCOSPHÈRE. 2017. Liste des Mammifères de la région Centre-Val de Loire et statut de rareté - <i>Document interne actualisé</i> .
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
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.
FAUNA HELVETICA. 2011. Mammifères de Suisse : clés de détermination : clé morphologique et clé des crânes de chiroptères.
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.

GONZALEZ W., 2006. <i>Parc éolien Quincy-le-Vicomte. Département de la Côte d’Or (21). Étude Avifaune. Rapport final</i> . Avis Fauna pour Énergie 21, 62 p. + annexes.
GONZALEZ W., 2007. <i>Parc éolien Quincy. Côte d’Or (21). Étude Chiroptères</i> . Avis fauna, 26 p. + annexes.

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.
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.
HEDENSTRÖM A. & RYDELL J. 2012. <i>Effect of wind turbine mortalité on noctula bats in Sweden: predictions from a simple population model</i> . Biology Department Lund University, Sweden. 11p.
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.
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.
JOIRIS E. 2012. <i>High altitude bat monitoring</i> . Preliminary results Hainaut & Ardennes. CSD Ingenieurs. 69p.
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.

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, Zoogdiervereniging & Bureau Waardenburg

LOSKE K.-H., 2020. <i>Erfassung der Flugbewegungen von Rotmilan und Schwarzstorch mit dem Laser-Range-Finder (LRF IV BT) im Windpark Lichtenau - Hassel im Bereich der mit Videokameras bestückten Windkraftanlagen (WEA).</i> Lackmann Phymetric GmbH, 22 p. [traduction libre Biodiv-Wind SAS, 2020]
MAMMEN U. K. et al. 2009. <i>Interactions of Red Kites and wind farms: results of radio telemetry and field observations. 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. <i>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).</i> Ecosphère, Saint-Maur-des-Fossés, France. 49p.
MNHN & UICN, 2008. <i>Liste rouge des oiseaux nicheurs de France métropolitaine.</i> Paris, 14 p.
PERTHUIS A., 2002. <i>L’avifaune de la région Centre-Val de Loire : synopsis des connaissances.</i> Recherches Naturalistes en Région Centre-Val de Loire, 11 : 17-30.
PRATZ, 2012. <i>Note relative à la réalisation et au financement des suivis réglementaires de mortalité des parcs éoliens de la région Centre-Val de Loire.</i>
QUAINTENNE G., BROSSAULT P., 2013. <i>Les oiseaux nicheurs rares et menacés en France en 2012.</i> Ornithos 20-6. LPO.
RAMEAU, J.C., MANSION, D. & DUME, G., 1989. <i>Flore Forestière Française ; guide écologique illustré ; vol.1 : plaines et collines.</i> IDF, DERF et ENGREF - Dijon, 1785 pp.
RASRAM L, et al. 2009. <i>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.</i> 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.

SOVACOOOL B. K., 2013. The avian benefits of wind energy: A 2009 update. <i>Renewable Energy</i> 49 : 19-24.
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. <i>Rapaces nicheurs de France, Distribution, effectifs et conservation,</i> Delachaux et Niestlé, Paris. 176 p.
YEATMAN-BERTHELOT, D. & JARRY, G., 1994. <i>Nouvel Atlas des Oiseaux nicheurs de France, 1985-1989.</i> 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. <i>La migration des oiseaux : comprendre les voyageurs du ciel.</i> Guide Nature. Éditions Sud-Ouest ; 352 p.



ANNEXE 1 : DATES DE PROSPECTION DU SUIVI DE MORTALITÉ

Semaine	Date	Tâche	Intervenant Ecosphère	Intervalle (j)
20	13/05/2020	Suivi mortalité	Laurent Spanneut	/
21	19/05/2020	Suivi mortalité Test efficacité observateurs	Elodie Brunet Laurent Spanneut	6
22	26/05/2020	Suivi mortalité	Elodie Brunet	7
23	03/06/2020	Suivi mortalité	Laurent Spanneut	8
24	09/06/2020	Suivi mortalité	Laurent Spanneut	6
25	15/06/2020	Suivi mortalité Test de persistance (dépose)	Elodie Brunet	6
	16/06/2020	Test de persistance (J+1)	Elodie Brunet	/
	18/06/2020	Test de persistance (J+3)	Elodie Brunet	/
26	22/06/2020	Suivi mortalité Test de persistance (j+7)	Elodie Brunet	7
	25/06/2020	Test de persistance (J+10)	Léa Boutault	/
27	29/06/2020	Suivi mortalité Test de persistance (J+14)	Elodie Brunet	7
28	07/07/2020	Suivi mortalité	Laurent Spanneut	8
29	15/07/2020	Suivi mortalité	Elodie Brunet	8
30	21/07/2020	Suivi mortalité	Elodie Brunet	6
31	28/07/2020	Suivi mortalité	Laurent Spanneut	7
32	04/08/2020	Suivi mortalité	Laurent Spanneut	7
	07/08/2020	Suivi mortalité	Loïc Robert	3
33	11/08/2020	Suivi mortalité	Laurent Spanneut	4
	14/08/2020	Suivi mortalité	Loïc Robert	3

Semaine	Date	Tâche	Intervenant Ecosphère	Intervalle (j)
34	17/08/2020	Suivi mortalité	Elodie Brunet	3
	21/08/2020	Suivi mortalité	Loïc Robert	4
35	24/08/2020	Suivi mortalité Test de persistance (dépose)	Elodie Brunet	3
	25/08/2020	Test de persistance (J+1)	Elodie Brunet	/
	27/08/2020	Suivi mortalité Test de persistance (J+3)	Elodie Brunet	3
36	31/08/2020	Suivi mortalité Test efficacité observateurs Test de persistance (J+7)	Elodie Brunet Laurent Spanneut Loïc Robert	4
	04/09/2020	Suivi mortalité	Loïc Robert	4
37	07/09/2020	Suivi mortalité	Loïc Robert	3
	11/09/2020	Suivi mortalité	Loïc Robert	4
38	14/09/2020	Suivi mortalité	Laurent Spanneut	3
	17/09/2020	Suivi mortalité	Loïc Robert	3
39	21/09/2020	Suivi mortalité	Laurent Spanneut	4
	24/09/2020	Suivi mortalité	Loïc Robert	3
40	29/09/2020	Suivi mortalité	Elodie Brunet	5
	02/10/2020	Suivi mortalité	Loïc Robert	3
41	06/10/2020	Suivi mortalité	Elodie Brunet	4
	09/10/2020	Suivi mortalité	Loïc Robert	3
42	12/10/2020	Suivi mortalité	Elodie Brunet	3
	16/10/2020	Suivi mortalité	Loïc Robert	4
43	20/10/2020	Suivi mortalité	Laurent Spanneut	4
	23/10/2020	Suivi mortalité	Loïc Robert	3
44	27/10/2020	Suivi mortalité	Elodie Brunet	4
	30/10/2020	Suivi mortalité	Loïc Robert	3
45	02/11/2020	Suivi mortalité	Loïc Robert	2

ANNEXE 2 : OCCUPATION DU SOL ET SURFACES PROSPECTÉES PAR ÉOLIENNE

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

Période	Temps	Nbr de passages	Quin 1			Quin 2			Quin 3			Quin 4			Quin 5			Quin 6			Quin 7			Surface moyenne prospectée sur l'ensemble du parc :
			Prospectée (B + M)	Non prospectée (Nulle)	% prospecté	Prospectée (B + M)	Non prospectée (Nulle)	% prospecté	Prospectée (B + M)	Non prospectée (Nulle)	% prospecté	Prospectée (B + M)	Non prospectée (Nulle)	% prospecté	Prospectée (B + M)	Non prospectée (Nulle)	% prospecté	Prospectée (B + M)	Non prospectée (Nulle)	% prospecté	Prospectée (B + M)	Non prospectée (Nulle)	% prospecté	
1	1	7	1843	6011	23%	2023	5831	26%	1600	6254	20%	1908	5946	24%	2266	5588	29%	2311	5543	29%	3091	4763	39%	27%
	2	2	1843	6011	23%	2023	5831	26%	1600	6254	20%	5823	2031	74%	2266	5588	29%	2311	5543	29%	3091	4763	39%	34%
2	3	1	7854	0	100%	7854	0	100%	7854	0	100%	5823	2031	74%	4404	3450	56%	4622	3232	59%	4078	3776	52%	77%
	4	1	7854	0	100%	7854	0	100%	7854	0	100%	5823	2031	74%	4404	3450	56%	4622	3232	59%	7854	0	100%	84%
	5	12	7854	0	100%	7854	0	100%	7854	0	100%	5823	2031	74%	7854	0	100%	7854	0	100%	7854	0	100%	96%
	6	15	5407	2447	69%	7854	0	100%	7854	0	100%	5823	2031	74%	7854	0	100%	7854	0	100%	7854	0	100%	92%
Moyenne			70%			82%			81%			65%			81%			81%			84%			78%

ANNEXE 3 : DONNÉES DE CADAVRES DÉCOUVERTS LORS DU SUIVI

Ordre	Nom_français	Nom_scientifique	Age	Sexe	Date_ramassage	Coord_X_L93	Coord_Y_L93	Distance_mat	Num_eolienne	Découvreur	Identificateur	Contexte
CHIROPTERE	Pipistrelle indéterminée	<i>Pipistrellus sp.</i>	VOL	Ind	06/05/2020	793057,062	6724667,44	34	7	Laurent Spanneut	Léa Boutault	Suivi ICPE (hors protocole)
OISEAU	Alouette des champs	<i>Alauda arvensis</i>	?	?	27/05/2020	792820,769	6724751,3	17	6	Elodie Brunet	Léa Boutault	Suivi ICPE (hors protocole)
OISEAU	Alouette des champs	<i>Alauda arvensis</i>	+1A	Ind	15/06/2020	792813,432	6724746,66	17	6	Elodie Brunet	Elodie Brunet	Suivi ICPE
CHIROPTERE	Pipistrelle commune/pygmée	<i>Pipistrellus pipistrellus/pygmaeus</i>	VOL	F	10/07/2020	792263,121	6725106,89	12	3	Laurent Spanneut	Léa Boutault	Suivi ICPE (hors protocole)
CHIROPTERE	Pipistrelle commune/pygmée	<i>Pipistrellus pipistrellus/pygmaeus</i>	VOL	Ind	28/07/2020	792629,591	6724882,97	23	5	Laurent Spanneut	Léa Boutault	Suivi ICPE
OISEAU	Martinet noir	<i>Apus apus</i>	1A	Ind	04/08/2020	792389,068	6724970,89	34	4	Laurent Spanneut	Laurent Spanneut	Suivi ICPE
CHIROPTERE	Noctule de Leisler	<i>Nyctalus leisleri</i>	VOL	Ind	17/08/2020	791925,523	6725422,9	18	1	Elodie Brunet	Léa Boutault	Suivi ICPE
OISEAU	Martinet noir	<i>Apus apus</i>	1A	Ind	21/08/2020	792243,614	6725151,55	39	3	Loïc Robert	Loïc Robert, Laurent Spanneut	Suivi ICPE
CHIROPTERE	Noctule commune	<i>Nyctalus noctula</i>	VOL	F	31/08/2020	792833,951	6724785,54	35	6	Elodie Brunet	Léa Boutault	Suivi ICPE
CHIROPTERE	Pipistrelle indéterminée	<i>Pipistrellus sp.</i>	Ad	Ind	04/09/2020	792424,263	6724953,34	28	4	Loïc Robert	Loïc Robert	Suivi ICPE
CHIROPTERE	Noctule de Leisler	<i>Nyctalus leisleri</i>	Ad	F	04/09/2020	792631,788	6724860,59	22	5	Loïc Robert	Loïc Robert	Suivi ICPE
OISEAU	Gobemouche noir	<i>Ficedula hypoleuca</i>	+1A	F	14/09/2020	792602,923	6724842,74	27	4	Laurent Spanneut	Laurent Spanneut	Suivi ICPE
CHIROPTERE	Pipistrelle de Nathusius	<i>Pipistrellus nathusii</i>	VOL	M	14/09/2020	792056,787	6725259,8	30	2	Laurent Spanneut	Léa Boutault	Suivi ICPE
OISEAU	Gobemouche noir	<i>Ficedula hypoleuca</i>	1A	Ind	14/09/2020	792797,399	6724737,26	27	6	Laurent Spanneut	Laurent Spanneut	Suivi ICPE
CHIROPTERE	Pipistrelle de Kuhl	<i>Pipistrellus kuhlii</i>	Ad	F	17/09/2020	792421,535	6725013,98	33	4	Loïc Robert	Loïc Robert	Suivi ICPE
CHIROPTERE	Pipistrelle de Nathusius	<i>Pipistrellus nathusii</i>	VOL	M	21/09/2020	792776,37	6724752,86	33	6	Laurent Spanneut	Léa Boutault	Suivi ICPE
CHIROPTERE	Pipistrelle de Nathusius	<i>Pipistrellus nathusii</i>	VOL	F	21/09/2020	792092,967	6725300,36	41	2	Laurent Spanneut	Léa Boutault	Suivi ICPE
CHIROPTERE	Pipistrelle de Nathusius	<i>Pipistrellus nathusii</i>	VOL	M	21/09/2020	792450,641	6724988,89	30	4	Laurent Spanneut	Léa Boutault	Suivi ICPE
CHIROPTERE	Pipistrelle de Nathusius	<i>Pipistrellus nathusii</i>	VOL	M	12/10/2020	793021,771	6724628,51	48	7	Elodie Brunet	Léa Boutault	Suivi ICPE
OISEAU	Roitelet triple-bandeau	<i>Regulus ignicapilla</i>	VOL	M	16/10/2020	792635,827	6724879,12	26	5	Loïc Robert	Loïc Robert	Suivi ICPE
OISEAU	Roitelet triple-bandeau	<i>Regulus ignicapilla</i>	VOL	M	16/10/2020	792427,522	6724948,82	33	4	Loïc Robert	Loïc Robert	Suivi ICPE
OISEAU	Grive musicienne	<i>Turdus philomelos</i>	VOL	Ind	16/10/2020	792380,125	6724969,98	43	4	Loïc Robert	Loïc Robert	Suivi ICPE
OISEAU	Roitelet triple-bandeau	<i>Regulus ignicapilla</i>	VOL	Ind	16/10/2020	792228,874	6725155,42	48	3	Loïc Robert	Loïc Robert	Suivi ICPE
CHIROPTERE	Pipistrelle commune/pygmée	<i>Pipistrellus pipistrellus/pygmaeus</i>	VOL	F	20/10/2020	792257,951	6725109,22	7	3	Laurent Spanneut	Léa Boutault	Suivi ICPE
OISEAU	Roitelet triple-bandeau	<i>Regulus ignicapilla</i>	VOL	F	27/10/2020	792630,978	6724893,75	32	5	Elodie Brunet	Elodie Brunet, Léa Boutault	Suivi ICPE
OISEAU	Roitelet triple-bandeau	<i>Regulus ignicapilla</i>	VOL	Ind	27/10/2020	791908,514	6725435,91	39	1	Elodie Brunet	Elodie Brunet	Suivi ICPE
OISEAU	Roitelet triple-bandeau	<i>Regulus ignicapilla</i>	VOL	M	02/11/2020	792455,072	6725005,21	41	4	Loïc Robert	Loïc Robert	Suivi ICPE
OISEAU	Roitelet triple-bandeau	<i>Regulus ignicapilla</i>	VOL	M	02/11/2020	792472,239	6725003,11	55	4	Loïc Robert	Loïc Robert	Suivi ICPE

*Age : 1A = 1^{re} année ; + 1A = plus d'un an ; VOL = volant, âge non identifiable

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

Présentation de quelques captures d'écran.

➤ Résultats obtenus pour l'ensemble du suivi (mi-mai à début novembre) et pour les 25 cadavres découverts lors des 39 passages standardisés. Résultats présentés dans le tableau en partie 4.1.3.1.

Sélectionner un fichier avec le nombre de cadavres trouvés :

Browse...

cadavres_Quincy20_all.csv

Upload complete

Nb lignes lues = 39

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

Browse...

persistence_last detection_Quincy20_all.csv

Upload complete

Nombre de lignes lues = 24

Méthode de calcul des intervalles de confiance

☐ Non-paramétrique

☒ Paramétrique

Intervalle de temps entre les passages =

4,5

Nombre de cadavres déposé pour étude de la détection =

270

Nombre de cadavres trouvé pour étude de la détection =

244

Pourcentage de la surface prospectée =

0.81

Données en entrée

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

0, 0, 0, 0, 0, ..., 1, 0, 2, 0, 2

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

0.5, 1, 3, 1, 1, ..., 1, 1, 1, 0.5, 0.5

Estimations avec leurs intervalles de confiance

Formule	Médiane	IC 2.5	IC 97.5	IC 0.10	IC 0.90
Erickson	81.17	60.64	122.36	66.27	103.56
Huso	89.59	72.32	126.17	77.09	109.15
Winkelmann	482.82	115.78	966.46	188.30	873.87
Jones	112.20	82.79	203.31	90.14	154.45

➤ Résultats obtenus pour l'ensemble du suivi (mi-mai à début novembre) et pour les 12 cadavres de chiroptères découverts lors des 39 passages standardisés. Résultats présentés dans le tableau en partie 4.1.3.1.

Sélectionner un fichier avec le nombre de cadavres trouvés :

Upload complete

Nb lignes lues = 39

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

Upload complete

Nombre de lignes lues = 24

Méthode de calcul des intervalles de confiance

☐ Non-paramétrique

☒ Paramétrique

Intervalle de temps entre les passages =

Nombre de cadavres déposé pour étude de la détection =

Nombre de cadavres trouvé pour étude de la détection =

Pourcentage de la surface prospectée =

Données en entrée

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

0 , 0 , 0 , 0 , 0 , ..., 1 , 0 , 2 , 0 , 2

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

0.5 , 1 , 3 , 1 , 1 , ..., 1 , 1 , 1 , 0.5 , 0.5

Estimations avec leurs intervalles de confiance

Formule	Médiane	IC 2.5	IC 97.5	IC 0.10	IC 0.90
Erickson	81.17	60.64	122.36	66.27	103.56
Huso	89.59	72.32	126.17	77.09	109.15
Winkelmann	482.82	115.78	966.46	188.30	873.87
Jones	112.20	82.79	203.31	90.14	154.45

ANNEXE 5 : PARAMÈTRES POUR L'ESTIMATION DE LA MORTALITÉ RÉELLE AVEC GENEST

	DATAFILES INPUTS :	DWP_PERIODE	
GENERAL INPUTS	Model inputs		
	Number of iteration	1000	
	Confidence level	0,8	
	Carcass Class Column	SEASON	
SEARCHER EFFICIENCY	Model inputs	P1	P2
	Observations	Efficacite1 <i>Some models were not successfully fit. Failed models were removed.</i>	Efficacite1 <i>Some models were not successfully fit. Failed models were removed.</i>
	Predictor variables	Size Visibility	Size Visibility
	Fixed k	0.75	0.75
	Selection		
	p model / p ~	constant	Visibility * Size
	k model	fixed at 0.75	fixed at 0.75
CARCASS PERSISTENCE	Model inputs		
	Last time present	LastPresent	LastPresent
	First time absent	FirstAbsent	FirstAbsent
	Predictor variables	/	/
	Distributions	all	all
	Selection		
MORTALITY ESTIMATION	Distribution	lognormal	loglogistic
	Location ~	constant	constant
	Scale ~	constant	constant
	Model inputs		
	Carcass ID	carclD	carclD
	Fraction of Facility Surveyed	1	1
	DWP *	/	/
	Date found	DateFound	DateFound
	Split mortality		
	Search Schedule (SS) Variable	Season	Season
	Carcass Observation (CO) Variable	Group	Group

ANNEXE 6 : SUIVIS COMPORTEMENTAUX DES OISEAUX

Date	Heure début	Durée (h)	Localité	Observateur	Météo	Espèce	Effectif	Classe hauteur de vol estimée *	Remarque
08/04/2020	8h30	4	parc éolien	L. Spanneut	10°C, TB, SO faible	Milan royal	1	H-	arrive du S à 20 m de haut, suit axe piste, passe au ras de Quin7 quasi arrêtée
21/04/2020	8h15	6,5	Quin 2	L. Spanneut	12°C, couvert, NE faible	Milan royal	1	H-	ad. se pose à 50 m de Quin2 et chasse à pied dans les pois, puis repart vers le S. Nouvelle obs. à 12h30 sans approche du parc
06/05/2020	9h30	4	parc éolien	L. Spanneut	12°C à 9h, beau, quelques nuages, NE faible	Milan royal	1	H	ad. à 70 m de haut passe Quin4, tournoie, puis chasse au nord, éolienne quasi arrêtées
06/05/2020	9h30	4	parc éolien	L. Spanneut	12°C à 9h, beau, quelques nuages, NE faible	Milan royal	1	H-	vol S, passe entre Q4 & Q5 à 30 m de haut sans hésiter
06/05/2020	9h30	4	parc éolien	L. Spanneut	12°C à 9h, beau, quelques nuages, NE faible	Alouette des champs	1	H	chanteur devant la nacelle de Quin7
26/05/2020			Bornant	E. Brunet	vent faible, nuageux, 1 averse	Cigogne noire	1	-	longe la lisière depuis le nord et disparaît au-dessus du boisement vers Chevigny
26/05/2020	10h45	4	parc éolien	E. Brunet	vent faible, nuageux, 1 averse	Milan noir	1	non relevé, hors parc	arrive du SO, longe le Bornant par le sud, au niveau des boisements
10/06/2020	8h	4	l'Ormeau	L. Boutault	11°C, vent faible NO, nuageux	Milan royal	1	H-	A/R depuis le sud le long de la Comale. Ne traverse pas le parc
10/06/2020	8h	4	l'Ormeau	L. Boutault	11°C, vent faible NO, nuageux	Busard cendré	1	H-	2A mâle. Chasse au nord de la Cra et le long de la Comale
10/06/2020	8h	4	l'Ormeau	L. Boutault	11°C, vent faible NO, nuageux	Busard cendré	1	H-	mâle ad. chasse au sud, traverse le parc vers le nord entre Q4-Q5
10/06/2020	8h	4	l'Ormeau	L. Boutault	11°C, vent faible NO, nuageux	Buse variable	2	H	cerclent au-dessus de la vallée
10/06/2020	8h	4	l'Ormeau	L. Boutault	11°C, vent faible NO, nuageux	Faucon crécerelle	1	H	traverse le parc sud -> nord au niveau de Q4
10/06/2020	8h	4	l'Ormeau	L. Boutault	11°C, vent faible NO, nuageux	Milan noir	1	H	arrive du sud, évite le parc par l'ouest
10/06/2020	8h	4	l'Ormeau	L. Boutault	11°C, vent faible NO, nuageux	Milan noir	1	H	chasse au sud
15/06/2020	13h15	4	parc éolien	E. Brunet	20°C, ensoleillé, vent faible à moyen	Milan royal	1	H+	Vient du sud du parc, pompe au-dessus du chemin et passe au-dessus de Q5 Q6
15/06/2020	13h15	4	parc éolien	E. Brunet	20°C, ensoleillé, vent faible à moyen	Milan sp.	6	H-	fauche d'ensilage au niveau de Chevigny le Désert, tournent au-dessus et chassent dans les prairies
17/06/2020			parc éolien	E. Brunet		Milan noir	1	H-	Passe entre Q3 et Q4 à basse altitude
25/06/2020	12h	/	Quin4	L. Boutault	/	Milan noir	10	H- / H	10aine de Milans noirs + Buse variable attirés par la fauche sous Q4
26/06/2020	7h15	4,25	l'Ormeau	L. Boutault	21°C, vent fort SE, nuageux vent faible à partir de 9h	Busard Saint-Martin	1	H-	mâle ad, en chasse du côté de la lisière boisée ouest
26/06/2020	7h15	4,25	l'Ormeau	L. Boutault	21°C, vent fort SE, nuageux vent faible à partir de 9h	Milan royal	1	H	longe le parc par le sud d'O en E
26/06/2020	7h15	4,25	l'Ormeau	L. Boutault	21°C, vent fort SE, nuageux vent faible à partir de 9h	Corbeaux freux	100	H-	100aine d'individus posés dans la parcelle sud de Q4 fraîchement fauchée
26/06/2020	7h15	4,25	l'Ormeau	L. Boutault	21°C, vent fort SE, nuageux vent faible à partir de 9h	Milan noir	2	H	en chasse proche de Q2 / Q4
29/06/2020	9h45	4	parc éolien	E. Brunet	16°C, pluie fine, vent faible	Buse variable + Milan noir	1+1	H	se bagarrent au niveau de Q4/Q5, Buse part vers Quincy, Milan part vers le sud du parc
07/07/2020	17h	3	parc éolien	L. Spanneut	non relevé	Cigogne noire	1	H	Évite peut-être en venant du SO, puis glisse le long du Bornant et fait demi-tour pour s'y poser après une longue descente
07/07/2020	17h	3	parc éolien	L. Spanneut	non relevé	Milan noir	1	H	Suit moissonneuse à 300 m de Quin1

Date	Heure début	Durée (h)	Localité	Observateur	Météo	Espèce	Effectif	Classe hauteur de vol estimée *	Remarque
08/07/2020	10h	2,25	Haut Chevigny (ouest Bornant)	L. Boutault	24°C, vent faible, ensoleillé	Buse variable	2	H-	dans le fond de vallée
08/07/2020	10h	2,25	Haut Chevigny (ouest Bornant)	L. Boutault	24°C, vent faible, ensoleillé	Milan royal	1	H-	en chasse
08/07/2020	10h	2,25	Haut Chevigny (ouest Bornant)	L. Boutault	24°C, vent faible, ensoleillé	Milan noir	2	H-	au S du parc (cultures en moisson)
09/07/2020	8h45	2	Haut Chevigny (ouest Bornant)	L. Boutault	23°C, vent faible, ensoleillé	Buse variable	2	H- / H	autour du point d'obs
09/07/2020	8h45	2	Haut Chevigny (ouest Bornant)	L. Boutault	23°C, vent faible, ensoleillé	Cigogne noire	1	H- / H	cercle entre Chevigny et la carrière, puis part vers l'Ouest / Chatel Gérard (nid découvert plus tard)
09/07/2020	8h45	2	Haut Chevigny (ouest Bornant)	L. Boutault	23°C, vent faible, ensoleillé	Milan noir	5	H- / H	autour du point d'obs
15/07/2020		-	parc éolien	E. Brunet		-			RAS
21/07/2020		-	parc éolien	E. Brunet		Milan royal + Buse variable + Milan noir		H-/H/H+	Moisson sous Q4/Q5 au N de la route, au début 1 Bv et 2 Mn puis arrivée de 3 Mr et 2 Mn. Passe à travers le parc (
22/07/2020	6h	4,25	parc éolien	E. Brunet	13°C à 6h, soleil, vent moyen, 28°C à 10h vent faible	Cigogne noire	1	0	Posée dans le Bornant
22/07/2020	6h	4,25	parc éolien	E. Brunet	13°C à 6h, soleil, vent moyen, 28°C à 10h vent faible	Faucon crécerelle	2	H	Traverse entre Q3 et Q4
22/07/2020	6h	4,25	parc éolien	E. Brunet	13°C à 6h, soleil, vent moyen, 28°C à 10h vent faible	Milan noir	1	H-	Passe entre en Q4 et Q5
28/07/2020	7h30	4	parc éolien	L. Spanneut	20°C, variable, averses, SO assez fort	-			
04/08/2020	10h30	5	parc éolien	L. Spanneut	11°C, vent NO faible, couvert	Milan royal	1	H	vol nord à 70 m de haut face à Quin2, tournoie à 100m de l'éolienne, au-dessus du sol griffé ce matin
07/09/2020	10h45	4,5	Quin 6	L. Spanneut	15°C, vent N faible, TB	Milan royal	1	H-	en vol battu, passe à 40m de haut au ras de Quin7 immobile
21/09/2020	9h	0,5	parc éolien	L. Spanneut	non relevé	Faucon crécerelle	1	H-	capture un insecte sur la route en partant des escaliers de Quin3

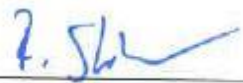
*
 H- sous les pales
 H à hauteur de pale
 H+ au-dessus des
 pales

ANNEXE 7 : RÉSULTATS DES SUIVIS MIGRATOIRES

Date	Heure début	Durée (h)	Localité	Observateur	Météo	Espèce	Effectif	Classe hauteur de vol estimée *	Remarque
08/04/2020	8h30	4	Les Beauvois, 500 m au S	L. Spanneut	10°C, TB, SO faible	Bergeronnette printanière	3	H-	passent à 10 m de haut entre Q4 et Q5
08/04/2020	8h30	4	Les Beauvois, 500 m au S	L. Spanneut	10°C, TB, SO faible	Pipit farlouse	5	H-	se posent avant parc, vitesse 9 RPM, Q3 & Q4 maintenance
21/04/2020	8h15	5,5	Quin 2	L. Spanneut	14°C à 12h, couvert, NE faible	Bergeronnette grise	1	H-	évite Q1
21/04/2020	8h15	5,5	Quin 2	L. Spanneut	14°C à 12h, couvert, NE faible	Bergeronnette printanière	1	H-	
21/04/2020	8h15	5,5	Quin 2	L. Spanneut	14°C à 12h, couvert, NE faible	Bergeronnette printanière	1	H-	
21/04/2020	8h15	5,5	Quin 2	L. Spanneut	14°C à 12h, couvert, NE faible	Busard des roseaux	1	H-	fem. passe au pied de Quin7 à l'arrêt
21/04/2020	8h15	5,5	Quin 2	L. Spanneut	14°C à 12h, couvert, NE faible	Geai des chênes	11	H-	
21/04/2020	8h15	5,5	Quin 2	L. Spanneut	14°C à 12h, couvert, NE faible	Linotte mélodieuse	3	H-	
21/04/2020	8h15	5,5	Quin 2	L. Spanneut	14°C à 12h, couvert, NE faible	Milan noir	2	H	passent au S du parc
21/04/2020	8h15	5,5	Quin 2	L. Spanneut	14°C à 12h, couvert, NE faible	Pinson des arbres	1	H-	pas vu
06/05/2020	9h30	6	Les Beauvois, 500 m au S	L. Spanneut	12°C à 9h, beau, quelques nuages, NE faible	Busard cendré	1	H-	mâle ad. passe à l'E de Quin7 en chassant à 5 m de haut
06/05/2020	9h30	6	Les Beauvois, 500 m au S	L. Spanneut	12°C à 9h, beau, quelques nuages, NE faible	Hirondelle de cheminée	5	H-	3 passent entre Q4 & Q5 à 40 m, 2 passent à 10 m de haut
06/05/2020	9h30	6	Les Beauvois, 500 m au S	L. Spanneut	12°C à 9h, beau, quelques nuages, NE faible	Loriot d'Europe	1	H-	fem.
06/05/2020	9h30	6	Les Beauvois, 500 m au S	L. Spanneut	12°C à 9h, beau, quelques nuages, NE faible	Milan noir	1	H	passe vers le S à 100 m de haut, 500 m à l'E de Q7
13/05/2020	9h	3	Les Beauvois, 500 m au S	L. Spanneut	10°C, pluie, vent N faible	-			
10/06/2020	8h	4	l'Ormeau	L. Boutault	11°C, vent faible NO, nuageux	Bondrée apivore	1	H-	arrive du sud, évite le parc par l'ouest à son approche, continue au nord dans la vallée du Bornant
04/08/2020	10h30	5	parc éolien	L. Spanneut	11°C, vent NO faible, couvert	-			
11/08/2020	11h	3	parc éolien	L. Spanneut	non relevé	-			
07/09/2020	10h45	4,5	Quin 6	L. Spanneut	15°C à 11h, 23°C à 13h, TB, vent N faible	Busard cendré	1	H+	
07/09/2020	10h45	4,5	Quin 6		15°C à 11h, 23°C à 13h, TB, vent N faible	Épervier d'Europe	1	H	monte très vite pour passer au-dessus de Quin7
07/09/2020	10h45	4,5	Quin 6	L. Spanneut	15°C à 11h, 23°C à 13h, TB, vent N faible	Faucon hobereau	1	H+	
21/09/2020	9h	0,5	Quin 3	L. Spanneut	non relevé	Grand Cormoran	1	H+	survole Quin5-Quin6
20/10/2020	8h	4	Quin 3 puis Chèvrenalles	L. Spanneut	11°C, vent S modéré, couvert 90%	Bergeronnette grise	13	H-	passereaux à cette date pas tous suivis à travers le parc
20/10/2020	8h	4	Quin 3 puis Chèvrenalles	L. Spanneut	11°C, vent S modéré, couvert 90%	Bruant des roseaux	1	H-	
20/10/2020	8h	4	Quin 3 puis Chèvrenalles	L. Spanneut	11°C, vent S modéré, couvert 90%	Chardonneret élégant	3	H-	
20/10/2020	8h	4	Quin 3 puis Chèvrenalles	L. Spanneut	11°C, vent S modéré, couvert 90%	Grive mauvis	1	H-	
20/10/2020	8h	4	Quin 3 puis Chèvrenalles	L. Spanneut	11°C, vent S modéré, couvert 90%	Linotte mélodieuse	17	H-	
20/10/2020	8h	4	Quin 3 puis Chèvrenalles	L. Spanneut	11°C, vent S modéré, couvert 90%	Passereau sp.	1	H-	
20/10/2020	8h	4	Quin 3 puis Chèvrenalles	L. Spanneut	11°C, vent S modéré, couvert 90%	Pigeon colombin	8	H-	
20/10/2020	8h	4	Quin 3 puis Chèvrenalles	L. Spanneut	11°C, vent S modéré, couvert 90%	Pigeon ramier	63	H-	
20/10/2020	8h	4	Quin 3 puis Chèvrenalles	L. Spanneut	11°C, vent S modéré, couvert 90%	Pinson des arbres	30	H-	
20/10/2020	8h	4	Quin 3 puis Chèvrenalles	L. Spanneut	11°C, vent S modéré, couvert 90%	Pinson du Nord	1	H-	
20/10/2020	8h	4	Quin 3 puis Chèvrenalles	L. Spanneut	11°C, vent S modéré, couvert 90%	Pipit farlouse	13	H-	
20/10/2020	8h	4	Quin 3 puis Chèvrenalles	L. Spanneut	11°C, vent S modéré, couvert 90%	Tarin des aulnes	3	H-	

* H- sous les pales H à hauteur de pale H+ au-dessus

ANNEXE 8 : CERTIFICAT DE CALIBRATION DU MICROPHONE DU BATMODE S

Calibration Certificate	 
Date of calibration:	17.02.2020
Serial number:	0283
Calibrated by:	Dipl.-Ing. Florian Stiller
Calibration Results:	
Full Scale Level of Reference Signal:	-18,9 dBFS
SPL of Reference Signal:	88,5 dBSPL
Note: Please enter the values of calibration in the software <i>BATcontrol</i> of your BATmode-System. For further information concerning this matter, please see the user manual.	
 Signature	
bat bioacoustictechnology GmbH www.bioacoustictechnology.de	