



## Parc éolien de Pierrefitte-ès- Bois, commune de Pierrefitte-ès- Bois (45)

TOTAL QUADRAN  
avril 2021

Suivi de mortalité de  
l'avifaune et des  
chiroptères



<b>Citation recommandée</b>	Biotope, 2020, Parc éolien de Pierrefitte-ès-Bois, commune de Pierrefitte-ès-Bois (45), Suivi de mortalité de l'avifaune et des chiroptères. TOTAL QUADRAN. 86 p.	
Version/Indice	VF	
Date	avril 2021	
Nom de fichier	Pierrefitte_ès_Bois_TOTAL_QUADRAN_Mortalité_Biotope_V3	
Référence dossier	2020195	
Maître d'ouvrage	TOTAL QUADRAN	
Interlocuteurs	Alexis ROY puis Marine DAVID	Contact : <a href="mailto:marine.david@total-quadran.com">marine.david@total-quadran.com</a> Tél : 04 11 95 08 20 Tél : 06 21 69 53 12
Biotope, Rédaction de l'étude	Franck LETERME	Contact : <a href="mailto:fleterme@biotope.fr">fleterme@biotope.fr</a> Tél : 06 35 46 29 06
Biotope, Contrôleur qualité	Michaël GUILLON	Contact : <a href="mailto:mquillon@biotope.fr">mquillon@biotope.fr</a> Tél : 06 29 83 22 43

# Avant-propos

Le parc éolien de Pierrefitte-ès-Bois (Loiret) a été mis en service en juillet 2019.

La société TOTAL QUADRAN a missionné Biotope pour la réalisation du suivi de mortalité du parc éolien en 2020, pour la réalisation d'une étude des chiroptères en nacelle conformément au protocole de suivi environnemental des parcs éoliens terrestres (révision 2018), ainsi que pour la réalisation d'une étude de la migration de l'avifaune.

---

Le présent document présente les résultats des suivis réalisés en 2020 par le bureau d'études BIOTOPE. L'objectif de ce suivi est d'estimer les taux de mortalité des chauves-souris et des oiseaux, liés à l'exploitation du parc éolien de Pierrefitte-ès-Bois.

Au regard des éléments fournis (volet faune de l'étude d'impact) et des échanges réalisés pour la réalisation de l'offre commerciale, un protocole adapté, issu du document validé par le Ministère « Protocole de suivi environnemental des parcs éoliens », fixant les modalités à suivre, notamment pour la réalisation d'un suivi de mortalité, a été mis en œuvre.

À noter que la révision du document « Protocole de suivi environnemental des parcs éoliens terrestres » est paru en mars 2018 fixant les modalités à suivre, notamment pour la réalisation d'un suivi de mortalité. Ainsi, le protocole réalisé dans le cadre de cette étude et le rapport qui en découle tiennent compte des évolutions du protocole national.

---

## Sommaire

<b>1</b>	<b>Contexte de l'étude et aspects méthodologiques</b>	<b>8</b>
<b>1</b>	<b>Contexte – présentation du parc et données historiques</b>	<b>9</b>
1.1	Présentation du parc	9
1.2	Rappel des enjeux de l'étude d'impact	10
<b>2</b>	<b>Méthodologie appliquée</b>	<b>13</b>
2.1	Généralités sur la méthode de suivi de la mortalité : cadre et protocole national	13
2.2	Méthodologie d'inventaire mise en œuvre et difficultés rencontrées	16
2.3	Conditions de réalisation du suivi de mortalité	23
2.4	Équipe de travail	30
<b>2</b>	<b>Synthèse et analyse des résultats</b>	<b>31</b>
<b>1</b>	<b>Étude de l'activité de l'avifaune</b>	<b>32</b>
1.1	Oiseaux en migration pré-nuptiale	32
1.2	Oiseaux en migration post-nuptiale	41
<b>2</b>	<b>Résultats du suivi de mortalité</b>	<b>51</b>
2.1	Résultats bruts	51
2.2	Analyse des résultats	61
2.3	Synthèse du suivi de mortalité	68
<b>3</b>	<b>Facteurs d'impact et mesures correctives</b>	<b>71</b>
3.1	Analyse croisée avec l'étude d'impact	71
3.2	Analyse croisée de la phénologie de la mortalité et de l'activité acoustique en nacelle des chiroptères	72
<b>4</b>	<b>Mesures correctives</b>	<b>77</b>
<b>3</b>	<b>Bibliographie</b>	<b>80</b>
	<b>Annexes</b>	<b>83</b>

## Liste des tableaux

Tableau 1 : Prospections de terrain et informations météorologiques	23
Tableau 2 : Bilan de l'occupation du sol pour les deux éoliennes sur l'ensemble de la période de suivi. Représentation en pourcentage des surfaces cumulées des différentes occupations du sol observées par éolienne et pour le parc sur l'ensemble de la période de suivi (20 passages). Les zones en gris foncées représentent les occupations du sol non prospectables tout ou partie du suivi (efficacité de recherche nulle), et en blanc les occupations du sol qui ont été prospectables la majeure partie de l'année de suivi (non prospectable que ponctuellement).	25

Tableau 3 : Nombre total de leurres disposés par éolienne en fonction de l'occupation du sol sur l'ensemble du suivi (poses cumulées des 2 tests).	29
Tableau 4 : Équipe de travail	30
Tableau 5 : Liste des espèces d'oiseaux contactées en migration pré-nuptiale	34
Tableau 6 : Liste des espèces d'oiseaux contactées en migration post-nuptiale	43
Tableau 7 : Tableau de synthèse « empirique » de Dürr (mis à jour le 25 septembre 2020) des oiseaux touchés par les parcs éoliens selon les pays de l'Europe	56
Tableau 8 : Statuts réglementaires et de conservation des espèces d'oiseaux touchées par le parc éolien de Pierrefitte-ès-Bois	57
Tableau 9 : Tableau de synthèse « empirique » de Dürr (mis à jour le 25 septembre 2020) des chiroptères touchés par les parcs éoliens selon les pays de l'Europe	58
Tableau 10 : Statuts réglementaires et de conservation des espèces de chauve-souris touchées par le parc de Pierrefitte-ès-Bois	59
Tableau 11 : Statistiques descriptives du coefficient correcteur de surface calculé sur l'ensemble des 20 passages	61
Tableau 12 : Résultats des estimations des durées moyennes de persistance et leur intervalle de confiance à 95 % pour les deux tests de persistance pour chacune des deux éoliennes. Les durées moyennes de persistance sont les valeurs retenues comme coefficient correcteur pour les estimations de mortalité.	62
Tableau 13 : Taux d'efficacité de recherche (et intervalles de confiance à 95 %) calculés (observés) et prédits (estimations et interpolations) par type d'occupation du sol pour tous les cas de figure rencontrés durant le suivi. Les valeurs d'extrapolation renseignées à dire d'expert sont indiquées en gras.	63
Tableau 14 : Bilan des probabilités globales de détection par méthode d'estimation	65
Tableau 15 : Estimation de la mortalité la plus probable (et incertitudes entre crochets) de chiroptères au sein du parc de Pierrefitte-ès-Bois sur la période du suivi	66
Tableau 16 : Estimation de la mortalité la plus probable (et incertitudes entre crochets) des oiseaux au sein du parc de Pierrefitte-ès-Bois sur la période du suivi	67
Tableau 17 : Croisement des informations issues de l'état initial de l'étude d'impact et du suivi mortalité	71
Tableau 18 : Phénologie du nombre de découvertes de cadavres par espèce et groupe d'espèces	76
Tableau 19 : Scénarii de bridage	78
Tableau 18 : Résultats du suivi mortalité	84

## Liste des illustrations

Figure 1 : Eoliennes 1 et 2 le 08 juillet 2020 (de gauche à droite)	9
---	---

Figure 2 : Eoliennes 1 et 2 (prairies) le 08 juillet 2020 (de gauche à droite)	9
Figure 3 : Situation et disposition des éoliennes du parc éolien de Pierrefitte-ès-Bois (de gauche à droite, E01 et E02)	10
Figure 4 : Périodes lors desquelles le suivi de mortalité est attendu selon le protocole national 2018	14
Figure 5 : Schéma de la surface-échantillon à prospecter (largeur de transects de 5 à 10 m) (extrait du protocole national 2018)	15
Figure 6 : Évolution de l'occupation du sol et surfaces prospectées sur l'ensemble du suivi	26
Figure 7 : Occupation du sol pour les éoliennes E01 et E02 (de gauche à droite et de haut en bas) les 10 juin 2020 (premier passage en haut), 15 juillet 2020, 12 août 2020 et 21 septembre 2020 (passage 20)	27
Figure 8 : Bilan des surfaces prospectées par éolienne sur l'ensemble du suivi. A gauche évolution du pourcentage de surface prospectée par passage, à droite synthèse (boite à moustaches) du pourcentage de surface prospectée par passage par éolienne sur l'ensemble du suivi (de bas en haut : minimum, 1er quartile, médiane en gras, 3ème quartile, maximum).	28
Figure 9 : Type de leurres utilisés dans le cadre des tests d'efficacité de recherche © Biotope	29
Figure 10 : Mortalité par espèce ou groupe d'espèces observée sur le parc éolien de Pierrefitte-ès-Bois	51
Figure 11 : Présentation de quelques photographies des cadavres découverts. De gauche à droite et de haut en bas : Pipistrelle de Kuhl, Pipistrelle commune, Noctule de Leisler, Noctule commune, Héron cendré, Roitelet à triple bandeau © Biotope	52
Figure 12 : Nombre de cadavres trouvés par passage sur le parc éolien de Pierrefitte-ès-Bois	53
Figure 13 : Nombre de cadavres découverts par éolienne	53
Figure 14 : Répartition spatiale (distance à l'éolienne) des cadavres retrouvés au sein du parc de Pierrefitte-ès-Bois. La courbe représente l'évolution de la surface de l'aire d'étude prospectée en fonction de la distance au pied de l'éolienne.	54
Figure 15 : Positionnement des observations par rapport au positionnement des éoliennes. En grisé, le cumul des observations en histogramme radial en fonction de l'orientation	55
Figure 16 : Durées de persistance moyennes et médianes accompagnées des incertitudes (intervalles de confiance à 95 %) des cadavres pour chaque test de prédation	62
Figure 17 : Estimation de la mortalité la plus probable (et incertitude à 95%) pour les chiroptères pour le parc éolien de Pierrefitte-ès-Bois au cours du suivi de 2020 sur 133 jours	67
Figure 18 : Estimation de la mortalité la plus probable (et incertitude à 95%) pour les oiseaux pour le parc éolien de Pierrefitte-ès-Bois au cours du suivi de 2020 sur 133 jours	68
Figure 19 : Nombre de cadavres trouvés par passage sur le parc éolien de Pierrefitte-ès-Bois.	72

Figure 20 : Phénologie de l'activité acoustique enregistrée au niveau d'éolienne E1 sur la période de réalisation du suivi mortalité (10 juin au 21 octobre 2020).	73
Figure 21 : Nombre moyens de minutes positives mensuelles par heure, toutes espèces confondues, sur la période de réalisation du suivi mortalité (10 juin au 21 octobre 2020).	73
Figure 22 : Abondance des espèces de chiroptères identifiés lors du suivi acoustique en altitude pendant la période de réalisation du suivi mortalité (10 juin au 21 octobre 2020).	74
Figure 23 : Répartition des contacts toutes espèces confondues par nuit et par tranche horaire, entre avril et novembre 2020	75
Figure 24 : Nombre moyens de minutes positives mensuelles par heure, pour les espèces de noctules, entre avril et novembre 2020.	75
Figure 25 : Nombre moyens de minutes positives mensuelles par heure, pour les Pipistrelles, entre avril et novembre 2020.	76

## Tables des cartes

Carte 1 : Migration pré-nuptiale : Observations de l'avifaune patrimoniale	37
Carte 2 : Migration post-nuptiale : Observations de l'avifaune patrimoniale	46

## Annexes

Annexe 1 : Tableau récapitulatif des observations de cadavres	84
---	----

1

## Contexte de l'étude et aspects méthodologiques

## 1 Contexte de l'étude et aspects méthodologiques

# 1 Contexte – présentation du parc et données historiques

## 1.1 Présentation du parc

Le parc éolien de Pierrefitte-ès-Bois se situe dans le département du Loiret (45), en région Centre-Val de Loire. Il est localisé à environ 82 km au sud-est du centre-ville d'Orléans.

Le parc, mis en service en juillet 2019, comprend 2 éoliennes VESTAS V110/2200 de 2,2 MW de puissance unitaire et d'orientation ouest-est. Ces éoliennes ont une hauteur de moyeu de 95 m et disposent d'un rotor de 110 m de diamètre.

Le parc de Pierrefitte-ès-Bois se situe au sein d'une plaine agricole de polyculture-élevage. A noter la présence d'une prairie permanente au niveau de l'éolienne E01, d'une prairie pâturée par des bovins au niveau de l'éolienne E02, et d'une haie d'une hauteur d'environ 5 mètres présente aux abords des deux éoliennes suivies.



Figure 1 : Eoliennes 1 et 2 le 08 juillet 2020 (de gauche à droite)



Figure 2 : Eoliennes 1 et 2 (prairies) le 08 juillet 2020 (de gauche à droite)

## 1 Contexte de l'étude et aspects méthodologiques

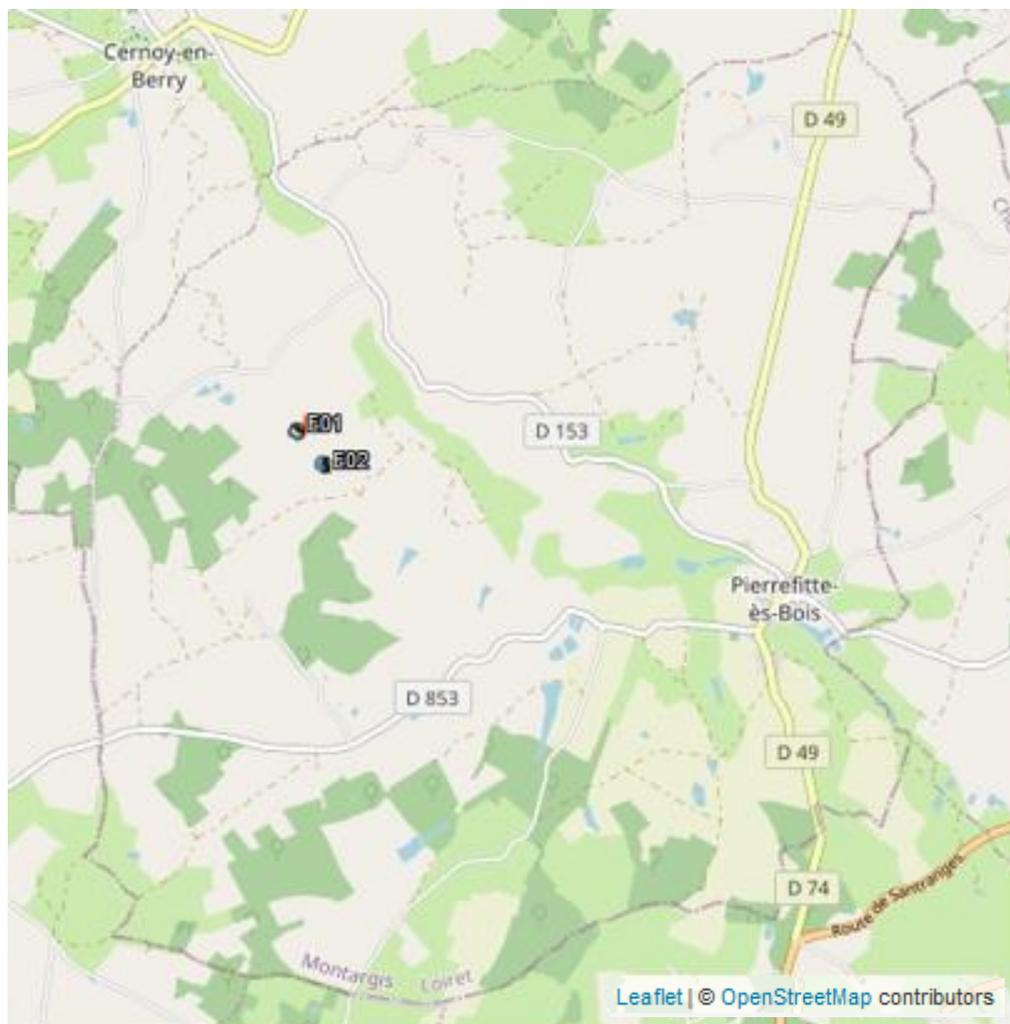


Figure 3 : Situation et disposition des éoliennes du parc éolien de Pierrefitte-ès-Bois (de gauche à droite, E01 et E02)

### 1.2 Rappel des enjeux de l'étude d'impact

L'objectif de cette partie est de résumer et de faire ressortir les espèces à enjeux identifiées lors de l'étude d'impact du projet éolien réalisée en 2007/2008 et rédigée en 2009 afin de les comparer avec les résultats des suivis post-implantations réalisés en 2020.

#### 1.2.1 Présentation de l'aire d'étude initiale et des techniques employées

Pour la partie « oiseaux », 9 passages ont été réalisés entre octobre 2007 et juillet 2008 couvrant l'ensemble du cycle biologique annuel : migrations pré et postnuptiales, hivernage et reproduction. L'ensemble des observations directes ont été réalisées en parcourant l'aire d'étude lors de chacun des 9 passages. Cette méthode a permis d'apprécier l'utilisation du site par les

## 1 Contexte de l'étude et aspects méthodologiques

oiseaux nicheurs ou en transit mais aussi de préciser les espèces hivernantes et en passage migratoire.

Pour l'étude des chauves-souris, deux techniques ont été déployées : l'utilisation de détecteurs d'ultrasons et l'utilisation d'un ballon captif emportant un dispositif d'enregistrement. Deux soirées d'inventaire ont été mobilisées en juillet 2007 et en juin 2008. Au total, un linéaire d'environ 30 kilomètres a été échantillonné.

### 1.2.2 Intérêts du site et de ses abords pour les oiseaux, définis par l'étude d'impact

Durant la période internuptiale, « un groupe de 250 Vanneaux huppés a été observé en halte migratoire au lieu-dit de « Beurtes », environ 1 500 m au nord du bourg ». Et durant l'hivernage, « un Busard Saint-Martin a été noté à deux reprises, trouvant ici un terrain favorable avec les grandes parcelles agricoles bordées de haies ou de petits boisements (l'espèce ne rechigne pas à nidifier à proximité de la végétation arborée, voire légèrement en recul des lisières). »

Durant la période de nidification, « 77 espèces ont été relevées sur la commune de Pierrefitte-ès-Bois, dont 32 sont considérées comme nicheuses sur le site du projet ou sur ses franges (bois et haies) ». Parmi ce cortège d'espèce utilisant l'aire d'étude pendant la période de nidification, 3 sont inscrites à l'annexe I de la Directive Oiseaux : le Busard Saint-Martin (avec un à deux couples nicheurs sur la commune, mais hors du site du projet et ne fréquentant le site qu'à l'occasion de recherches de proies), la Huppe fasciée (nicheuse à distance du site) et la Pie-grièche écorcheur (nicheuse à distance du site). Sept espèces nicheuses sur l'aire d'étude présentent un statut de patrimonialité : l'Alouette des champs, le Bruant jaune, le Faucon crécerelle, la Fauvette des jardins, le Pipit farlouse, le Tarier pâtre et le Verdier d'Europe.

« L'intérêt du site réside principalement dans le maillage préservé de haies ouvrant sur des parcelles d'attractivité variable suivant leur mode d'exploitation. Globalement, ce sont par exemple les passereaux sylvoles qui sont les plus favorisés dans ce contexte, comme le montre le maintien de la Pie-grièche écorcheur, observée cependant à l'écart du site du projet. Les mouvements migratoires sont apparus plutôt diffus sur la zone prise en compte ». « Aucun axe privilégié pour les déplacements locaux n'a été mis en évidence. De l'attractivité des haies résulte un ensemble de mouvements à faible hauteur, au contact de la végétation, sans direction préférentielle pour les oiseaux ».

### 1.2.3 Intérêt du site et de ses abords pour les chiroptères, définis par l'étude d'impact

Huit espèces de chauves-souris ont été contactées : le Petit Rhinolophe, le Murin à moustaches, le Murin à oreilles échancrées, la Sérotine commune, la Pipistrelle commune, la Pipistrelle de Nathusius, l'Oreillard sp., la Noctule commune. Cependant, « les résultats montrent clairement la prépondérance de la Pipistrelle commune sur le site du projet comme sur l'ensemble du secteur prospecté (80 % des contacts) ». « Inversement, les autres espèces apparaissant habituellement en densité notable sont ici assez faiblement représentées. C'est surtout le cas pour la Sérotine commune et la Noctule commune, qui sont pourtant aisément captées par les détecteurs en raison de la forte puissance de leurs émissions sonores. »

Cette aire d'étude paraissait en première approche présenter de fortes potentialités pour les chiroptères (zones bocagères, zones ouvertes ...). Cependant, « l'ensemble des informations collectées montre que les chiroptères du secteur désertent les secteurs ouverts au profit de la proximité de la végétation arborée, surtout si ces structures sont proches de l'eau ».

## 1 Contexte de l'étude et aspects méthodologiques

« En période de fonctionnement du parc éolien, l'impact potentiel le plus sensible (mortalité par collision) affecte notamment la Pipistrelle commune ». « La Sérotine commune semble également sensible à ce phénomène. Toutefois, sur le secteur pris en compte, elle est apparue en densité faible. Cette situation contribue donc à limiter le risque pour l'espèce, au demeurant encore bien représentée à l'échelle de la région Centre ». « Enfin, le respect des connexions bocagères laisse croire en une absence d'impact pour les espèces de vol bas chassant au contact de la végétation, soit les Rhinolophes, les Oreillards et la grande majorité des Murins ».

## 1 Contexte de l'étude et aspects méthodologiques

## 2 Méthodologie appliquée

### 2.1 Généralités sur la méthode de suivi de la mortalité : cadre et protocole national

#### 2.1.1 Arrêté ministériel d'août 2011 modifié par l'arrêté du 22 juin 2020 et protocole national

L'arrêté du 22 juin 2020 portant modification des prescriptions relatives aux installations de production d'électricité utilisant l'énergie mécanique du vent au sein d'une installation soumise à autorisation au titre de la rubrique 2980 de la législation des installations classées pour la protection de l'environnement

L'arrêté du 26 août 2011 modifié relatif aux installations de production d'électricité utilisant l'énergie mécanique du vent au sein d'une installation soumise à autorisation au titre de la rubrique 2980 de la législation des installations classées pour la protection de l'environnement est modifié conformément aux dispositions des articles 2 à 22 du présent arrêté. »

#### Article 9

L'article 12 est remplacé par :

« Art. 12.-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. Sauf cas particulier justifié et faisant l'objet d'un accord du Préfet, ce suivi doit débuter dans les 12 mois qui suivent la mise en service industrielle de l'installation afin d'assurer un suivi sur un cycle biologique complet et continu adapté aux enjeux avifaune et chiroptères susceptibles d'être présents. Dans le cas d'une dérogation accordée par le Préfet, le suivi doit débuter au plus tard dans les 24 mois qui suivent la mise en service industrielle de l'installation. »

« 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. »

« Le suivi mis en place par l'exploitant est conforme au protocole de suivi environnemental reconnu par le ministre chargé des installations classées. »

« Les données brutes collectées dans le cadre du suivi environnemental sont versées, par l'exploitant ou toute personne qu'il aura mandatée à cette fin, dans l'outil de télé-service de " dépôt légal de données de biodiversité " créé en application de l'arrêté du 17 mai 2018. Le versement de données est effectué concomitamment à la transmission de chaque rapport de suivi environnemental à l'inspection des installations classées imposée au II de l'article 2.3. Lorsque ces données sont antérieures à la date de mise en ligne de l'outil de télé-service, elles doivent être versées dans un délai de 6 mois à compter de la date de mise en ligne de cet outil. »

« Dans le cas d'un projet de renouvellement d'une installation existante, autre qu'un renouvellement à l'identique ou une extension au sens de l'article R. 181-46-I du code de l'environnement, l'exploitant met en place un suivi environnemental, permettant d'atteindre les objectifs visés au 1er alinéa du présent article, dans les 3 ans qui précèdent le dépôt du porter à connaissance au préfet prévu par l'article R. 181-46 du code de l'environnement. »

## 1 Contexte de l'étude et aspects méthodologiques

Un protocole national cadrant les objectifs et modalités de suivi des parcs éoliens en exploitation a été rédigé en 2015 puis mis à jour début 2018.

La présente étude vient répondre aux obligations induites par le protocole national ainsi que par l'arrêté ministériel du 26 août 2011 modifié par l'arrêté du 22 juin 2020.

### 2.1.2 Méthodes et pressions d'inventaire attendues à l'échelle nationale

#### *Nombre de sessions d'inventaire*

Le protocole national précise que le suivi de mortalité sera constitué d'au minimum 20 visites réparties entre les semaines 20 et 43 en fonction des risques identifiés dans l'étude d'impact, de la bibliographie et de la connaissance du site.

semaine n°	1 à 19	20 à 30	31 à 43	44 à 52
Le suivi de mortalité doit être réalisé ...	Si enjeux avifaunistiques spécifiques	Dans tous les cas		Si enjeux avifaunistiques en période hivernale
Suivi d'activité 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

Figure 4 : Périodes lors desquelles le suivi de mortalité est attendu selon le protocole national 2018

#### *Nombre d'éoliennes suivies*

Le protocole national invite à contrôler :

- Toutes les éoliennes pour les parcs de 8 éoliennes et moins ;
- Pour les parcs de plus de 8 éoliennes contenant n éoliennes :  $8 \text{ éoliennes} + (n - 8) / 2$ .

## 1 Contexte de l'étude et aspects méthodologiques

### Méthode de collecte des données

**Surface-échantillon à prospecter** : un carré de 100 m de côté ou un cercle couvrant au moins un rayon égal à la longueur des pâles avec un minimum de 50 m (à élargir en proportion pour les éoliennes présentant des pâles de longueur supérieure à 50 m).

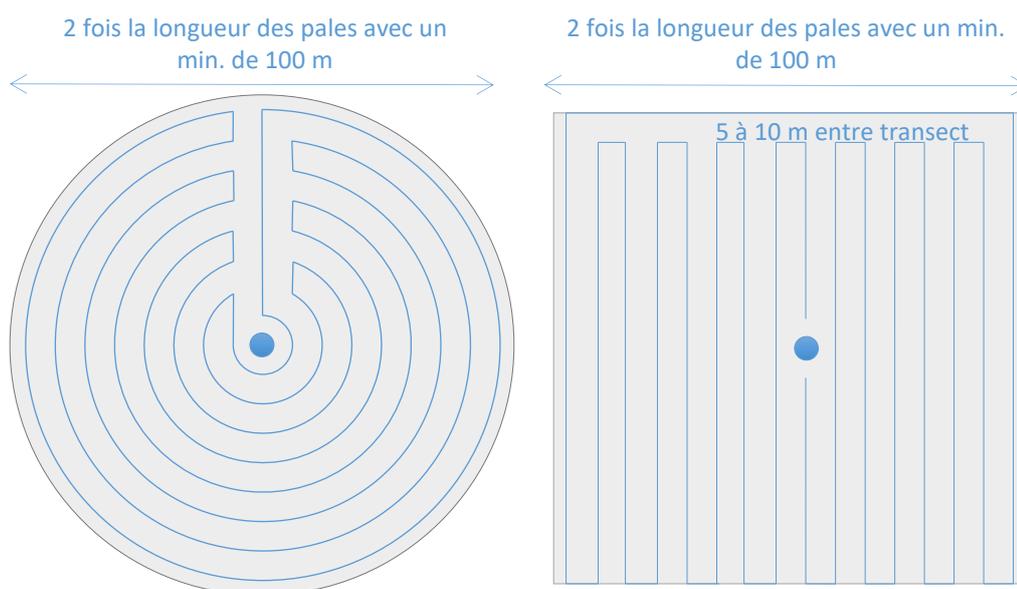


Figure 5 : Schéma de la surface-échantillon à prospecter (largeur de transects de 5 à 10 m) (extrait du protocole national 2018)

**Mode de recherche** : transects à pied espacés d'une distance dépendante du couvert végétal (de 5 à 10 m en fonction du terrain et de la végétation). Cette distance devra être mesurée et tracée. Les surfaces prospectées feront l'objet d'une typologie préalable des secteurs homogènes de végétation et d'une cartographie des habitats selon la typologie Corine Biotopes ou Eunis (cartographie simplifiée). L'évolution de la taille de végétation sera alors prise en compte tout au long du suivi et intégrée aux calculs du taux de mortalité (distinction des taux de découverte et de prédation en fonction des différents types de végétation).

### Tests de correction des résultats.

Le protocole national prévoit la réalisation de deux tests de correction des résultats :

- Test d'efficacité de recherche (du chercheur) ;
- Test de persistance des cadavres.

Les modalités de réalisation de ces tests sont décrites en détail dans les chapitres suivants.

### Analyse des résultats

**Le protocole national prévoit un cadre d'analyse des résultats :**

- Un tableau des données brutes doit être fourni pour permettre une compilation quantitative et informative à l'échelle nationale ;

## 1 Contexte de l'étude et aspects méthodologiques

- Analyser les résultats, de l'impact du parc et de l'efficacité des mesures ;
- Une analyse fine et qualitative des résultats doit être menée pour caractériser la mortalité par éolienne ;
- Croiser les résultats avec d'autres données ou avec les résultats d'autres types de suivi pour une interprétation des types de risques, des facteurs d'influence et orienter l'analyse vers l'efficacité des mesures ;
- Justifier et dimensionner les mesures correctives à mettre en place de façon proportionnée ;
- Estimer la mortalité pour permettre des comparaisons objectives et détecter les parcs à impacts significatifs pour la faune volante (intégrer coefficient surfacique, Utiliser au moins 3 formules de calcul des estimateurs standardisés dont Huso (2010) obligatoirement, Préciser l'intervalle de confiance de l'estimation, etc.).

### 2.2 Méthodologie d'inventaire mise en œuvre et difficultés rencontrées

Ce chapitre décrit la méthodologie mise en œuvre dans le cadre de l'étude réalisée sur le parc éolien de Pierrefitte-ès-Bois. Il présente par ailleurs en détail les principales données collectées et analyses réalisées.

#### 2.2.1 Principe de l'estimation de mortalité : méthodes, calculs et des incertitudes

L'objectif de ce suivi est de proposer une estimation de la mortalité réelle des chauves-souris et des oiseaux, au sein du parc. Le protocole national révisé en 2018 demande de préciser les incertitudes de l'estimation de la mortalité.

##### *Principe de l'estimation de mortalité et formules utilisées*

Les suivis de mortalité par recherche de cadavres au sol représentent actuellement la technique la plus régulièrement mise en œuvre. Toutefois, cette technique est soumise à de nombreux biais (capacités de détection de l'observateur, taux de disparition des cadavres par prédation/décomposition, activités agricoles du travail du sol) qui requièrent la définition de coefficients correcteurs à différentes périodes de l'année, sous peine de rendre potentiellement inexploitable les données issues du suivi de mortalité.

Le principe général des estimations par éolienne est le suivant :

$$Ne = Nd / ( a \times P(s,f) )$$

**Ne** = nombre estimé le plus probable de chauves-souris ou d'oiseaux tués par les éoliennes au sein de la zone prospectée.

**Nd** = nombre total de cadavres découvert de chauves-souris ou d'oiseaux dont la mort est imputable aux éoliennes.

**a** = Coefficient correcteur de surface moyen pondéré, calculé par simple proportion du taux moyen de surfaces prospectées et pondéré par la durée inter-passage.

## 1 Contexte de l'étude et aspects méthodologiques

**P(s,f) = Probabilité de détection propre à chaque méthode d'estimation** (e.g. de Erickson, de Jones, de Huso, de Korner-Nievergelt etc.). Les équations sous-jacentes à chaque méthode d'estimation font toutes appel à **deux coefficients correcteurs** que sont le coefficient de persistance (**s**) (qui peut être exprimée comme une durée de persistance ou comme une probabilité de survie suivant les formules) et le coefficient d'efficacité de recherche moyen (**f**). La valeur de **P(s,f)** obtenue correspond à une probabilité de détection moyenne tenant compte du fait que certains cadavres sont manqués faute de détection parfaite et d'autre du fait de leur disparition. Associée au nombre de cadavres trouvés durant le suivi pour chaque éoliennes (**Nd**) ainsi qu'à la surface moyenne prospectée (**a**), il est possible d'estimer la mortalité réelle. Ainsi **a x P(s,f) correspond une probabilité globale de détection des cadavres.**

Dans le cadre de ce travail et conformément aux directives du protocole national, nous réaliserons les différentes analyses permettant d'estimer indépendamment la mortalité pour les chiroptères et les oiseaux, suivant les formules de : **Erickson et al., 2000 / Huso, 2010<sup>1</sup> / Korner-Nievergelt et al. 2011.**

La détermination des coefficients correcteurs « **s** » et « **f** » est très importante du fait de leur effet sur l'estimation de **Ne**. C'est pour cela qu'il est particulièrement important d'avoir la capacité d'évaluer *a posteriori* la précision de leurs évaluations.

### Détermination des coefficients correcteurs

Pour déterminer les deux coefficients correcteurs que sont le **coefficient de persistance (s)** et le **coefficient d'efficacité de recherche (f)**, deux tests doivent faire l'objet d'une mise en œuvre précise :

- **Les tests de persistance** permettent de mesurer la vitesse de disparition des cadavres (prédation, charognage, décomposition des cadavres) et donc le temps de persistance des cadavres une fois au sol. Ce facteur peut fortement varier dans le temps et l'espace. Les causes de disparition peuvent être multiples, soit par prélèvement (Renard roux, rapaces, corvidés, etc.) soit par l'action des insectes nécrophages (carabes, mouches, etc.).

Tel que demandé par le protocole national, deux tests de prédation ont été réalisés dans le cadre du suivi de la mortalité. Ces tests ont été réalisés au cours du suivi pour que les résultats puissent être représentatifs des grandes périodes biologiques (saisons). Pour ce faire, les leurres ont été disposés de manière aléatoire pour chaque éolienne suivie au sein des zones de prospections.

- **Les tests d'efficacité des recherches** permettent de prendre en considération les difficultés des observateurs à repérer les cadavres tombés au sol. Ce coefficient est fortement influencé par l'évolution de l'occupation du sol, d'une part, ainsi que par la taille/couleur des cadavres, d'autre part. Il est également variable en fonction des observateurs (capacités de détection propres). Pour limiter l'effet observateur, il est important que les recherches soient, dans la mesure du possible, réalisées par un observateur unique. Ces tests doivent être réalisés au cours du suivi pour permettre d'évaluer la capacité de détection de l'observateur dans un maximum de modalités d'occupation du sol afin de limiter les extrapolations.

Tel que demandé dans le protocole national, deux tests ont été réalisés dans le cadre du suivi de la mortalité. Ces deux tests sont réalisés par la méthode de l'échantillonnage stratifié en fonction des différents types d'occupation du sol que l'observateur est susceptible de prospecter

<sup>1</sup> Estimateur de référence obligatoire dans chaque étude.

● **Erickson, W.P.; Johnson, G.D.; Strickland, M.; Kronner, K. (2000). Final Report: avian and bat mortality associated with the Vansycle wind project. pp 1-26.**

● **Huso, M. M. (2010). An estimator of wildlife fatality from observed carcasses. Environmetrics, 22(3), 318-329. doi: 10.1002/env.1052**

● **Korner-Nievergelt, F., Korner-Nievergelt, P., Behr, O., Niermann, I., Brinkmann, R., & Hellriegel, B. (2011). A new method to determine bird and bat fatality at wind energy turbines from carcass searches. Wildlife Biology, 17(4), 350-363. doi: 10.2981/10-121**

## 1 Contexte de l'étude et aspects méthodologiques

tout au long du suivi. Le moment de réalisation des tests doit permettre de tester l'observateur dans un maximum de situations d'occupation du sol, à l'échelle de l'ensemble du parc éolien. De 10 à 15 leurres identiques sont disposés aléatoirement pour chaque catégorie d'occupation du sol à tester et sur l'ensemble du parc, à l'insu de l'observateur.

La détermination de coefficients correcteurs répétée selon les périodes de l'année constitue le principal élément permettant d'exploiter de façon fiable les résultats des suivis de mortalité par recherche de cadavres. Ces coefficients sont essentiels pour tirer des informations scientifiquement recevables du suivi de mortalité. **En l'absence de coefficients robustes, aucune conclusion ne peut être envisagée quant à la mortalité effective engendrée par le parc éolien.**

### *Méthodes statistiques et incertitudes*

- Évaluation du coefficient moyen de persistance des cadavres

Afin d'estimer au mieux le coefficient, nous avons repris la démarche développée dans le package R « carcass » (Korner-Nievergelt et al. 2015), repris également par l'estimateur de Korner-Nievergelt (2011) ou encore « GenEst » (Dalthorp et al. 2018), c'est-à-dire l'utilisation d'un modèle de survie classique pouvant utiliser comparativement quatre lois de distribution possibles parmi : "exponential", "weibull", "lognormal" et "loglogistic". Ces distributions classiques décrivent de manière différente la vitesse à laquelle disparaissent les cadavres au court du temps. Ainsi, cela permet de s'appuyer sur une de ces distributions pour prédire au plus juste la réalité observée lors des tests de prédation en fonction du type de leurre déployé (mammifères et/ou oiseaux), de la période du test et de l'éolienne. Le modèle le plus parcimonieux est retenu par un processus classique de sélection de modèles par la pondération des AIC. Le modèle sélectionné permet d'estimer les paramètres recherchés avec leurs incertitudes (intervalles de confiance à 95%) et prédites en fonction des facteurs retenus. Ces facteurs, comme la période du test ou l'éolienne, sont retenus dès lors que ce facteur permet de mieux correspondre à la réalité observée des tests, comme une différence significative entre les tests et/ou entre éoliennes.

Pour déterminer la persistance, le modèle prédit une durée moyenne de persistance (et les probabilités de persistance moyennes) en tenant compte des facteurs retenus. Les estimations sont également associées à des incertitudes afin d'évaluer la précision *a posteriori* de ces estimations.

- Évaluation du coefficient moyen d'efficacité de recherche

Comme pour le coefficient de prédation, l'efficacité de recherche est calculée en se basant sur une approche de modélisation de l'efficacité de détection. Pour cela, nous utilisons un modèle GLM suivant une loi de distribution binomiale (comprise entre 0 et 1) et en fonction de plusieurs facteurs que sont : le type de leurre (taille, couleur par exemple), la période du test, le type d'occupation du sol et la hauteur de végétation. Le modèle le plus parcimonieux est retenu par un processus classique de sélection de modèles par la pondération des AIC. Si le modèle permet de faire un lien direct entre l'efficacité de recherche et la hauteur de végétation, le modèle peut prédire les cas de figures d'occupation du sol qui n'auraient pu être testés. Dans le cas contraire, il est possible de s'appuyer objectivement sur les sorties de modèle pour les situations testées et sur leurs interpolations (situations intermédiaires non testées) pour compléter les types de végétations manquantes (extrapolation en s'appuyant sur le retour de la personne qui a réalisé le suivi et qui peut comparer les situations).

## 1 Contexte de l'étude et aspects méthodologiques

Cette approche statistique permet, à partir des tests réalisés, d'estimer l'efficacité de recherche pour l'ensemble des occupations du sol que l'opérateur a rencontré sur l'ensemble de la période de suivi. Les estimations sont également associées à des incertitudes afin d'évaluer la précision *a posteriori* de ces estimations.

- Évaluation des incertitudes

Une fois que les coefficients correcteurs moyens ( $s$ ,  $f$  et  $a$ ) sont calculés, une **probabilité globale de détection** c'est-à-dire  $a \times P(s,f)$  est calculée pour chacune des éoliennes pour l'ensemble du suivi selon les trois méthodes d'estimation que sont : Erickson et al. (2000), Huso (2010) et Korner-Nievergelt et al. (2011). Il est alors possible de calculer la mortalité estimée la plus probable par éolienne. Elle est ensuite pondérée pour chaque éolienne par le coefficient correcteur de surface moyen pour intégrer la part des surfaces non prospectées et non prospectables. Puis le nombre d'observation est divisée par cette probabilité globale de détection.

Afin de déterminer les incertitudes des estimations de mortalités par éolienne, nous avons utilisé le théorème de Bayes tel qu'il est également utilisé dans le package R « carcass » (Korner-Nievergelt et al. 2015) et par Korner-Nievergelt (2011). Connaissant le nombre de cadavres trouvés ainsi que la probabilité globale de les détecter (c'est-à-dire les chances réelles de trouver un cadavre selon les différentes méthodes d'estimation), cette méthode permet de déterminer *a posteriori* l'intervalle de confiance à 95% associé.

Ce théorème a également pour avantage de pouvoir donner un intervalle de confiance à 95% même lorsqu'aucun cadavre n'a pu être détecté. L'intervalle de confiance, dans ce cas, correspond au nombre de cadavres pour lesquels l'opérateur avait 95% de chance de ne pas les détecter du fait des différentes contraintes rencontrées au cours du suivi. Cela permet de donner une limite au nombre de collisions maximum non détectables considérant les contraintes de prospection rencontrées durant le suivi. Ainsi, dans tous les cas, il est possible de déterminer une mortalité maximum par éolienne, même en l'absence de découverte de cadavre.

### Limites générales à la démarche d'estimation de la mortalité :

Pour le moment, les incertitudes des différents coefficients correcteurs ne sont pas utilisées dans les calculs de l'incertitude de l'estimation de la mortalité. Toutefois, il est possible d'évaluer cela en regardant 1) les incertitudes de chaque coefficient correcteur pour vérifier leur qualité et 2) en analysant en même temps les incertitudes de l'estimation de mortalité finale elle-même. En effet, l'intervalle de confiance de l'estimation de mortalité sera d'autant plus large que la probabilité de détection globale moyenne est faible et que le nombre de cadavres découverts est grand.

L'utilisation de modèles, suivie d'une sélection par AIC pour déterminer les coefficients correcteurs (persistance et efficacité de recherche), a pour avantage 1) de générer les incertitudes aux coefficients correcteurs pour évaluer leur précision, 2) de prendre en compte le design expérimental des tests (notamment le nombre de leurres déployés qui limitent la capacité prédictive des modèles) en respectant les contraintes statistiques et aussi 3) de réaliser la meilleure stratification (intégration de tous facteurs influençant la détectabilité) pour décrire au plus juste la réalité du suivi. Toutefois, il n'est pas possible d'intégrer toutes les sources de variation, comme le travail des agriculteurs sur leurs parcelles. En effet, le travail du sol dépend de la météo et il est impossible de savoir à quel moment les agriculteurs vont passer sur leurs champs, entraînant l'enterrement involontaire/aléatoire des cadavres.

Tel que défini par le protocole national, « seules les zones à ciel ouvert et praticables sont prospectées. Le reste de la surface échantillon devra faire l'objet d'une correction proportionnelle

## 1 Contexte de l'étude et aspects méthodologiques

par coefficient surfacique ». Les zones non prospectables sont définies comme 1) des secteurs de boisements ou alors 2) comme des végétations ne permettant pas de pénétrer dans la parcelle ou enfin 3) comme une parcelle où la détectabilité est proche de zéro. Par notre expérience, une végétation au-delà de 30 cm de hauteur limite très fortement la capacité de détection des cadavres. En fonction du type de couvert, le technicien a la possibilité de continuer à prospecter s'il estime que sa capacité de détection est encore significative ou de considérer la parcelle comme non prospectable. Les surfaces non prospectées sont alors prises en compte par le coefficient correcteur de surface

Le coefficient correcteur de surface par simple proportion, tel que demandé par le protocole national suppose comme hypothèse que la densité des cadavres est identique entre les zones prospectées et celles non prospectées. Par ailleurs, il est assez fréquent que le faible nombre de cadavres ne permette pas de quantifier la relation entre la densité de cadavres et la distance au sol de l'éolienne. Toutefois, ce sont majoritairement les zones éloignées des mats qui ont le plus de chance de ne pas pouvoir être prospectées du fait de la présence récurrente d'une plateforme et chemin d'accès prospectable au pied des éoliennes. Ainsi, considérer à tort que la densité est homogène, peu importe la distance à éolienne, est donc en général conservateur (ne réduit pas l'estimation) au contraire d'une relation distance dépendance (Arnett et al. 2005). Toutefois, ces zones non prospectables participent à minimiser la mortalité observée mais aussi à surestimer la mortalité estimée par l'effet direct du coefficient correcteur de surface sur la probabilité de détection globale.

Suivant les formules, la probabilité globale de détection nécessite que la durée entre chaque passage reste identique tout au long du suivi ce qui est parfois difficile à mettre en œuvre, même si tout est fait pour respecter ce principe. Par ailleurs, la formule de Huso suppose qu'un cadavre manqué au premier passage après son apparition ne sera jamais découvert.

Tous les estimateurs utilisés ici se basent sur l'hypothèse que la mortalité est constante tout au long du suivi. Ce qui est vraisemblablement faux du fait des différentes phases du cycle biologique que peut couvrir un suivi. Des variables supplémentaires (comme l'activité acoustique pour les chiroptères), pourraient permettre de pondérer l'estimation de la mortalité en fonction de l'activité au cours du temps.

Le protocole national précise « Qu'il s'agisse du test d'efficacité ou du test de persistance des cadavres, il s'agira de s'assurer que les résultats permettent bien une utilisation statistique robuste dans l'estimation de la mortalité. ». Pour le test de persistance, le nombre de cadavres déployés va directement influencer la puissance statistique permettant d'estimer la vitesse de persistance moyenne, et d'autant plus si la vitesse de disparition est forte. En fonction de la pression de prédation (difficilement estimable au début du suivi), un nombre trop faible de cadavre (défini par défaut au début du suivi) peut impliquer l'incapacité d'estimer de manière robuste le coefficient de prédation pour chaque éolienne, voir même à l'échelle du parc. Ainsi, suivant les situations, cela peut remettre en cause cette demande spécifique du protocole national. Cela peut même engendrer l'incapacité de répondre au protocole national dans son ensemble si l'estimation de mortalité devient impossible. D'autre part, le nombre important de rats déposés (concentration), ainsi que leur taille et leur couleur peuvent générer des phénomènes d'attraction/saturation sur les prédateurs. Dans la mesure du possible, il convient d'éviter les souris/rats blancs mais cela est rarement possible en raison du manque de production de rongeurs gris. Ainsi, les rongeurs doivent correspondre le plus possible en taille à des chiroptères, en l'absence d'alternative satisfaisante (répétabilité des tests notamment).

Le protocole national prévoit également une « Analyse croisée avec les données et résultats de suivis d'activité en continu des chauves-souris (corrélations entre pics d'activité et mortalités, entre l'évolution du cortège d'espèces inventorié par suivi en continu en nacelle et la chronologie de la mortalité par espèce...) ». Comme les protocoles acoustique et mortalité sont réalisés de manière indépendante, notamment pour les éoliennes suivies, la cohérence des résultats reste très aléatoire. *A minima*, la comparaison sera descriptive et tentera de mettre en lumière les possibles liens entre ces deux sources de données.

## 1 Contexte de l'étude et aspects méthodologiques

### 2.2.2 Méthode de recherche des cadavres

#### *Méthode par transects circulaires*

Le protocole que nous avons mis en œuvre est adapté d'après Arnett et al. (2009) et Baerwald et al. (2009). Il **s'agit d'une méthode de suivi se basant sur des transects circulaires**. Ce type de transects **cible la zone théorique principale de présence de cadavres** liés à des phénomènes de collision, sous la principale zone de survol par les pâles et ses abords.

Ce protocole présente plusieurs avantages :

- Il **optimise la surface échantillonnée** (suivi traditionnel prospectant une surface carrée, sans justification statistique) ;
- Il ne nécessite pas la pose de repères sur le terrain ;
- Il permet de conserver toute la concentration de l'observateur sur la recherche de cadavres sans perte d'attention sur sa position par rapport aux repères/transects.

Les prospections s'effectuent à pied sous les éoliennes et dans un rayon de 55 m autour de chaque éolienne : 12 cercles éloignés de 5 m les uns des autres, en partant du plus éloigné du mât de l'éolienne (55 m), jusqu'au pied de l'éolienne sont alors effectués.

Pour cela, nous avons utilisé un jeu de cordes et mousquetons. La première corde, tendue le plus haut possible autour du mat de l'éolienne, sert de fixation mobile à une seconde corde longue de 55 m et disposant de repères placés tous les 5 m permettant ainsi de tourner autour de l'éolienne tout en gardant un écartement constant entre chaque cercle. Ainsi, 12 cercles de diamètre variable ont été parcourus ainsi qu'un tour au pied de l'éolienne.

**Pour chaque éolienne, nous prévoyons alors de parcourir 1 935 m de transect, à une vitesse de 2 km/h environ.**

#### *Données collectées*

Le technicien utilise un outil QGIS sur sa tablette android de terrain pour renseigner à chaque passage l'occupation du sol et les modalités de prospection à la parcelle. Chaque découverte de cadavre est enregistrée par le biais d'un formulaire standard renseigné dans une couche shapefile géolocalisée et tel que défini par le protocole national (2018) grâce à l'outil QGIS embarqué sur tablette. Les photos des cadavres produites par tablette sont associées à chaque enregistrement ainsi généré de la couche shapefile sous QGIS. En complément de ce rapport, cette couche pourra être transmise pour avoir tous les éléments de localisation et de conditions de découverte de chaque cadavre.

#### *Détermination des cadavres*

Les cadavres sont identifiés sur place par des experts ornithologues et chiroptérologues possédant une excellente connaissance de la faune locale. En cas de difficultés d'identification *in situ* (critères non visibles, traumatisme important, état de décomposition), les cadavres seront déterminés en laboratoire (loupes binoculaires), après avoir été conservés congelés. Une autorisation de transport préalable au suivi a été sollicitée auprès des services compétents.

Les ouvrages suivants sont utilisés, si nécessaire, pour appuyer les déterminations complexes :

- Dietz, C. et von Helversen, O. (2004). Illustrated identification key to the bats of Europe. Electronique publication, version 1.0 released 15.12.2004, Tuebingen & Erlangen (Germany). 72 p.

## 1 Contexte de l'étude et aspects méthodologiques

- Arthur, L. et Lemaire, M. (2009). Les chauves-souris de France, Belgique, Luxembourg et Suisse, Collection Parthénope. Biotope éditions, Publications scientifiques du muséum. 544 p.
- Marchesi, P., Blant, M. et Capt, S. (2008). Mammifères de Suisse - Clés de détermination. Neuchâtel, Fauna Helvetica, CSCF & SSBF. 289 p.
- Svensson L. (2014). Le guide ornitho, le guide le plus complet des oiseaux d'Europe, d'Afrique du nord et du Moyen-Orient. Delachaux et Niestlé. 448 p.
- Brown R. et al. (2014). Traces et indices d'oiseaux ; pistes, nids, plumes, crânes... Delachaux et Niestlé. 333 p.
- FRAIGNEAU C. (2007). Reconnaître facilement les plumes – collecter, identifier, interpréter, conserver. Delachaux et Niestlé. 192 p.
- FRAIGNEAU C. (2017). Identifier les plumes des oiseaux d'Europe occidentale. Delachaux et Niestlé. 400 p.

---

Pour limiter les risques de modification comportementale des prédateurs (charognage) et éviter les doubles comptages, tous les cadavres découverts sont replacés simplement en dehors de l'aire de prospection.

---

### 2.2.3 Étude de l'activité de l'avifaune

#### Oiseaux migrateurs

Les prospections concernant les oiseaux en migrations pré et postnuptiale ont été menées au cours de 4 passages : pour la migration pré-nuptiale les 07 mars et 23 mars 2020, et pour la migration postnuptiale les 03 septembre et 15 octobre 2020.

Ces quatre passages ont été effectués selon une méthodologie comparable à celle de l'étude d'impact de 2007/2008. L'aire d'étude et les points d'observation ont été calqués sur ceux mis en place dans cette étude pré-implantation.

Le suivi de la migration a donc été réalisé sur 5 points d'observation définis en 2007/2008 localisés sur la commune de Pierrefitte-ès-Bois (= aire d'étude immédiate). Les observations y durent en moyenne une heure.

Chaque journée de suivi de la migration dure entre le levé du jour et la fin de l'après-midi.

Ces points d'observation avaient été définis de façon à servir de poste d'observation des mouvements migratoires et de suivi des comportements de rapaces et grands voiliers, sur le site éolien et son entourage lointain. L'aire d'étude immédiate étant localisée au sein d'une plaine agricole de polyculture-élevage, les conditions d'observation ont été facilitées par un grand champ de vision autour du parc éolien.

Lors de ce suivi plusieurs informations sont notées :

- Les espèces ;
- Les effectifs d'espèces ;
- Les hauteurs de vol ;
- Le comportement des individus à l'approche du parc éolien.

## 1 Contexte de l'étude et aspects méthodologiques

Comme le demande l'arrêté d'autorisation d'exploitation, 2 passages ont été réalisés en migration postnuptiale et 2 en migration pré-nuptiale.

### 2.3 Conditions de réalisation du suivi de mortalité

#### 2.3.1 Prospections de terrain

Les dates de passages et les conditions météorologiques sont détaillées dans le Tableau 1.

Ainsi 20 passages ont été réalisés, à raison d'un par semaine, du 10 juin 2020 au 21 octobre 2020.

Tableau 1 : Prospections de terrain et informations météorologiques

Numéro de passage	Date	Conditions météorologiques
<b>Suivi de mortalité (20 passages)</b>		
0	10/06/2020	Vent moyen : 6,6km/h ; Température moyenne :16°C ; Nébulosité:94%
1	17/06/2020	Vent moyen : 11,3km/h ; Température moyenne :15,8°C ; Nébulosité:92%
2	24/06/2020	Vent moyen : 12,3km/h ; Température moyenne :27,6°C ; Nébulosité:0%
3	01/07/2020	Vent moyen : 14,2km/h ; Température moyenne :21,6°C ; Nébulosité:92%
4	08/07/2020	Vent moyen : 3,3km/h ; Température moyenne :23,9°C ; Nébulosité:0%
5	15/07/2020	Vent moyen : 18,3km/h ; Température moyenne :17°C ; Nébulosité:100%
6	22/07/2020	Vent moyen : 12,1km/h ; Température moyenne :25°C ; Nébulosité:91%
7	29/07/2020	Vent moyen : 6,6km/h ; Température moyenne :24,4°C ; Nébulosité:0%
8	05/08/2020	Vent moyen : 4km/h ; Température moyenne :24,9°C ; Nébulosité:0%
9	12/08/2020	Vent moyen : 8,2km/h ; Température moyenne :28,9°C ; Nébulosité:88%
10	19/08/2020	Vent moyen : 7,1km/h ; Température moyenne :23,1°C ; Nébulosité:96%
11	26/08/2020	Vent moyen : 22,1km/h ; Température moyenne :21,7°C ; Nébulosité:85%
12	02/09/2020	Vent moyen : 7,9km/h ; Température moyenne :19°C ; Nébulosité:0%
13	08/09/2020	Vent moyen : 3,8km/h ; Température moyenne :22°C ; Nébulosité:0%
14	16/09/2020	Vent moyen : 10,6km/h ; Température moyenne :26,4°C ; Nébulosité:90%
15	23/09/2020	Vent moyen : 15,3km/h ; Température moyenne :21,2°C ; Nébulosité:86%
16	30/09/2020	Vent moyen : 7,7km/h ; Température moyenne :17,3°C ; Nébulosité:90%

## 1 Contexte de l'étude et aspects méthodologiques

Numéro de passage	Date	Conditions météorologiques
17	07/10/2020	Vent moyen : 21,3km/h ; Température moyenne :14,1°C ; Nébulosité:94%
18	14/10/2020	Vent moyen : 17km/h ; Température moyenne :10,2°C ; Nébulosité:100%
19	21/10/2020	Vent moyen : 23,5km/h ; Température moyenne :20°C ; Nébulosité:99%
<b>Tests de prédation (2 tests)</b>		
Test 1	24/06/2020	Dépôt de 30 rats (puis suivi à j+1, j+2, j+4, j+7, j+10, j+14)
Test 2	26/08/2020	Dépôt de 30 rats (puis suivi à j+1, j+2, j+4, j+7, j+10, j+14)
<b>Tests d'efficacité de recherche (2 tests)</b>		
Test 1	16/09/2020	Dépôt de 60 leurres
Test 2	18/08/2020	Dépôt de 75 leurres
<b>Suivi de l'avifaune</b>		
<b>Migration prénuptiale</b>		
1	07/03/2020	Ensoleillé, température comprise entre 4 et 10°C, vent faible de secteur ouest/sud-ouest
2	23/03/2020	Ensoleillé, température comprise entre 5 et 15°C, vent faible de secteur ouest
<b>Migration postnuptiale</b>		
1	03/09/2020	Ensoleillé, température comprise entre 15 et 25°C, vent faible de secteur nord-est
2	15/10/2020	Nuageux avec éclaircies, température comprise entre 8 et 12°C, vent faible de secteur sud

## 1 Contexte de l'étude et aspects méthodologiques

### 2.3.2 Occupation du sol et zones prospectées

Sur l'ensemble du suivi, les zones prospectées ont subi une forte évolution de l'occupation du sol (cf. Tableau 2, et Figure 7). Le couvert végétal dans les zones de recherche influence directement les capacités de l'observateur à détecter les cadavres. Les milieux herbacés hauts (> à 30/40 cm) et denses sont incompatibles avec les suivis. Ainsi, dès lors que la végétation correspondait à ce type d'occupation du sol, l'efficacité de recherche a été considérée comme nulle et les parcelles non prospectées.

Dans le cadre de cette étude, la végétation et la présence des vaches sous l'éolienne E02 ont été les seules contraintes dans la recherche de cadavres où pour certains passages, les recherches n'ont pas pu être menées sur la totalité des surfaces à prospecter.

L'ensemble de ces événements a été intégré dans les modalités de calcul par 1) le coefficient correcteur de surface et 2) le coefficient d'efficacité de recherche.

Tableau 2 : Bilan de l'occupation du sol pour les deux éoliennes sur l'ensemble de la période de suivi. Représentation en pourcentage des surfaces cumulées des différentes occupations du sol observées par éolienne et pour le parc sur l'ensemble de la période de suivi (20 passages). Les zones en gris foncées représentent les occupations du sol non prospectables tout ou partie du suivi (efficacité de recherche nulle), et en blanc les occupations du sol qui ont été prospectables la majeure partie de l'année de suivi (non prospectable que ponctuellement).

Milieux	E01	E02	Total
Céréale	8,64%	9,71%	9,18%
Chaume	1,44%	4,86%	2,74%
Chemin d'accès	5,17%	5,30%	5,24%
Colza	/	14,02%	7,01%
Container	0,02%	/	0,01%
Déchaume	34,70%	25,24%	29,97%
Friche	5,81%	2,86%	4,34%
Haie	6,85%	6,39%	6,62%
Plateforme	10,95%	12,48%	11,71%
Prairie pâturée	/	16,89%	8,45%
Prairie semée	17,82%	2,26%	10,04%
Total	100 %	100 %	100%

## 1 Contexte de l'étude et aspects méthodologiques

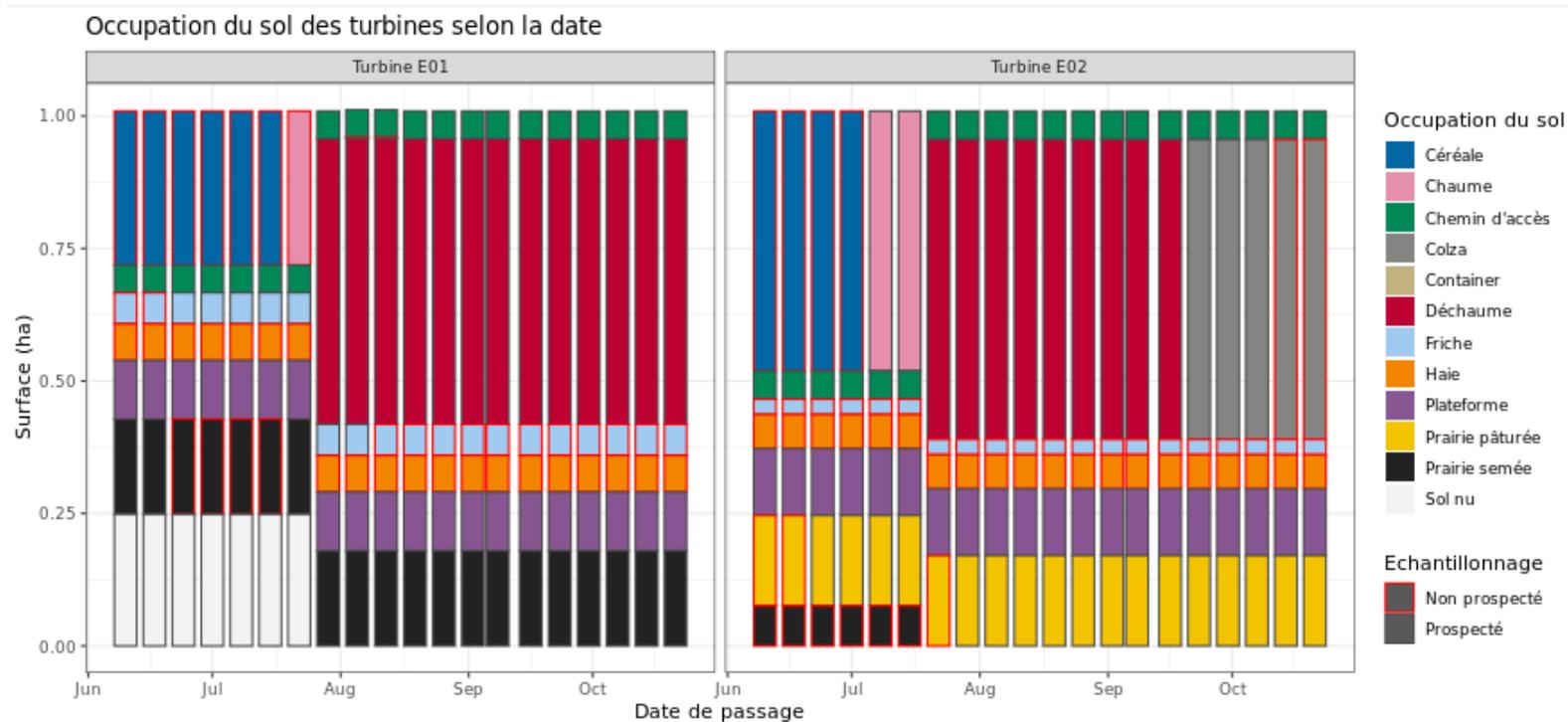


Figure 6 : Évolution de l'occupation du sol et surfaces prospectées sur l'ensemble du suivi

## 1 Contexte de l'étude et aspects méthodologiques

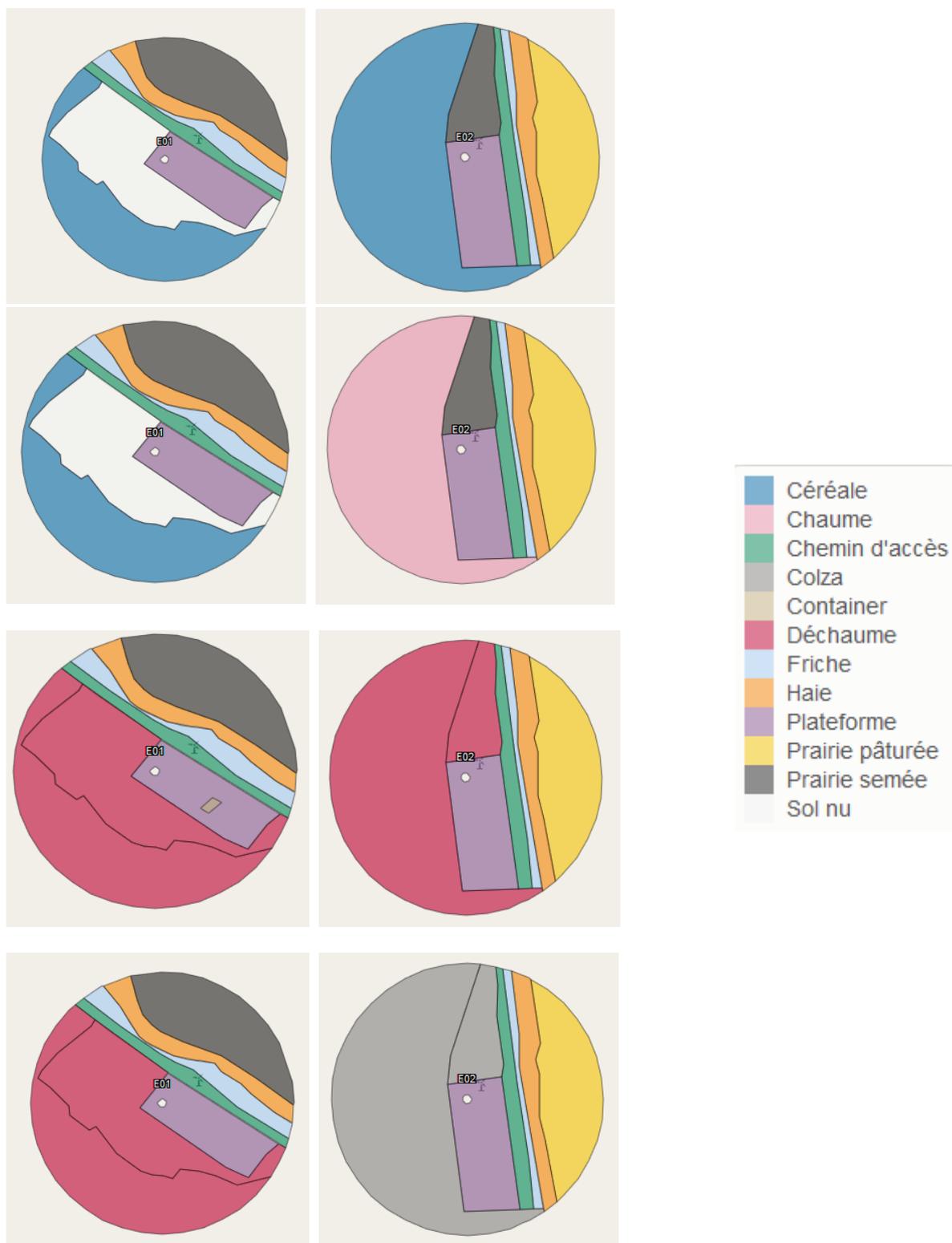


Figure 7 : Occupation du sol pour les éoliennes E01 et E02 (de gauche à droite et de haut en bas) les 10 juin 2020 (premier passage en haut), 15 juillet 2020, 12 août 2020 et 21 septembre 2020 (passage 20)



## 1 Contexte de l'étude et aspects méthodologiques



Figure 9 : Type de leurres utilisés dans le cadre des tests d'efficacité de recherche © Biotope

Tableau 3 : Nombre total de leurres disposés par éolienne en fonction de l'occupation du sol sur l'ensemble du suivi (poses cumulées des 2 tests).

	E01	E02	Parc ensemble
<b>Occupations du sol</b>			
Chemin d'accès	11	19	30
Déchaume	9	6	15
Plateforme	6	24	30
Prairie pâturée	0	15	15
Prairie semée	30	0	30
Sol nu	15	0	15
<b>Hauteurs de végétation</b>			
0	41	49	90
10	15	0	15
20	0	15	15
35	15	0	15
<b>Dates de tests</b>			
16/06/2020	38	22	60
18/08/2020	33	42	75
<b>Total</b>	<b>71</b>	<b>64</b>	<b>135</b>

## 1 Contexte de l'étude et aspects méthodologiques

### 2.3.6 Limites propres à la mise en œuvre du suivi

La capacité de détection des cadavres est variable entre observateurs. C'est pour cette raison que la majeure partie du suivi a été réalisée par la même personne (qui a été testée) et que son remplacement par une tierce personne n'a été que ponctuel durant le suivi (1 / 20 passages réalisés).

A noter que le suivi de mortalité est ici constitué du minimum de visites (à savoir 20 passages) comme le précise le protocole national lorsque l'étude d'impact et la bibliographie ne conclut pas à un impact majeur sur le site. De plus, comme aucun impact majeur n'est mentionné dans l'étude d'impact sur la période printanière, et qu'en région Centre-Val de Loire un pic de mortalité est plutôt connu sur la période automnale (septembre, octobre et novembre), il a été décidé de couvrir cette période.

La capacité de détection est variable en fonction de la hauteur de végétation et du type d'occupation du sol. Dans le but d'obtenir des données exploitables, la mise en place des tests s'est faite de manière à pouvoir bénéficier d'un maximum de cas de figure rencontrés par l'opérateur en charge du suivi. Au total, avec les deux tests réalisés, ce sont 6 catégories d'occupation du sol qui ont été testées ainsi que 4 hauteurs différentes de végétation.

## 2.4 Équipe de travail

Une équipe pluridisciplinaire a été constituée dans le cadre de cette étude (Tableau 4).

Tableau 4 : Équipe de travail

Domaine d'intervention	Agents de Biotope
<b>Contrôle qualité</b>	Michaël GUILLON
<b>Chef de projet</b> Responsable du projet et rédaction de l'étude	Franck LETERME
<b>Chargé d'étude</b> Identification des chauves-souris / Analyse et rédaction du suivi en altitude	Julien TRANCHARD
<b>Technicien suivi de mortalité</b> Réculte des données mortalité avifaune et chiroptères et rédaction de l'étude (19 sessions)	Sophie LAURENT
<b>Technicien suivi de mortalité</b> Réculte des données mortalité avifaune et chiroptères (1 session)	Charlotte ROUSSEAU

2

## Synthèse et analyse des résultats

## 2 Synthèse et analyse des résultats

# 1 Étude de l'activité de l'avifaune

## 1.1 Oiseaux en migration prénuptiale

La synthèse proposée ici s'appuie sur les observations réalisées au printemps 2020 sur l'aire d'étude immédiate.

### 1.1.1 Espèces présentes dans l'aire d'étude immédiate

41 espèces d'oiseaux ont été contactées en période de migration prénuptiale en 2020, pour un total de 725 individus notés durant les 2 journées de suivi de la migration prénuptiale.

**En période de migration prénuptiale, il est souvent difficile de différencier les migrateurs des individus nicheurs déjà installés sur le site.** Ici, on peut dire qu'au moins 461 individus (sur les 725) étaient en vol en migration active ou étaient possiblement en halte migratoire. Le reste des individus notés, soit environ 193 individus, correspond plutôt à des individus sédentaires, en cours d'installation pour la nidification.

Avifaune patrimoniale migratrice :

Une espèce est considérée comme patrimoniale si elle :

- Est inscrite à l'Annexe I de la Directive « Oiseaux » ;
- Présente un statut de menace / rareté sur la liste rouge européenne (oiseaux nicheurs en Europe transitant en France lors de leurs migrations) ou la liste rouge des oiseaux de passage en France (UICN France, 2011) : « en danger critique » (CR), « en danger » (EN) ou « vulnérable » (VU) ou si c'est une espèce considérée comme migratrice rare pour la région Centre-Val de Loire.

Le statut sur la liste rouge européenne est ici pris en compte, car les oiseaux qui passent par la France en migration et qui stationnent en France en hiver sont des nicheurs européens pour leur très grande majorité. Or, si une population européenne est menacée, il faut en tenir compte sur ses sites de haltes migratoires et d'hivernage.

Le tableau suivant liste les espèces qui ont été contactées au cours de la période de migration prénuptiale. Les espèces patrimoniales voient leurs cases grisées. Pour chaque espèce, les statuts de patrimonialité, les effectifs observés et le niveau d'enjeu écologique attribué localement sont renseignés.

Dans ce tableau est également renseigné la sensibilité des espèces observées (évaluée d'après le tableau de Tobias Dürr « Vogelverluste an Windenergieanlagen / bird fatalities at windturbines in Europe » du 25 Septembre 2020, l'étude de la LPO France de juin 2017 « Le parc éolien français et ses impacts sur l'avifaune – Étude des suivis de mortalité réalisés en France de 1997 à 2015 » et le tableau de détermination des niveaux de sensibilité pour l'avifaune dans le document « Protocole de suivi environnemental des parcs éoliens terrestres » de novembre 2015).

31 des 41 espèces observées sont strictement protégées au niveau national et 4 sont inscrites à l'Annexe I de la Directive « oiseaux ». Les autres espèces sont classées chassables et/ou nuisibles.

Au regard des différents statuts, **4 espèces sont considérées comme patrimoniales :**

- L'Alouette lulu : 7 individus observés en halte ou en migration active.

## 2 Synthèse et analyse des résultats

- 3 espèces de rapaces et grands voiliers : Grande Aigrette (3 individus observés en halte ou en migration active), Busard cendré (1 individu observé en migration active) et Busard Saint-Martin (4 individus observés en migration active).

Sur les 725 individus observés :

- 15 correspondent à des contacts d'espèces patrimoniales, soit 2,07 % des observations totales ;
- 341 correspondent à des contacts d'espèces protégées, soit 47,04 % des observations totales.

## 2 Synthèse et analyse des résultats

Tableau 5 : Liste des espèces d'oiseaux contactées en migration prénuptiale

Nom vernaculaire	Directive Oiseaux	Protection nationale	LR EU	LRN (de passage, 2011)	Statut migrateur Centre-Val de Loire	Effectif du 07/03/2020	Effectif 23/03/2020	Effectif total 2020	% de l'effectif	Espèce contactée lors de l'étude d'impact	Sensibilité aux collisions	Commentaire	Enjeu écologique
Alouette des champs	-	-	LC	NA	MC	55	47	102	14,07	X	Forte	Observations d'individus en halte et en migration active	Très faible
Alouette lulu	An. I	Art. 3	LC	NA	MC	7		7	0,97		Faible	Observations d'individus en halte et en migration active	Faible
Bergeronnette grise	-	Art. 3	LC	-	MC	7	12	19	2,62	X	Très faible	Observations d'individus en halte et en migration active	Très faible
Bergeronnette printanière	-	Art. 3	LC	DD	MC	2		2	0,28		Très faible	Observations d'individus en halte et en migration active	Très faible
Bruant jaune	-	Art. 3	LC	NA	MC	1	1	2	0,28		Très faible	Observations d'individus en halte migratoire	Très faible
Bruant proyer	-	Art. 3	LC	-	MC	2	3	5	0,69		Forte	Observations d'individus en halte migratoire	Très faible
Bruant zizi	-	Art. 3	LC	NA	MR	3	1	4	0,55		Très faible	Migrateur partiel	Très faible
Busard cendré	An. I	Art. 3	LC	NA	MPC	1		1	0,14	X	Fort	Observations d'un individu en migration active	Faible
Busard Saint-Martin	An. I	Art. 3	NT	NA	MC	2	2	4	0,55		Moyenne	Observations d'individus en migration active	Faible
Buse variable	-	Art. 3	LC	NA	MC	3	12	15	2,07	X	Forte	Observations d'individus en chasse et en halte migratoire	Très faible
Canard colvert	-	-	LC	NA	MC		17	17	2,34		Forte	Migrateur partiel	Très faible
Chardonneret élégant	-	Art. 3	LC	NA	MC	6	2	8	1,10	X	Très faible	Observations d'individus en halte et en migration active	Très faible
Corbeau freux	-	-	LC	-	MC	4	5	9	1,24		Très faible	Observations d'individus en halte migratoire, en migration active et d'individus sédentaires	Très faible
Corneille noire	-	-	LC	-	-	5	20	25	3,45	X	Très faible	Sédentaire	Très faible
Étourneau sansonnet	-	-	LC	NA	MC	52	26	78	10,76	X	Moyenne	Observations d'individus en halte migratoire et en migration active	Très faible
Faisan de Colchide	-	-	-	-	-	1	7	8	1,10	X	Très faible	Sédentaire	Très faible
Faucon crécerelle	-	Art. 3	LC	NA	MC	1	4	5	0,69	X	Forte	Observations d'individus en chasse et en halte migratoire	Très faible
Faucon hobereau	-	Art. 3	LC	NA	MC	1	1	2	0,28	X	Moyenne	Observations d'individus en migration active	Très faible
Fauvette à tête noire	-	Art. 3	LC	NA	MC	3	2	5	0,69		Moyenne	Observations d'individus en halte migratoire	Très faible

## 2 Synthèse et analyse des résultats

Nom vernaculaire	Directive Oiseaux	Protection nationale	LR EU	LRN (de passage, 2011)	Statut migrateur Centre-Val de Loire	Effectif du 07/03/2020	Effectif 23/03/2020	Effectif total 2020	% de l'effectif	Espèce contactée lors de l'étude d'impact	Sensibilité aux collisions	Commentaire	Enjeu écologique
Foulque macroule	-	Art. 3	NT	NA	MC		4	4	0,55		Très faible	Migrateur partiel	Très faible
Geai des chênes	-	-	LC	-	MC	2	3	5	0,69		Très faible	Observations d'individus en migration active	Très faible
Grande Aigrette	<b>An. I</b>	Art. 3	LC	-	MPC		3	3	0,41	X	Très faible	Observations d'individus en halte migratoire, et en migration active	Faible
Grimpereau des jardins	-	Art. 3	LC	-	-	1	2	3	0,41	X	Très faible	Sédentaire	Très faible
Grive draine	-	Art. 3	LC	NA	MC	42	1	43	5,93	X	Très faible	Observations d'individus en halte migratoire	Très faible
Héron cendré	-	Art. 3	LC	NA	MC		1	1	0,14		Moyenne	Observations d'un individu en halte migratoire	Très faible
Merle noir	-	Art. 3	LC	NA	MC	2	4	6	0,83	X	Très faible	Observations d'individus en halte migratoire et en migration active	Très faible
Mésange à longue queue	-	Art. 3	LC	NA	-	2	1	3	0,41	X	Très faible	Observations d'individus en migration rampante	Très faible
Mésange bleue	-	Art. 3	LC	NA	-	1	1	2	0,28	X	Très faible	Observations d'individus en migration rampante	Très faible
Mésange charbonnière	-	Art. 3	LC	NA	-	17	18	35	4,83	X	Très faible	Observations d'individus en migration rampante	Très faible
Moineau domestique	-	Art. 3	LC	NA	-	15	15	30	4,14	X	Très faible	Sédentaire	Très faible
Perdrix grise	-	-	LC	-	-	2	6	8	1,10		Moyenne	Sédentaire	Très faible
Pic vert	-	Art. 3	LC	-	-	2		2	0,28	X	Très faible	Sédentaire	Très faible
Pie bavarde	-	-	LC	-	-	1	3	4	0,55	X	Très faible	Sédentaire	Très faible
Pigeon ramier	-	-	LC	NA	MC	96	32	128	17,66	X	Moyenne	Observations d'individus en halte migratoire et en migration active	Très faible
Pinson des arbres	-	Art. 3	LC	NA	MC	69	20	89	12,28	X	Très faible	Observations d'individus en migration active et rampante	Très faible
Pouillot véloce	-	Art. 3	LC	NA	MC	2	4	6	0,83		Très faible	Observations d'individus en migration rampante	Très faible
Rougegorge familier	-	Art. 3	LC	NA	MC	15	4	19	2,62	X	Moyenne	Observations d'individus en migration rampante	Très faible
Sittelle torchepot	-	Art. 3	LC	-	-	4	3	7	0,97	X	Très faible	Sédentaire	Très faible
Tarier pâtre	-	Art. 3	LC	NA	MC	3	2	5	0,69	X	Très faible	Observations d'individus en halte migratoire	Très faible
Tourterelle turque	-	Art. 3	LC	NA	-	1	1	2	0,28	X	Très faible	Sédentaire	Très faible
Troglodyte mignon	-	Art. 3	LC	-	-	1	1	2	0,28	X	Très faible	Sédentaire	Très faible

Directive Oiseaux = An. I : espèces inscrites à l'Annexe I de la Directive « Oiseaux ».

## 2 Synthèse et analyse des résultats

Protection nationale = Arrêté du 29 octobre 2009 fixant les listes des oiseaux protégés sur l'ensemble du territoire et les modalités de leur protection. Article 3 : protection stricte des individus et de leurs habitats.

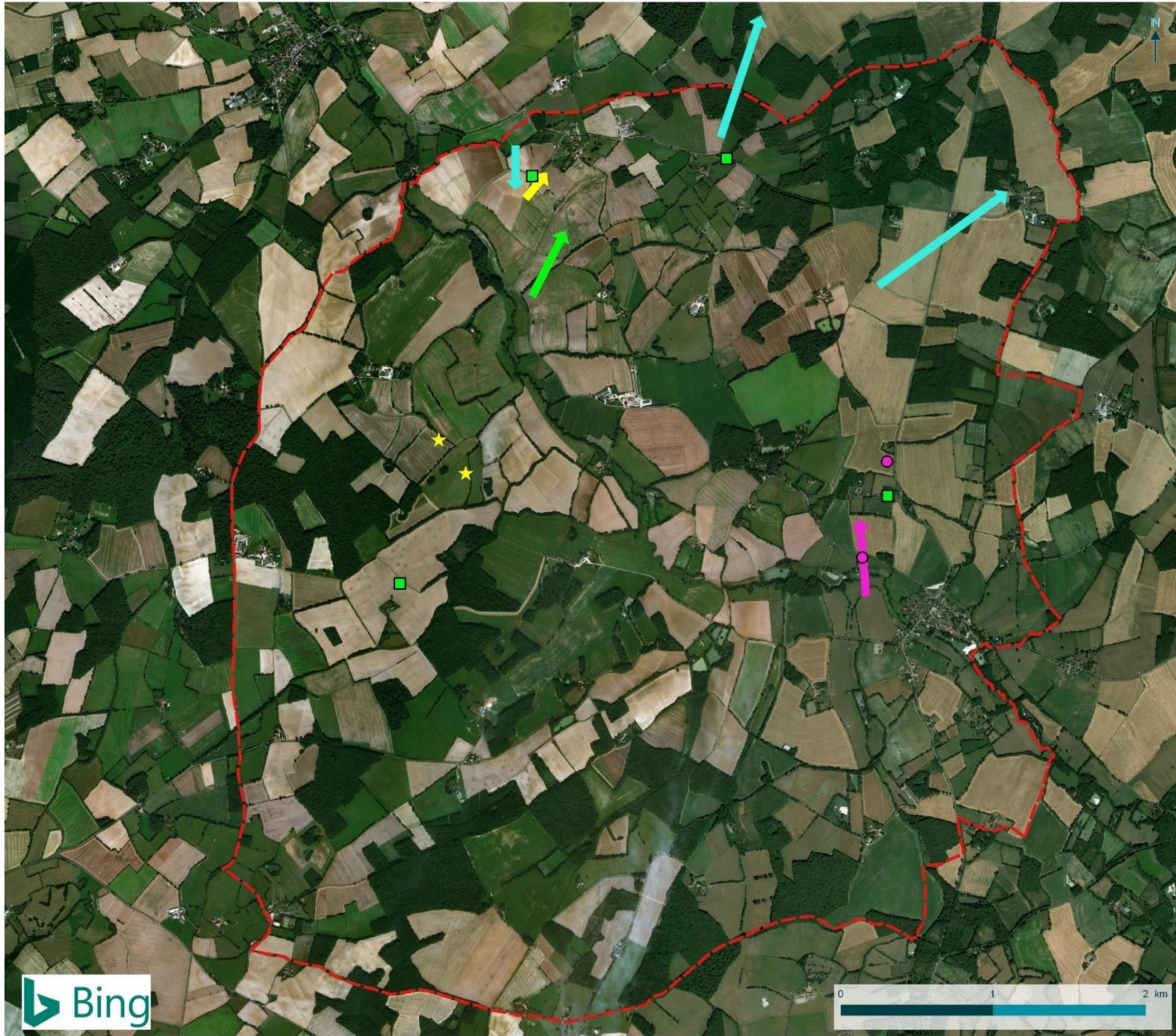
LR EU = Liste Rouge Europe (*Birdlife International (2015). European Red List of Birds. Luxembourg : Office for Official Publications of the European Communities*) : LC : préoccupation mineure ; NT : quasi menacée ; VU : vulnérable ; EN : en danger ; DD : données insuffisantes.

LRN = Liste Rouge Nationale. Liste rouge des oiseaux de passage (*UICN France, MNHN, LPO, SEOF & ONCFS – 2011*). LC : préoccupation mineure ; NT : quasi menacée ; VU : vulnérable ; EN : en danger ; DD : données insuffisantes ; NA : non applicable.

Statut migrateur Centre-Val de Loire (*PERTHUIS, 2002*). C : commun ; PC : peu commun ; R : rare ; O : occasionnel

Niveau de sensibilité :

	Espèces présentant une sensibilité très forte vis-à-vis des éoliennes (niveau 4)
	Espèces présentant une sensibilité forte vis-à-vis des éoliennes (niveau 3 et/ou plus de 100 cadavres en France et/ou plus de 300 cadavres en Europe)
	Espèces présentant une sensibilité moyenne vis-à-vis des éoliennes (niveau 2 et/ou plus de 20 cadavres en France et/ou plus de 180 cadavres en Europe)
	Espèces présentant une sensibilité faible vis-à-vis des éoliennes (niveau 1 et/ou plus de 15 cadavres en France et/ou plus de 130 cadavres en Europe)
	Espèces présentant une sensibilité très faible vis-à-vis des éoliennes (niveau 0)



## Migration prénuptiale : Observation de l'avifaune patrimoniale

Suivi post-implantation du parc éolien de Pierrefitte-ès-Bois  
(45)

- Aire d'étude immédiate
- ★ Localisation des éoliennes
- Localisation des points d'observations

### Avifaune patrimoniale posée

- Grande Aigrette

### Trajectoires de vol de l'avifaune patrimoniale

- Alouette lulu
- Busard cendré
- Busard Saint-Martin
- Grande Aigrette



Carte 1 : Migration prénuptiale : Observations de l'avifaune patrimoniale

## 2 Synthèse et analyse des résultats

### 1.1.2 Importance du flux migratoire prénuptial

4 espèces constituent l'essentiel du flux migratoire printanier : le Pigeon ramier (128 individus), l'Alouette des champs (102 individus), le Pinson des arbres (89 individus) et l'Etourneau sansonnet (78 individus). A eux seuls ils représentent environ 54,75% du flux de la saison printanière. Ces espèces, très communes, sont généralement rencontrées en nombre durant cette phase migratoire.

Au total, trente-trois espèces sont représentées par un nombre d'individus anecdotique (1 à 20 individus), soit 80% des espèces qui représentent 26,9% des individus observés.

Parmi les espèces de rapaces et grands voiliers, les effectifs se caractérisent par : 1 Busard cendré, 4 Busards Saint-Martin, 15 Buses variables, 5 Faucons crécerelles, 2 Faucons hobereaux et 3 Grandes Aigrettes. Les effectifs des rapaces et grands voiliers restent anecdotiques.

Globalement, le flux migratoire est peu important au niveau de l'aire d'étude immédiate au printemps, avec des effectifs assez limités. Notons toutefois que depuis chaque point d'observation, il n'était pas possible d'avoir une vue d'ensemble sur toute l'aire d'étude immédiate, induisant une possible sous-estimation des effectifs ayant transité directement au niveau de la zone d'implantation potentielle.

### 1.1.3 Répartition du flux de migrants

La grande majorité des oiseaux ont suivi un axe migratoire général dirigé vers le nord/nord-est, correspondant à l'axe de migration classique des oiseaux à cette période de l'année. Les grands groupes de Pigeons ramiers prenaient tous la même direction, filant plein nord/nord-est vers leurs quartiers de nidification.

Les passereaux migrant de jour traversent l'aire d'étude immédiate de façon diffuse, suivant une direction d'ensemble nord/nord-est également. Certains d'entre eux, comme les mésanges et les pinsons utilisent aussi la migration rampante. La migration est donc également sous influence de la mosaïque paysagère locale.

Les rapaces migrent également de façon diffuse sur l'aire d'étude immédiate.

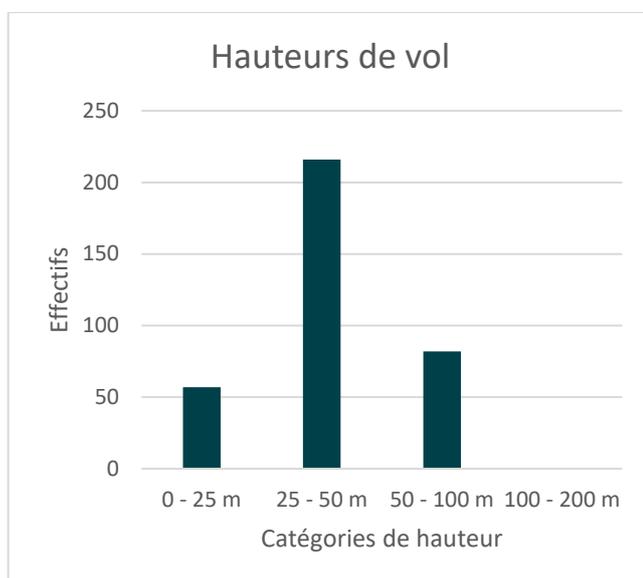
**Aucun couloir de migration n'a été mis en évidence.**

### 1.1.4 Hauteurs de vol

La détermination des hauteurs de vol est une valeur difficile à évaluer étant donné l'absence ou la rareté de repères aériens et qui diffère selon les observateurs. Elle est donc donnée ici à titre indicatif. De plus, les hauteurs de vols des oiseaux sont très dépendantes des conditions météorologiques et de visibilité.

Enfin, pour ce qui concerne la majorité des espèces, notamment les passereaux, les effectifs observés sont limités du fait que l'essentiel des individus migrent de nuit (souvent à haute altitude : > à 200 m). Par conséquent les observations réalisées de jour concernent des volumes d'oiseaux marginaux.

## 2 Synthèse et analyse des résultats



Concernant les altitudes de vol utilisées par les oiseaux observés, la tranche d'altitude située entre 25 et 50 mètres rassemble le plus grand nombre d'individus et d'espèces observés lors des différents inventaires réalisés, soit 216 oiseaux (voir graphique ci-avant). Cette tranche de hauteur regroupe les individus observés un peu au-dessus de la canopée des arbres. On trouve notamment à ces hauteurs de vol les groupes de Pigeons ramiers, de Pinsons des arbres et d'Étourneaux sansonnets, quelques Buses variables, le Héron cendré, le Faucon crécerelle.

La catégorie de 0 à 25 mètres concerne en majeure partie les oiseaux sédentaires, en migration rampante ou en halte sur l'aire d'étude immédiate (Alouettes, Pouillot véloce, Pinsons Mésanges...).

La tranche de 50 à 100 m rassemble surtout des rapaces : Busard Saint-Martin (entre 50 et 80 mètres de hauteur) ; Busard cendré (80 mètres de hauteur) ; Buses variables (entre 50 et 100 mètres de hauteur) ; ainsi que quelques grands voiliers (Grande Aigrette à 80 mètres de hauteur). On note également que les deux petits falconidés, le Faucon crécerelle et le Faucon hobereau, migrent à moyenne altitude, de 25 mètres à moins de 100 mètres.

Enfin, lors de nos passages en migration pré-nuptiale, aucun individu n'a été observé au-delà de 100 m.

### 1.1.5 Comportements à l'approche du parc

La plupart des individus observés ne présentent de modification de comportement remarquable à l'approche des éoliennes. Il s'agit principalement d'espèces de passereaux volant en dessous des zones de rotation des pales d'éoliennes.

Les espèces volant à basse altitude (altitude inférieure à 50 mètres) n'ont pas montré de comportement particulier à l'approche des éoliennes. Nous pouvons supposer que ces groupes ont pu apercevoir le parc éolien lors de leur approche, et ont ainsi pu anticiper sur leur hauteur et leur hauteur de vol.

A noter qu'aucun individu volant à hauteur de pales n'a traversé le parc éolien de Pierrefitte-ès-Bois lors des deux passages réalisés. Cependant au sein de l'aire d'étude immédiate, six espèces (Alouette des champs, Alouette lulu, Busard cendré, Busard Saint-Martin, Buse variable

## 2 Synthèse et analyse des résultats

et Grande Aigrette) ont été observés en vol entre 60 et 100 mètres correspondant à la hauteur de pales. Ces espèces peuvent donc avoir des comportements « à risque » si elles venaient à traverser le parc éolien.

### 1.1.6 Haltes migratoires

Deux types de milieux sont fréquentés par les oiseaux à cette période :

- Les milieux agricoles, où l'on retrouve des parcelles cultivées mais aussi et surtout de nombreuses prairies. Ces terrains sont très appréciés des fringilles (petites oiseaux), dont font partie les alouettes, les bergeronnettes et les grives. Ces oiseaux, en règle générale granivores, recherchent graines et semences dans les champs. Ces espèces transitent notamment par ces milieux ouverts lors de leurs haltes migratoires.
- Les boisements localisés au nord et au sud-est de l'aire d'étude immédiate, ainsi que les linéaires de haies adjacents, qui forment des corridors écologiques intéressants pour les oiseaux effectuant de la migration rampante. Ces milieux leur sont utiles pour s'y nourrir ou s'y abriter en cas de météorologie défavorable à la migration (pluie ou vents forts en sens contraire à la migration). On trouve notamment, en halte dans ces milieux, de nombreux Pinsons des arbres, des bruants, des mésanges, ainsi que de nombreux Turdidés (grives et merles). Les stationnements de ces espèces pour la plupart communes et non patrimoniales sont supposés transitoires. Il est probable que des individus de Pinson des arbres, Mésange bleue, Mésange charbonnière, Moineau domestique et Merle noir, soient en réalité sédentaires, occupant les boisements et les haies toute l'année.

Cependant, aucune halte migratoire au sens de zones de rassemblement importantes au regard des effectifs ou de la fréquence d'occupation par des oiseaux migrants n'a été observée. Seuls des oiseaux réalisant un « stop » au cours de leur migration afin de reconstituer toute ou partie de leurs réserves énergétiques ont été observés. Ces stationnements sont temporaires et aléatoires.

### 1.1.7 Bilan concernant les oiseaux en migration pré-nuptiale

Aucun couloir de migration préférentiel n'est observé. Les flux se déroulent sur un large front, ils sont locaux, diffus et le plus souvent faibles à moyens. Tous les oiseaux recensés suivaient globalement un axe nord/nord-est bien établi. La plupart des vols de passereaux, Etourneaux sansonnets, grives, Pigeons ramiers sont observés à faible altitude. La migration est due principalement à 4 espèces non patrimoniales : le Pigeon ramier (128 individus), l'Alouette des champs (102 individus), le Pinson des arbres (89 individus) et l'Etourneau sansonnet (78 individus), qui représentent à eux quatre 54,75% du total des observations.

16 espèces patrimoniales et/ou connues pour être sensibles aux risques de collision avec les éoliennes ont été observées lors des inventaires en période de migration pré-nuptiale.

L'Alouette lulu, le Busard cendré, le Busard Saint-Martin et la Grande Aigrette sont d'intérêt européen, car inscrits à l'annexe I de la Directive européenne 2009/147/CE. Ces quatre espèces sont considérées en migration sur l'aire d'étude immédiate. Elles sont également protégées en France.

Parmi les espèces observées en migration pré-nuptiale, 6 espèces ont une sensibilité forte aux collisions (Alouette des champs, Bruant proyer, Busard cendré, Buse variable, Canard colvert et Faucon crécerelle), et 8 ont une sensibilité moyenne aux collisions (Busard Saint-Martin, Etourneau sansonnet, Faucon hobereau, Fauvette à tête noire, Héron cendré, Perdrix grise,

## 2 Synthèse et analyse des résultats

Pigeon ramier et Rougegorge familier). Toutes ces espèces à l'exception de l'Alouette des champs, du Canard colvert, de l'Étourneau sansonnet, de la Perdrix grise et du Pigeon ramier sont protégées en France.

2 espèces ont un statut de conservation défavorable (quasi menacée) en Europe : Busard Saint-Martin et Foulque macroule. La France a donc une responsabilité dans la préservation de ces espèces en période de migration.

Aucune espèce n'a démontré un comportement d'évitement à l'approche du parc éolien.

6 espèces volent à hauteur de pales, c'est-à-dire entre 50 et 150 mètres de haut. Parmi elles, l'Alouette des champs, l'Alouette lulu, le Busard cendré, le Busard Saint-Martin, la Buse variable et la Grande Aigrette) peuvent avoir des comportements à risques, c'est-à-dire sans évitement particulier du parc éolien si elles venaient à le traverser.

### 1.2 Oiseaux en migration postnuptiale

La synthèse proposée ici s'appuie sur les observations réalisées à l'automne 2020 sur l'aire d'étude immédiate.

#### 1.2.1 Espèces présentes dans l'aire d'étude immédiate

50 espèces d'oiseaux ont été contactées en période de migration postnuptiale en 2020, pour un total de 857 individus observés en migration active durant les 2 journées de suivi de la migration postnuptiale.

Avifaune patrimoniale migratrice :

Une espèce est considérée comme patrimoniale si elle :

- Est inscrite à l'Annexe I de la Directive « Oiseaux » ;
- Présente un statut de menace / rareté sur la liste rouge européenne (oiseaux nicheurs en Europe transitant en France lors de leurs migrations) ou la liste rouge des oiseaux de passage en France (UICN France, 2011) : « en danger critique » (CR), « en danger » (EN) ou « vulnérable » (VU) ou si c'est une espèce considérée comme migratrice rare pour la région Centre-Val de Loire.

Le statut sur la liste rouge européenne est ici pris en compte, car les oiseaux qui passent par la France en migration et qui stationnent en France en hiver sont des nicheurs européens pour leur très grande majorité. Or, si une population européenne est menacée, il faut en tenir compte sur ses sites de haltes migratoires et d'hivernage.

Le tableau suivant liste les espèces qui ont été contactées au cours de la période de migration postnuptiale. Les espèces patrimoniales voient leurs cases grisées. Pour chaque espèce, les statuts de patrimonialité, les effectifs observés et le niveau d'enjeu écologique attribué localement sont renseignés.

Dans ce tableau est également renseigné la sensibilité des espèces observées (évaluée d'après le tableau de Tobias Dürr « Vogelverluste an Windenergieanlagen / bird fatalities at windturbines in Europe » du 25 Septembre 2020, l'étude de la LPO France de juin 2017 « Le parc éolien français et ses impacts sur l'avifaune – Étude des suivis de mortalité réalisés en France de 1997 à 2015 » et le tableau de détermination des niveaux de sensibilité pour l'avifaune dans le document « Protocole de suivi environnemental des parcs éoliens terrestres » de novembre 2015).

## 2 Synthèse et analyse des résultats

37 des 50 espèces observées sont strictement protégées au niveau national et 5 sont inscrites à l'Annexe I de la Directive « oiseaux ». Les autres espèces sont classées chassables et/ou nuisibles.

Au regard des différents statuts, **7 espèces sont considérées comme patrimoniales.**

- L'Alouette lulu : 5 individus observés en halte ou en migration active.
- Le Vanneau huppé (30 individus en halte migratoire ou en migration active), espèce dont la population européenne est vulnérable.
- 5 espèces de rapaces et grands voiliers : Aigrette garzette (2 individus observés en halte migratoire), Bondrée apivore (6 individus observés en migration active), Busard Saint-Martin (1 individu observé en migration active), Héron garde-bœufs (4 individus observés en halte migratoire) et Grande Aigrette (6 individus observés en halte ou en migration active).

Sur les 857 individus observés :

- 54 correspondent à des contacts d'espèces patrimoniales, soit 6,30 % des observations totales ;
- 807 correspondent à des contacts d'espèces protégées, soit 94,1 % des observations totales.

## 2 Synthèse et analyse des résultats

Tableau 6 : Liste des espèces d'oiseaux contactées en migration postnuptiale

Nom vernaculaire	Directive Oiseaux	Protection nationale	LR EU	LRN (de passage, 2011)	Statut migrateur Centre-Val de Loire	Effectif du 03/09/2020	Effectif 15/10/2020	Effectif total 2020	% de l'effectif	Espèce contactée lors de l'étude d'impact	Sensibilité aux collisions	Commentaire	Enjeu écologique
Accenteur mouchet	-	Art. 3	LC	NA	MC	1	1	2	0,23		Très faible	Sédentaire	Très faible
Aigrette garzette	An. I	Art. 3	LC	NA	MPC		2	2	0,23		Très faible	Observations d'individus en halte migratoire	Faible
Alouette des champs	-	-	LC	NA	MC	9	47	56	6,53	X	Forte	Observations d'individus en halte et en migration active	Très faible
Alouette lulu	An. I	Art. 3	LC	NA	MC		5	5	0,58		Faible	Observations d'individus en halte migratoire	Faible
Bergeronnette grise	-	Art. 3	LC	-	MC	1	8	9	1,05	X	Très faible	Observations d'individus en halte et en migration active	Très faible
Bergeronnette printanière	-	Art. 3	LC	DD	MC	1		1	0,12		Très faible	Observations d'un individu en halte migratoire	Très faible
Bernache du Canada	-	-	LC	NA	MO (espèce introduite)	11	30	41	4,78		-	Sédentaire	Très faible
Bondrée apivore	An. I	Art. 3	LC	LC	MC	6		6	0,70		Très faible	Observations d'individus en migration active	Faible
Bruant jaune	-	Art. 3	LC	NA	MC		1	1	0,12		Très faible	Observations d'un individu en halte migratoire	Très faible
Bruant zizi	-	Art. 3	LC	NA	MR		4	4	0,47		Très faible	Migrateur partiel	Très faible
Busard Saint-Martin	An. I	Art. 3	NT	NA	MC		1	1	0,12		Moyenne	Observations d'un individu en migration active	Faible
Buse variable	-	Art. 3	LC	NA	MC	7	4	11	1,28	X	Forte	Observations d'individus en chasse et en halte migratoire	Très faible
Canard colvert	-	-	LC	NA	MC	23	23	46	5,37		Forte	Migrateur partiel	Très faible
Chardonneret élégant	-	Art. 3	LC	NA	MC	1	2	3	0,35	X	Très faible	Observations d'individus en migration rampante	Très faible
Corbeau freux	-	-	LC	-	MC	12	6	18	2,10		Très faible	Observations d'individus en halte migratoire, en migration active et d'individus sédentaires	Très faible
Corneille noire	-	-	LC	-	-	2	17	19	2,22	X	Très faible	Sédentaire	Très faible
Étourneau sansonnet	-	-	LC	NA	MC	40	19	59	6,88	X	Moyenne	Observations d'individus en halte migratoire et en migration active	Très faible
Faisan de Colchide	-	-	-	-	-	2	2	4	0,47	X	Très faible	Sédentaire	Très faible
Faucon crécerelle	-	Art. 3	LC	NA	MC	1	3	4	0,47	X	Forte	Observations d'individus en chasse et en halte migratoire	Très faible

## 2 Synthèse et analyse des résultats

Nom vernaculaire	Directive Oiseaux	Protection nationale	LR EU	LRN (de passage, 2011)	Statut migrateur Centre-Val de Loire	Effectif du 03/09/2020	Effectif 15/10/2020	Effectif total 2020	% de l'effectif	Espèce contactée lors de l'étude d'impact	Sensibilité aux collisions	Commentaire	Enjeu écologique
Faucon hobereau	-	Art. 3	LC	NA	MC	1	1	2	0,23	X	Moyenne	Observations d'individus en migration active	Très faible
Foulque macroule	-	Art. 3	NT	NA	MC	1	7	8	0,93		Très faible	Migrateur partiel	Très faible
Gallinule poule d'eau	-	Art. 3	LC	NA	MPC	2	3	5	0,58		Très faible	Migrateur partiel	Très faible
Geai des chênes	-	-	LC	-	MC	1	1	2	0,23		Très faible	Observations d'individus en migration active	Très faible
Grand cormoran	-	Art. 3	LC	NA	MC		16	16	1,87		Très faible	Observations d'individus en halte migratoire	Très faible
Grande Aigrette	<b>An. I</b>	Art. 3	LC	LC	MPC		6	6	0,70		Très faible	Observations d'individus en halte migratoire et en migration active	Faible
Grèbe huppé	-	Art. 3	LC	NA	MC	1		1	0,12		Très faible	Migrateur partiel	Très faible
Grimpereau des jardins	-	Art. 3	LC	-	-	1		1	0,12		Très faible	Sédentaire	Très faible
Grive draine	-	-	LC	NA	MC		11	11	1,28	X	Très faible	Observations d'individus en migration active	Très faible
Grive litorne	-	-	LC	NA	MC		7	7	0,82		Très faible	Observations en migration active	Très faible
Héron cendré	-	Art. 3	LC	NA	MC	2	4	6	0,70		Moyenne	Observations d'individus en halte migratoire et en migration active	Très faible
Héron garde-bœufs	-	Art. 3	LC	NA	<b>MO</b>	1	3	4	0,47		Forte	Observations d'individus en halte migratoire	Très faible
Hirondelle de fenêtre	-	Art. 3	LC	DD	MC	10		10	1,17		Forte	Observations d'individus en chasse	Très faible
Hirondelle rustique	-	Art. 3	LC	DD	MC	77	3	80	9,33		Très faible	Observations d'individus en chasse et en migration active	Très faible
Hypolaïs polyglotte	-	Art. 3	LC	NA	MC		1	1	0,12		Très faible	Observations d'un individu en halte migratoire	Très faible
Linotte mélodieuse	-	Art. 3	LC	NA	MC		1	1	0,12		Très faible	Observation d'un individu en migration active	Très faible
Merle noir	-	Art. 3	LC	NA	MC	5	2	7	0,82	X	Très faible	Observations d'individus en migration rampante	Très faible
Mésange bleue	-	Art. 3	LC	NA	-	1	1	2	0,23	X	Très faible	Observations d'individus en migration rampante	Très faible
Mésange charbonnière	-	Art. 3	LC	NA	-	2	2	4	0,47	X	Très faible	Observations d'individus en migration rampante	Très faible
Moineau domestique	-	Art. 3	LC	NA	-	1	12	13	1,52	X	Très faible	Sédentaire	Très faible
Perdrix grise	-	-	LC	-	-	5		5	0,58		Moyenne	Sédentaire	Très faible
Pie bavarde	-	-	LC	-	-	1	2	3	0,35	X	Très faible	Sédentaire	Très faible

## 2 Synthèse et analyse des résultats

Nom vernaculaire	Directive Oiseaux	Protection nationale	LR EU	LRN (de passage, 2011)	Statut migrateur Centre-Val de Loire	Effectif du 03/09/2020	Effectif 15/10/2020	Effectif total 2020	% de l'effectif	Espèce contactée lors de l'étude d'impact	Sensibilité aux collisions	Commentaire	Enjeu écologique
Pigeon ramier	-	-	LC	NA	MC	38	80	118	13,77	X	Moyenne	Observations d'individus en halte migratoire et en migration active	Très faible
Pinson des arbres	-	Art. 3	LC	NA	MC	12	188	200	23,34	X	Très faible	Observations d'individus en migration active	Très faible
Pipit des arbres	-	Art. 3	LC	DD	MC	1	2	3	0,35		Très faible	Observations d'individus en migration active	Très faible
Pouillot véloce	-	Art. 3	LC	NA	MC	5	1	6	0,70		Très faible	Observations d'individus en migration rampante	Très faible
Rougegorge familier	-	Art. 3	LC	NA	MC	2	4	6	0,70	X	Moyenne	Observations d'individus en halte migratoire	Très faible
Rougequeue à front blanc	-	Art. 3	LC	NA	MC	1		1	0,12		Très faible	Observations d'un individu en halte migratoire	Très faible
Tarier pâtre	-	Art. 3	LC	NA	MC	1	1	2	0,23	X	Très faible	Observations d'individus en halte migratoire	Très faible
Tourterelle turque	-	Art. 3	LC	NA	-	1	3	4	0,47	X	Très faible	Sédentaire	Très faible
Vanneau huppé	-	Art. 3	VU	NA	MC	19	11	30	3,50	X	Très faible	Observations d'individus en halte migratoire et en migration active	Faible

Directive Oiseaux = An. I : espèces inscrites à l'Annexe I de la Directive « Oiseaux ».

Protection nationale = Arrêté du 29 octobre 2009 fixant les listes des oiseaux protégés sur l'ensemble du territoire et les modalités de leur protection. Article 3 : protection stricte des individus et de leurs habitats.

LR EU = Liste Rouge Europe (*Birdlife International (2015). European Red List of Birds. Luxembourg : Office for Official Publications of the European Communities*) : LC : préoccupation mineure ; NT : quasi menacée ; VU : vulnérable ; EN : en danger ; DD : données insuffisantes.

LRN = Liste Rouge Nationale. Liste rouge des oiseaux de passage (*UICN France, MNHN, LPO, SEOF & ONCFS – 2011*). LC : préoccupation mineure ; NT : quasi menacée ; VU : vulnérable ; EN : en danger ; DD : données insuffisantes ; NA : non applicable.

Statut migrateur Centre-Val de Loire (*PERTHUIS, 2002*). C : commun ; PC : peu commun ; R : rare ; O : occasionnel

Niveau de sensibilité :

	Espèces présentant une sensibilité très forte vis-à-vis des éoliennes (niveau 4)
	Espèces présentant une sensibilité forte vis-à-vis des éoliennes (niveau 3 et/ou plus de 100 cadavres en France et/ou plus de 300 cadavres en Europe)
	Espèces présentant une sensibilité moyenne vis-à-vis des éoliennes (niveau 2 et/ou plus de 20 cadavres en France et/ou plus de 180 cadavres en Europe)
	Espèces présentant une sensibilité faible vis-à-vis des éoliennes (niveau 1 et/ou plus de 15 cadavres en France et/ou plus de 130 cadavres en Europe)
	Espèces présentant une sensibilité très faible vis-à-vis des éoliennes (niveau 0)



## Migration postnuptiale : Observation de l'avifaune patrimoniale

Suivi post-implantation du parc éolien de Pierrefitte-ès-Bois  
(45)

- Aire d'étude immédiate
- ★ Localisation des éoliennes
- Localisation des points d'observations

### Avifaune patrimoniale posée

- Aigrette garzette
- Grande Aigrette
- Vanneau huppé
- Héron garde-boeufs

### Trajectoires de vol de l'avifaune patrimoniale

- Alouette lulu
- Bondrée apivore
- Busard Saint-Martin
- Grande Aigrette
- Vanneau huppé



Carte 2 : Migration postnuptiale : Observations de l'avifaune patrimoniale

## 2 Synthèse et analyse des résultats

### 1.2.2 Importance du flux migratoire postnuptial

3 espèces constituent l'essentiel du flux migratoire automnal : le Pinson des arbres (200 individus), le Pigeon ramier (118 individus), l'Hirondelle rustique (80 individus). A eux seuls ils représentent environ 47% du flux de la saison automnal. Ces espèces très communes sont généralement rencontrées en nombre durant cette phase migratoire.

Au total, une quarantaine d'espèces sont représentées par un nombre d'individus anecdotique (1 à 20 individus), soit 84 % des espèces qui représentent 7,15 % des individus observés.

Parmi les espèces de rapaces et grands voiliers, les effectifs se caractérisent par ; 2 Aigrettes garzettes, 6 Bondrées apivores, 1 Busard Saint-Martin, 11 Buses variables, 4 Faucons crécerelles, 2 Faucons hobereaux, 16 Grands cormorans, et 6 Grandes Aigrettes. Les effectifs des rapaces et grands voiliers restent anecdotiques.

Quelques espèces ont été observées en migration rampante (phénomène consistant à passer d'un buisson à l'autre, dans la direction normale de leur migration) : Chardonneret élégant, Mésange bleue, Mésange charbonnière, Merle noir, et Pouillot véloce.

### 1.2.3 Répartition du flux de migrants

La grande majorité des oiseaux ont suivi un axe migratoire général sud/sud-ouest, correspondant à l'axe de migration classique des oiseaux à cette période de l'année. Les grands groupes de Pigeons ramiers prenaient tous la même direction, filant plein ouest vers leurs quartiers d'hivernage dans le sud-ouest de la France ainsi que dans les pays méditerranéens.

Les passereaux migrant de jour traversent l'aire d'étude immédiate de façon diffuse, suivant une direction d'ensemble sud/sud-ouest également. Certains d'entre eux, comme les Chardonnerets élégants, les Mésanges bleues et les Mésanges charbonnières utilisent aussi la migration rampante. La migration est donc également sous influence de la mosaïque paysagère locale.

Les rapaces migrent également de façon diffuse sur l'aire d'étude immédiate.

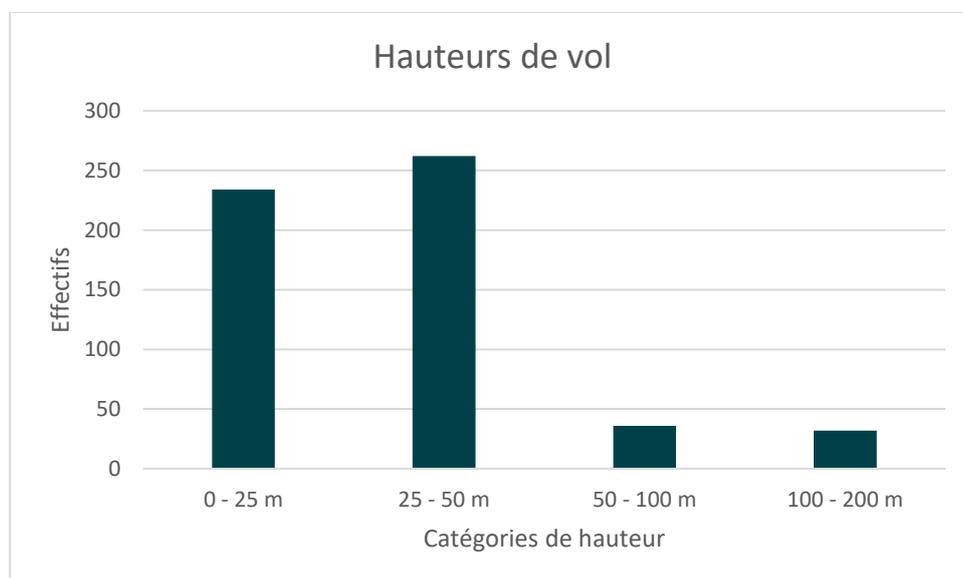
**Aucun couloir de migration n'a été mis en évidence.**

### 1.2.4 Hauteurs de vol

La détermination des hauteurs de vol est une valeur difficile à évaluer étant donné l'absence ou la rareté de repères aériens et qui diffère selon les observateurs. Elle est donc donnée ici à titre indicatif. De plus, les hauteurs de vols des oiseaux sont très dépendantes des conditions météorologiques et de visibilité.

Enfin, pour ce qui concerne la majorité des espèces, notamment les passereaux, les effectifs observés sont limités du fait que l'essentiel des individus migrent de nuit (souvent à haute altitude : > à 200 m). Par conséquent les observations réalisées de jour concernent des volumes d'oiseaux marginaux.

## 2 Synthèse et analyse des résultats



Concernant les altitudes de vol utilisées par les oiseaux observés, la tranche d'altitude située entre 25 et 50 mètres rassemble le plus grand nombre d'individus et d'espèces observés lors des différents passages réalisés, soit 262 oiseaux (voir graphique ci-avant). Les espèces concernées sont la plupart des passereaux, mais aussi le Faucon crécerelle (2 individus en migration active à environ 30 mètres du sol) et le Faucon hobereau (1 individu en migration active à environ 40 mètres du sol).

La catégorie de 0 à 25 mètres concerne en majeure partie les oiseaux sédentaires, en migration rampante ou en halte sur l'aire d'étude immédiate (Alouettes, Pouillot véloce, Pinsons ...). Les Alouettes des champs et les Alouettes lulus sont souvent notées au sol en halte, mais aussi en migration en petits groupes à une hauteur variant du sol jusqu'à 100 mètres parfois (ici, la hauteur maximale est de 50 mètres). Ces espèces sont essentiellement observées au niveau des milieux ouverts.

Le grand nombre d'oiseaux observés, notamment au niveau de la canopée des arbres et au-dessus (entre 25 et 100 m), est dû à la migration de nombreux Pinsons des arbres, mais aussi d'Alouettes lulus et Alouettes des champs, se déplaçant en groupe de plusieurs dizaines d'oiseaux la plupart du temps. L'essentiel des autres passereaux volant à cette hauteur ont été détectés grâce aux cris qu'ils émettent en vol. 6 Bondrées apivores ont été observées à basse moyenne/altitude, entre 30 et 50 mètres de haut. On note également un Busard Saint-Martin à 80 mètres de hauteur ; 11 Buses variables en vol entre 50 et 100 mètres de hauteur ; et une Grande Aigrette en vol à 100 mètres de hauteur. Les deux petits falconidés, le Faucon crécerelle et le Faucon hobereau, migrent à moyenne altitude, de 25 mètres à moins de 100 mètres.

Les tranches entre 100 et 200 mètres et plus de 200 mètres concernent principalement les rapaces (11 Buses variables en migration active à des hauteurs de vol comprises entre 50 et 100 mètres ; 1 Busard Saint-Martin en migration active à 80 mètres de hauteur) et les grands voiliers (Grands cormorans, ainsi que Grandes Aigrettes).

### 1.2.5 Comportements à l'approche du parc

La plupart des individus observés ne présentent de modification de comportement remarquable à l'approche des éoliennes. Il s'agit principalement d'espèces de passereaux volant en dessous des zones de rotation des pales d'éoliennes.

## 2 Synthèse et analyse des résultats

Toutefois, on peut noter le comportement d'un groupe de Vanneaux huppés en migration active. Ce dernier a profité d'une zone d'ascendance thermique située au Nord de l'aire d'étude afin de survoler les éoliennes à haute altitude (150 mètres) avant de continuer sa migration vers le Sud de l'aire d'étude immédiate.

Cependant, ce comportement n'a été observé que sur ce groupe de Vanneaux huppés, les autres individus ayant été observés à hauteur de pales sans comportement particulier.

Les espèces volant à basse altitude (altitude inférieure à 50 mètres) n'ont pas montré de comportement particulier à l'approche des éoliennes. Nous pouvons supposer que ces groupes ont pu apercevoir le parc éolien lors de leur approche, et ont ainsi pu ainsi anticiper sur leur hauteur et leur direction de vol.

A l'inverse, la majorité des individus volant à hauteur de pales n'ont pas montré de réaction ; ce qui amène dans ce cas à des comportements dits « à risques », de vol à hauteur des pales sans évitement particulier. Cela a été observé chez la Bernache du Canada, le Busard Saint-Martin, la Buse variable, la Grande Aigrette, le Héron cendré, passant en vol entre 70 et 100 mètres de hauteur.

### 1.2.6 Haltes migratoires

Deux types de milieux sont fréquentés par les oiseaux à cette période :

- Les milieux agricoles, où l'on retrouve des parcelles cultivées mais aussi et surtout de nombreuses prairies. Ces terrains sont très appréciés des fringilles (petites oiseaux), dont font partie la Linotte mélodieuse et les Pinsons. Ces oiseaux, en règle générale granivores, recherchent graines et semences dans les champs. Les Alouettes des champs et lulu, et les grives transitent notamment par ces milieux ouverts lors de leurs haltes migratoires.
- Les boisements localisés au nord et au sud-est de l'aire d'étude immédiate, ainsi que les linéaires de haies adjacents, qui forment des corridors écologiques intéressants pour les oiseaux effectuant de la migration rampante. Ces milieux leur sont utiles pour s'y nourrir ou s'y abriter en cas de météorologie défavorable à la migration (pluie ou vents forts en sens contraire à la migration). On trouve notamment, en halte dans ces milieux, de nombreux Pinsons des arbres, ainsi que des Mésanges et des Turdidés. Les stationnements de ces espèces pour la plupart communes et non patrimoniales sont supposés transitoires. Il est probable que des individus de Pinson des arbres, Mésange bleue, Mésange charbonnière et Merle noir, soient en réalité sédentaires, occupant les boisements et les haies toute l'année.

Cependant, aucune halte migratoire au sens de zones de rassemblement importantes au regard des effectifs ou de la fréquence d'occupation par des oiseaux migrateurs n'a été observée. Seuls des oiseaux réalisant un « stop » au cours de leur migration afin de reconstituer toute ou partie de leurs réserves énergétiques ont été observés. Ces stationnements sont temporaires et aléatoires.

### 1.2.7 Bilan concernant les oiseaux en migration postnuptiale

Aucun couloir de migration préférentiel n'est observé. Les flux se déroulent sur un large front, ils sont locaux, diffus et le plus souvent faibles à moyens. Tous les oiseaux recensés suivaient globalement un axe sud/sud-ouest bien établi. La plupart des vols de passereaux, Etourneaux sansonnets, grives (litornes et draines), Pigeons ramiers sont observés à faible altitude. La migration est due principalement à 3 espèces non patrimoniales : le Pinson des arbres, le Pigeon ramier et l'Hirondelle rustique, qui représentent à eux trois 47% du total des observations.

## 2 Synthèse et analyse des résultats

20 espèces patrimoniales et/ou connues pour être sensibles aux risques de collision avec les éoliennes ont été observées lors des inventaires en période de migration postnuptiale.

L'Alouette lulu, l'Aigrette garzette, la Bondrée apivore, le Busard Saint-Martin, la Grande Aigrette sont d'intérêt européen, car inscrits à l'annexe I de la Directive européenne 2009/147/CE. Ces cinq espèces sont considérées en migration sur l'aire d'étude immédiate. Elles sont également protégées en France.

Parmi les espèces observées en migration postnuptiale, 6 espèces ont une sensibilité forte aux collisions (Alouette des champs, Buse variable, Canard colvert, Faucon crécerelle, Héron garde-bœufs et Hirondelle de fenêtre) et 7 ont une sensibilité moyenne aux collisions (Busard Saint-Martin, Etourneau sansonnet, Faucon hobereau, Héron cendré, Perdrix grise, Pigeon ramier et Rougegorge familier). Toutes ces espèces à l'exception de l'Alouette des champs, du Canard colvert, de l'Etourneau sansonnet, de la Perdrix grise et du Pigeon ramier sont protégées en France.

3 espèces ont un statut de conservation défavorables en Europe, dont 2 « quasi-menacés » : Busard Saint-Martin et Foulque macroule, et 1 « vulnérable » : Vanneau huppé. La France a donc une responsabilité dans la préservation de ces espèces en période de migration.

Seul le Vanneau huppé a démontré un comportement d'évitement à l'approche du parc éolien pour quelques individus. Ces derniers ont profité de la zone d'ascendance thermique au Nord de l'aire d'étude immédiate pour survoler le parc à haute altitude. Cependant, ce comportement n'a pas été observé chez tous les individus de Vanneaux huppés.

6 espèces volent à hauteur de pales, c'est-à-dire entre 50 et 100 mètres de haut. Parmi elles, la Bernache du Canada, le Busard Saint-Martin, la Buse variable, la Grande Aigrette et le Héron cendré ont des comportements à risques, c'est-à-dire sans évitement particulier du parc éolien.

## 2 Synthèse et analyse des résultats

### 2 Résultats du suivi de mortalité

#### 2.1 Résultats bruts

##### 2.1.1 Données générales concernant les cadavres découverts

Au total, 32 cadavres ont été trouvés au sein du parc éolien de Pierrefitte-ès-Bois, dont 3 oiseaux (3 espèces) et 29 chauves-souris (5 espèces et un groupe d'espèce des Pipistrelle avec une Pipistrelle non identifiable) entre le 10 juin 2020 et le 21 octobre 2020.

● Cf. *Annexe 1 : Tableau récapitulatif des observations de cadavres.*

Les espèces d'oiseaux trouvés sont le Héron cendré (1 individu), le Roitelet à triple bandeau (1 individu) et l'Hirondelle de fenêtre (1 individu), découvertes entre 05 août 2020 et le 07 octobre 2020.

Les espèces de chauves-souris trouvées sont la Pipistrelle commune (10 individus), la Noctule de Leisler (7 individus), la Pipistrelle commune/pygmée (6 individus), la Noctule commune (3 individus), la Pipistrelle de Kuhl (2 individus), et le groupe des Pipistrelles (1 individu), recensées entre le 10 juin 2020 et le 16 septembre 2020. Les espèces de chiroptères majoritairement observées sont la Pipistrelle commune (10 individus) et la Noctule de Leisler (7 individus), auxquelles s'ajoute une pipistrelle indéterminée.

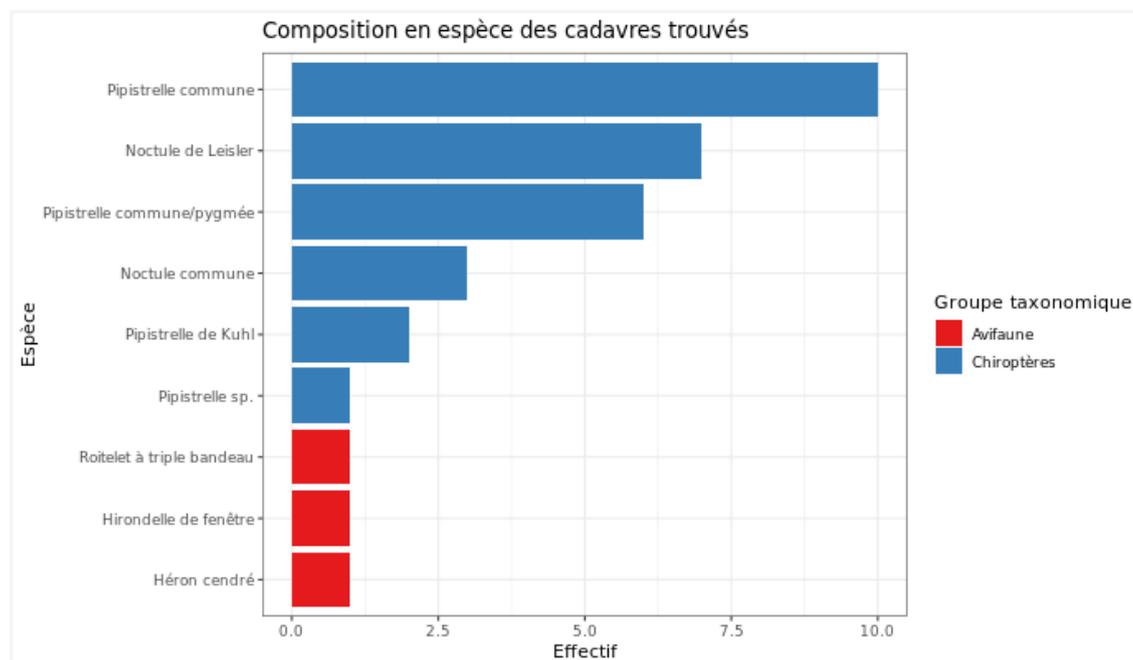


Figure 10 : Mortalité par espèce ou groupe d'espèces observée sur le parc éolien de Pierrefitte-ès-Bois

## 2 Synthèse et analyse des résultats



Figure 11 : Présentation de quelques photographies des cadavres découverts. De gauche à droite et de haut en bas : Pipistrelle de Kuhl, Pipistrelle commune, Noctule de Leisler, Noctule commune, Héron cendré, Roitelet à triple bandeau © Biotope

Au niveau phénologique, on remarque que :

- Les cadavres d'oiseaux ont été observés sur deux périodes : début août, puis début octobre. Au regard des effectifs, il ne semble pas y avoir de pic important de mortalité qui se dégage sur la période de suivi et notamment pas en période de migration postnuptiale. Les espèces découvertes sont concernées à la fois en période de nidification (Héron cendré) et de migration/dispersion postnuptiale (Roitelet à triple bandeau, Hirondelle de fenêtre).
- Les cadavres de chiroptères ont été retrouvés de manière assez continue sur la période allant de juin à septembre, avec un pic lors de la seconde quinzaine de août 2020.

L'ensemble des individus découverts sont mort par barotraumatisme et/ou par collision avec les pâles soit 100% des individus dont la mort est imputable aux éoliennes.

## 2 Synthèse et analyse des résultats

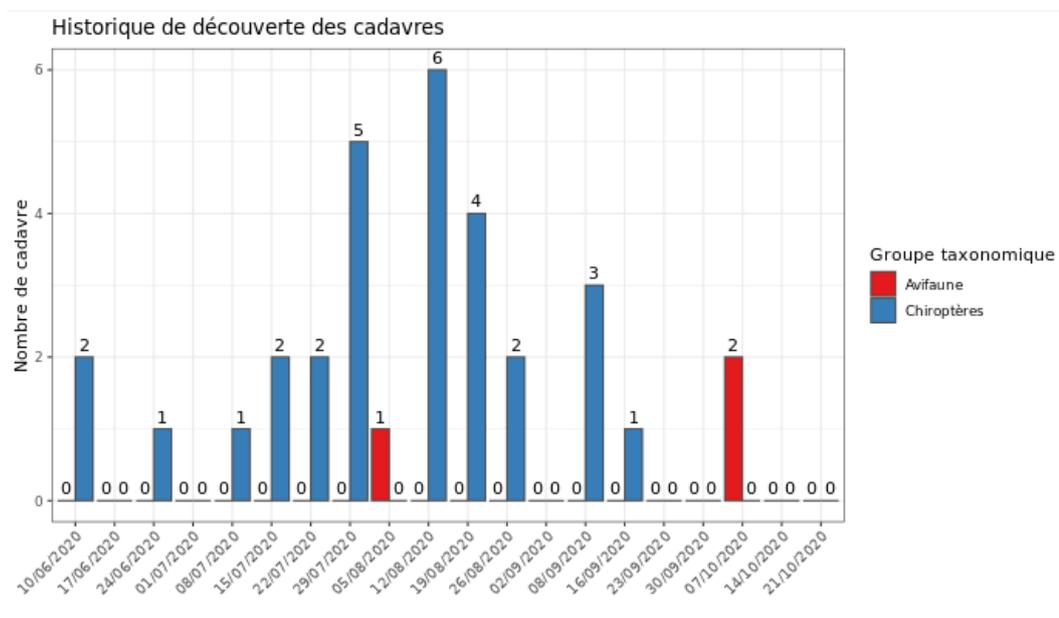


Figure 12 : Nombre de cadavres trouvés par passage sur le parc éolien de Pierrefitte-ès-Bois

### 2.1.2 Suivi par éolienne

L'analyse par éolienne montre que les cadavres ont été retrouvés sous l'ensemble des éoliennes avec des valeurs assez semblables entre elles. L'éolienne E02 montre un nombre légèrement plus important de découvertes de cadavres d'oiseaux avec un individu supplémentaire trouvé. L'éolienne E01 quant à elle, montre un nombre légèrement plus important de découvertes de cadavres de chiroptères avec un individu supplémentaire trouvé.

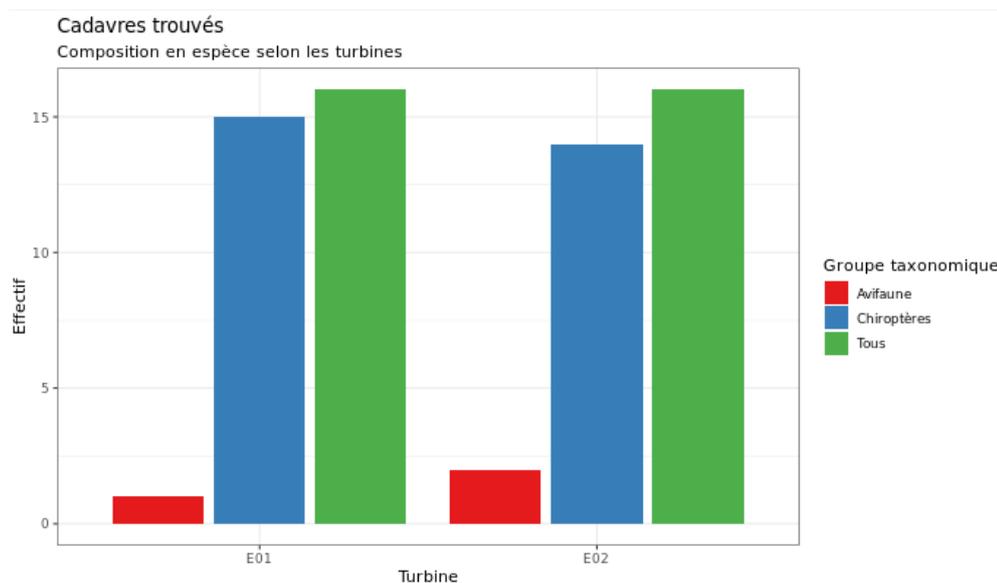


Figure 13 : Nombre de cadavres découverts par éolienne

## 2 Synthèse et analyse des résultats

L'ensemble des éoliennes présente des cas de mortalité aussi bien pour l'avifaune que pour les chiroptères. Les mortalités recensées varient très faiblement entre les éoliennes, comprises entre 1 et 16 cadavres par éolienne et par groupe faunistique. La majorité des cadavres appartient au groupe des chiroptères (29 individus). Les deux éoliennes du parc E01 et E02 (dans une moindre mesure) semblent avoir un impact marqué sur la base des résultats bruts.

### 2.1.3 Répartition spatiale des observations

Les observations ont été réalisées sur l'ensemble des distances prospectées. L'individu retrouvé le plus loin d'une éolienne est une Noctule commune observée à 53,65 m.

Si l'on regarde la localisation des observations par rapport aux éoliennes suivies, les observations semblent différentes entre les deux groupes, plus proches de l'éolienne pour les oiseaux, et plus étalée/homogène pour les chiroptères.

Les découvertes ont été plus fréquemment réalisées au sud-est des éoliennes.

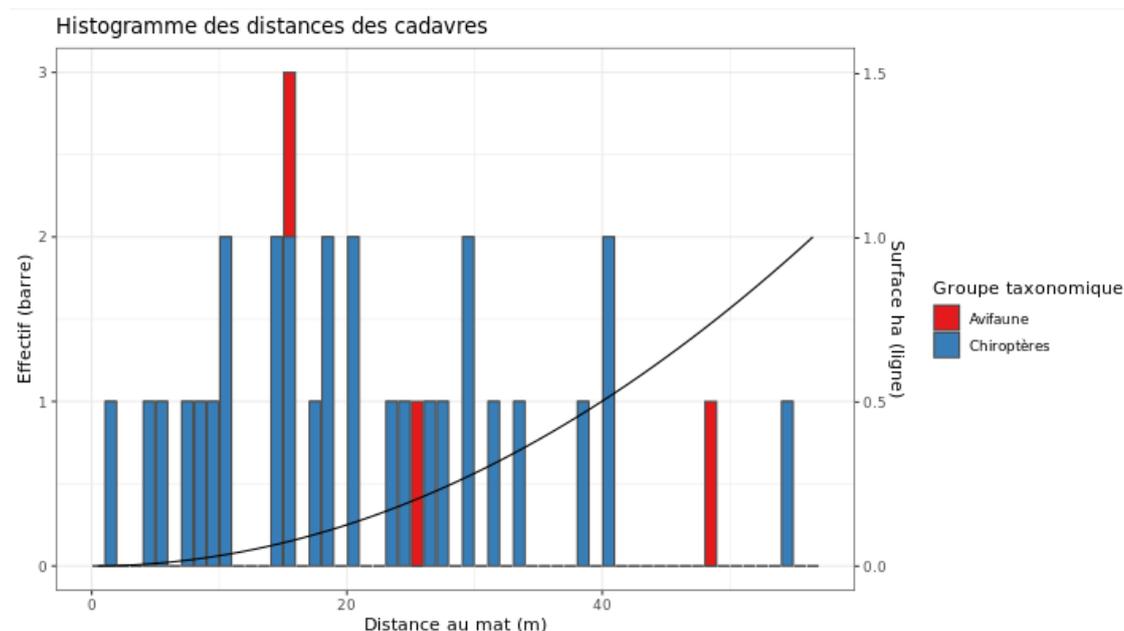


Figure 14 : Répartition spatiale (distance à l'éolienne) des cadavres retrouvés au sein du parc de Pierrefitte-ès-Bois. La courbe représente l'évolution de la surface de l'aire d'étude prospectée en fonction de la distance au pied de l'éolienne.

## 2 Synthèse et analyse des résultats

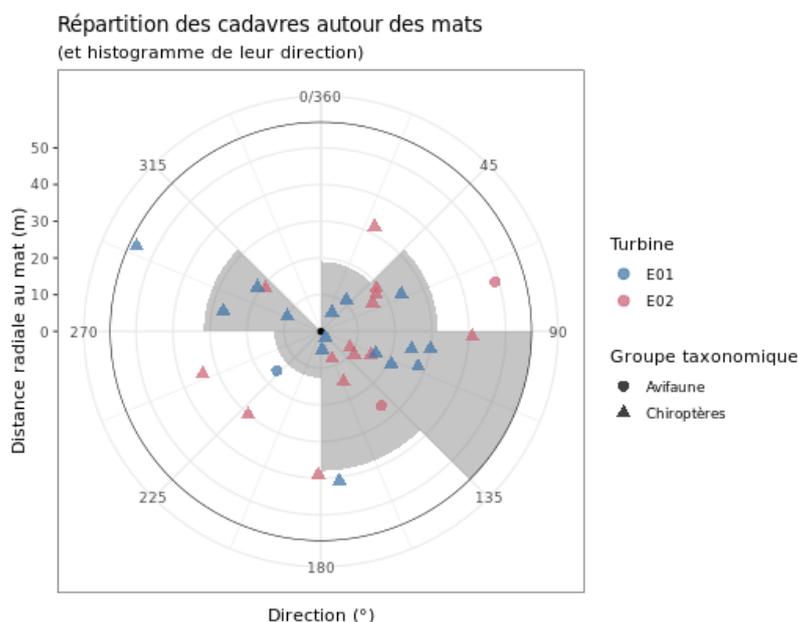


Figure 15 : Positionnement des observations par rapport au positionnement des éoliennes. En grisé, le cumul des observations en histogramme radial en fonction de l'orientation

### 2.1.4 Description des oiseaux retrouvés

3 individus répartis au sein de 3 espèces ont été retrouvés et identifiés sous les éoliennes du parc de Pierrefitte-ès-Bois : le **Héron cendré** (1 individu), le **Roitelet à triple bandeau** (1 individu) et l'**Hirondelle de fenêtre** (1 individu).

À titre de comparaison, la synthèse de données mise à disposition par Tobias Dürr (mise à jour le 25 septembre 2020) sur la mortalité de l'avifaune liée à l'éolien en Europe permet de faire un bilan des espèces a priori les plus sensibles au collision/barotraumatisme à l'échelle européenne (base de données compilant des informations fournies de façon volontaire).

On constate que le Roitelet à triple bandeau et l'Hirondelle de fenêtre sont des espèces fortement impactées en Europe et en France. En effet, sur les 288 espèces comptabilisées dans les suivis de mortalité, elles font parties des 15 espèces les plus découvertes en Europe ; avec le Roitelet à triple bandeau représentant l'espèce la plus touchée en France d'après la base de Tobias Dürr. Le Héron cendré se situe au 63<sup>ème</sup> rang européen (espèce principalement observée en Allemagne et en Belgique) et est peu commune pour la France (60<sup>ème</sup> rang).

Ces différentes données se basent sur des observations transmises. Elles permettent de comparer la mortalité observée sur le parc de Pierrefitte-ès-Bois par rapport à celle recensée aux échelles nationale et européenne par Tobias Dürr. Cependant, si elles donnent une idée générale concernant les espèces touchées et leurs proportions, elles ne sont pas exhaustives. Les données françaises proviennent, en effet, d'une faible proportion de parcs à différentes dates. Il s'agit néanmoins la synthèse la plus détaillée qui existe à ce jour.

## 2 Synthèse et analyse des résultats

Tableau 7 : Tableau de synthèse « empirique » de Dürr (mis à jour le 25 septembre 2020) des oiseaux touchés par les parcs éoliens selon les pays de l'Europe

Espèce/Pays	Rang Europe	Rang France	A	BE	CH	CZ	D	DK	E	FR	Pierrefitte-ès-Bois	GR	NL	N	P	PL	S	Total (hors Pierrefitte-ès-Bois)
<b>Roitelet à triple bandeau</b>	<b>15</b>	<b>1</b>	1	2	8	3	42		45	160	<b>1</b>				2			<b>263</b>
<b>Héron cendré</b>	<b>63</b>	<b>60</b>	1	7			14		2	3	<b>1</b>		10	4				<b>41</b>
<b>Hirondelle de fenêtre</b>	<b>13</b>	<b>28</b>	1				55		42	12	<b>1</b>	25	3		158		6	<b>302</b>

Légende : A = Autriche, BE = Belgique, CH = Suisse, CR = Croatie, CZ = République tchèque, D = Allemagne, E = Espagne, EST = Estonie, F = Finlande, FR = France, GR = Grèce, IT = Italie, LV = Lettonie, NL = Hollande, N = Norvège, P = Portugal, PL = Pologne, RO = Roumanie, S = Suède, UK = Royaume-Uni

Si l'on se réfère à l'étude d'impact réalisée en 2007/2008, on constate que seul le Roitelet à triple bandeau n'avait pas été contacté lors de l'état initial, à l'opposé des autres espèces qui ont été observées lors des inventaires réalisés et traités dans cette étude.

### Évaluation des enjeux

Le Tableau 8 présente les statuts de protection et de conservation des espèces d'oiseaux retrouvées sur le parc de Pierrefitte-ès-Bois à l'échelle régionale, française et européenne.

Aucune espèce n'est inscrite à l'Annexe I de la Directive « Oiseaux ». L'Hirondelle de fenêtre a un statut « quasi menacée » sur la liste rouge des oiseaux nicheurs au niveau national.

## 2 Synthèse et analyse des résultats

Tableau 8 : Statuts réglementaires et de conservation des espèces d'oiseaux touchées par le parc éolien de Pierrefitte-ès-Bois

Espèces	Protection nationale	Directive Oiseaux	Liste rouge Europe (2015)	Liste rouge France nicheur (2016)	NIOF migrateurs (2008)	Liste rouge nicheurs Centre-Val de Loire (2013)	Statut migrateur Centre-Val de Loire (2002)	Espèces déterminantes Centre-Val de Loire : Espèces nicheuses (2016)
<b>Roitelet à triple bandeau</b>	Article 3	-	LC	LC	NA	LC	PC	-
<b>Héron cendré</b>	Article 3	-	LC	LC	NA	LC	C	-
<b>Hirondelle de fenêtre</b>	Article 3	-	LC	NT	DD	LC	C	-

Légende :

### Protection nationale

Arrêté interministériel du 29 octobre 2009 fixant la liste des oiseaux protégés sur l'ensemble du territoire et les modalités de leur protection : Article 3 : protection stricte des individus et de leurs habitats de reproduction et de repos.

### Directive Oiseaux

Il s'agit de la directive européenne n°79/409 du 6 avril 1979 concernant la conservation des oiseaux sauvages. Elle vise à assurer une protection de toutes les espèces d'oiseaux vivant naturellement à l'état sauvage sur le territoire européen.

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

Annexe II : espèces pouvant être chassées :

Partie 1 (A.II.1) : espèces pouvant être chassées dans la zone géographique maritime et terrestre d'application de la présente directive ;  
Partie 2 (A.II.2) : espèces pouvant être chassées seulement dans les États membres pour lesquels elles sont mentionnées.

Annexe III : espèces pouvant être commercialisées :

Partie 1 (A.III.1) : espèces pour lesquelles la vente, le transport pour la vente, la détention pour la vente ainsi que la mise en vente ne sont pas interdits, pour autant que les oiseaux aient été licitement tués ou autrement licitement acquis ;

Partie 2 (A.III.2) : espèces pour lesquelles les États membres peuvent autoriser sur le territoire la vente, le transport pour la vente, la détention pour la vente ainsi que la mise en vente et à cet effet prévoir des limitations, pour autant que les oiseaux aient été licitement tués ou capturés ou autrement licitement acquis.

### NIOF (Nouvel Inventaire des Oiseaux de France) Migrateur et statut migrateur en Centre-Val de Loire

Cela présente le statut de rareté de l'espèce en période de migration en France (NIOF) et en région Centre-Val de Loire

Nouvel Inventaire des oiseaux de France (NIOF) (P. J. Dubois, P. Le Maréchal, G. Oliso et P. Yésou, 2008)

L'avifaune de la Région Centre, synopsis des connaissances (PERTHUIS, 2002) NA : Non applicable, DD : données insuffisantes, CC = taxon très commun ; C = taxon commun ; PC = taxon peu commun.

### Listes rouges

Liste rouge des espèces menacées en France - Chapitre Oiseaux de France métropolitaine (UICN France, MNHN, LPO, SEOF et ONCFS, 2016)

Liste rouge oiseaux nicheurs de Centre-Val de Loire (DREAL Centre-Val de Loire, 2013)

DD : Non évalué, NA : Non applicable, LC : Préoccupation mineure, NT : Quasi menacé, VU : Vulnérable, EN : En danger d'extinction.

### Espèces déterminantes

Espèces déterminantes de la Région Centre-Val de Loire :

Site internet DREAL Centre-Val de Loire : <http://www.centre-val-de-loire.developpement-durable.gouv.fr/habitats-et-especes-determinantes-r828.html>

### 2.1.5 Description des chauves-souris retrouvées

29 individus répartis au sein de 5 espèces et un groupe d'espèces ont été retrouvés morts sur le parc de Pierrefitte-ès-Bois : la **Pipistrelle de Kuhl** (2 individus), la **Pipistrelle commune** (10 individus), la **Pipistrelle commune/pygmée** (6 individus), la **Noctule de Leisler** (7 individus), la **Noctule commune** (3 individus), et le **groupe des Pipistrelles** (1 individu).

Mise à part la Noctule commune et la Noctule de Leisler, **l'ensemble des espèces touchées** sont des espèces assez sédentaires. Elles s'éloignent ainsi peu de leurs domaines vitaux. Les individus touchés sont donc probablement issus de colonies locales, proches du parc éolien (quelques kilomètres).

La **Noctule commune** et la **Noctule de Leisler** sont quant à elles des espèces migratrices. Il est donc possible que les individus touchés par le parc de Pierrefitte-ès-Bois (3 individus de Noctule commune observés respectivement les 12/08/2020 et 19/08/2020 et 7 individus de Noctule de Leisler observés respectivement les 29/07/2020, 12/08/2020, 19/08/2020 et 26/08/2020) étaient des individus en migration. On ne peut cependant pas affirmer cela avec certitude : des colonies de mise-bas sont présentes en France et de nouvelles colonies sont découvertes chaque année.

## 2 Synthèse et analyse des résultats

À titre de comparaison, la synthèse de données disponibles de Tobias Dür (mise à jour le 25 septembre 2020) sur les cadavres de chauves-souris relate :

- Que la Pipistrelle commune est l'espèce la plus touchée par les parcs éoliens à l'échelle européenne et à l'échelle française ;
- Que la Noctule commune est la 3<sup>ème</sup> espèce la plus impactée en Europe et la 8<sup>ème</sup> en France ;
- Que la Noctule de Leisler est la 6<sup>ème</sup> espèce la plus impactée en Europe et la 7<sup>ème</sup> en France ;
- Que la Pipistrelle de Kuhl est la 7<sup>ème</sup> espèce la plus impactée en Europe et la 5<sup>ème</sup> en France après les chiroptères indéterminés et les pipistrelles indéterminées ;
- Que la Pipistrelle commune/pygmée est la 9<sup>ème</sup> espèce la plus impactée en Europe et la 10<sup>ème</sup> en France, ce qui en fait l'espèce la moins fréquente parmi les espèces découvertes lors du suivi du parc éolien de Pierrefitte-ès-Bois.

Ces chiffres sont des approximations car on note une grande part d'individus indéterminés au sein de chaque genre (Pipistrelle indéterminée, Noctule indéterminée, etc.). De même, pour un grand nombre d'individus, même le genre n'a pas pu être déterminé du fait, entre autres, de leur état de décomposition avancée et/ou de la non-présence de spécialistes à proximité capables d'identifier notamment les pipistrelles grâce à leur dentition.

Tout comme pour les oiseaux, ces différentes données se basent sur des observations transmises. Elles permettent de comparer la mortalité observée sur le parc de Pierrefitte-ès-Bois par rapport à celles observées aux échelles nationale et européenne. Cependant, si elles donnent une idée générale concernant les espèces touchées et leurs proportions, elles ne sont pas exhaustives. Les données françaises proviennent, en effet, d'une faible proportion de parcs à différentes dates. C'est néanmoins la synthèse la plus complète qui existe à ce jour.

Tableau 9 : Tableau de synthèse « empirique » de Dür (mis à jour le 25 septembre 2020) des chiroptères touchés par les parcs éoliens selon les pays de l'Europe

Espèce/Pays	Rang Europe	Rang France	A	BE	CH	CR	CZ	D	E	FR	Pierrefitte-ès-Bois	GR	NL	PT	PL	RO	S	UK	Total (hors Pierrefitte-ès-Bois)
<b>Pipistrelle commune</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	2	28	6	5	16	749	211	<b>995</b>	<b>10</b>	0	15	323	5	6	1	46	<b>2409</b>
<b>Noctule commune</b>	<b>3</b>	<b>8</b>	46	1			31	1240	1	<b>104</b>	<b>3</b>	10		2	17	76	14	11	<b>1553</b>
<b>Pipistrelle indéterminée</b>	<b>5</b>	<b>3</b>	8	2			102	9	97	25	<b>303</b>	1		128	2	48		12	<b>739</b>
<b>Noctule de Leisler</b>	<b>6</b>	<b>7</b>			1	4	3	194	15	<b>153</b>	<b>7</b>	58		273	5	10			<b>718</b>
<b>Pipistrelle de Kuhl</b>	<b>7</b>	<b>5</b>					144			44	<b>219</b>	1		51		10			<b>469</b>
<b>Pipistrelle commune/pygmée</b>	<b>9</b>	<b>10</b>	1		2			3	271	<b>40</b>	<b>6</b>	54		38	1	2			<b>412</b>

Légende : A = Autriche, BE = Belgique, CH = Suisse, CR = Croatie, CZ = République tchèque, D = Allemagne, E = Espagne, EST = Estonie, F = Finlande, FR = France, GR = Grèce, IT = Italie, LV = Lettonie, NL = Hollande, N = Norvège, P = Portugal, PL = Pologne, RO = Roumanie, S = Suède, UK = Royaume-Uni

Si l'on se réfère à l'étude d'impact réalisée en 2007/2008, on constate que la Noctule de Leisler, la Pipistrelle de Kuhl et la Pipistrelle commune/pygmée n'étaient pas identifiées dans l'étude d'impact initiale. En revanche, aucun Petit Rhinolophe, Murin à moustaches, Murin à oreilles échanquées, Sérotine commune, et Oreillard sp. n'ont été retrouvés au pied des éoliennes, tandis que 10 Pipistrelles communes ont retrouvées. La méthodologie mise en place

## 2 Synthèse et analyse des résultats

à l'époque s'avère aujourd'hui obsolète et les données récoltées sont trop anecdotiques pour pouvoir être exploitées.

La plupart des chauves-souris effectue des déplacements entre leurs gîtes estivaux et leurs gîtes d'hibernation, variant de quelques kilomètres à plusieurs dizaines de kilomètres. Quatre espèces effectuent cependant de véritables migrations, parcourant parfois plus de 1 000 km : la Noctule commune (3 cas de mortalité recensés sur le parc éolien de Pierrefitte-ès-Bois), la Noctule de Leisler (7 cas de mortalité recensés sur le parc éolien de Pierrefitte-ès-Bois), la Pipistrelle de Nathusius et la Sérotine bicolore (Hutterer et al. 2005). Ces espèces se reproduisent en Europe du nord et de l'est. Les jeunes naissent entre juin et fin juillet et s'émancipent au bout de quelques semaines. On assiste donc à une migration automnale, dès le mois d'août, d'individus qui reviennent des sites de mise-bas du nord et de l'est de l'Europe pour venir s'accoupler et hiberner en Europe de l'ouest. Ces mouvements concernent essentiellement les femelles et les jeunes, à l'exception de la Sérotine bicolore où la majorité des données en période de migration concernent des mâles. Au printemps, les femelles retournent sur leur site de mise-bas. Des colonies de mise-bas sont également présentes en France, bien que rares. Cependant, cette rareté peut être liée à un manque de connaissances, de nouvelles colonies étant découvertes chaque année, notamment pour les noctules (ARTHUR & LEMAIRE, 2015).

La Noctule commune et la Pipistrelle commune font partie des espèces les plus impactées par les parcs éoliens en fonctionnement. Les chiroptères sont des animaux ayant une longue espérance de vie mais une faible fécondité, entraînant un faible renouvellement des populations. Une forte mortalité des adultes est donc particulièrement dommageable pour les populations (ARTHUR & LEMAIRE, 2015).

### Évaluation des enjeux

Le Tableau 10 ci-dessous présente les statuts de protection et de conservation des espèces de chauves-souris retrouvées sur le parc de Pierrefitte-ès-Bois à l'échelle de la France et de l'Europe. Les 5 espèces contactées et le groupe des Pipistrelles sont strictement protégées en France et dans l'Union Européenne. La Pipistrelle commune et la Noctule de Leisler sont par ailleurs considérées comme patrimoniales en France car quasi menacées. A noter que la Noctule de Leisler est également « quasi menacée » en région Centre-Val de Loire. La Noctule commune est « vulnérable » en France et est également quasi menacée en région Centre-Val de Loire.

Tableau 10 : Statuts réglementaires et de conservation des espèces de chauve-souris touchées par le parc de Pierrefitte-ès-Bois

Espèce	Directive Habitats	Protection nationale	Liste rouge Europe (2012)	Liste rouge France (2017)	Liste rouge Centre-Val de Loire (2012)
<b>Pipistrelle commune</b>	Annexe IV	Article 2	LC	<b>NT</b>	LC
<b>Pipistrelle de Kuhl</b>	Annexe IV	Article 2	LC	LC	LC
<b>Pipistrelle commune/pygmée</b>	Annexe IV	Article 2	-	-	-
<b>Noctule commune</b>	Annexe IV	Article 2	LC	<b>VU</b>	<b>NT</b>
<b>Noctule de Leisler</b>	Annexe IV	Article 2	LC	<b>NT</b>	<b>NT</b>

## 2 Synthèse et analyse des résultats

Parc éolien de Pierrefitte-ès-Bois,  
commune de Pierrefitte-ès-Bois  
(45)  
TOTAL QUADRAN  
avril 2021

Légende :

**Protection nationale**

Arrêté interministériel du 23 avril 2007 fixant la liste des mammifères terrestres protégés sur l'ensemble du territoire et les modalités de leur protection (modif. Arrêté du 15 septembre 2012) : Article 2 : protection stricte des individus et de leurs habitats de reproduction et de repos.

**Directive Habitats**

L'annexe IV de la directive européenne 92/43/CEE du 21 mai 1992, dite directive « Habitats / Faune / Flore », liste les espèces animales et végétales d'intérêt européen qui nécessitent une protection stricte sur le territoire des états membres de l'Union européenne.

**Listes rouges Europe, France et Centre-Val de Loire**

Liste rouge européenne des espèces menacées (UICN, 2012)

Liste rouge des espèces menacées en France, Mammifères de France métropolitaine (UICN France & MNHN, 2017)

Liste rouge régionale des mammifères (Sologne Nature Environnement, 2012)

LC : Préoccupation mineure, NT : Quasi menacé, VU : Vulnérable

## 2 Synthèse et analyse des résultats

### 2.2 Analyse des résultats

Dans le cadre de cette étude, plusieurs formules ont été utilisées pour estimer la mortalité du parc éolien. Comme recommandé dans le protocole national, il s'agit des formules de Huso (2010), Erickson et al. (2000) et Korner-Nievergelt et al. (2011). Les tableaux suivants détaillent les différents résultats des différentes étapes de calcul nécessaire aux estimations de mortalités.

#### 2.2.1 Résultats des tests de calcul des coefficients correcteurs

##### Coefficient correcteur de surface (a)

Afin d'intégrer les surfaces non prospectées/non prospectables, nous avons calculé un coefficient de surface correspondant au taux de prospection de chaque passage de l'éolienne considérée (Tableau 11). La moyenne pondérée (par le temps entre passages) est le résultat retenu pour le calcul d'estimation de la mortalité par éolienne. Les coefficients correcteurs de surface moyens sont assez moyens (allant de 0,73 à 0,77). Ceci est lié à des périodes avec des parcelles non prospectables pour des durées et des surfaces différentes suivant l'éolienne.

Tableau 11 : Statistiques descriptives du coefficient correcteur de surface calculé sur l'ensemble des 20 passages

	E01	E02
Quantile 2.5%	0,47	0,18
Premier quartile	0,59	0,35
Moyenne	0,76	0,73
<b>Moyenne pondérée</b>	<b>0,77</b>	<b>0,73</b>
Médiane	0,87	0,91
Troisième quartile	0,87	0,91
Quantile 97.5%	0,93	0,91

##### Coefficient de persistance (s)

Suite aux tests de persistance et aux analyses statistiques basées sur la sélection de modèles, nous avons retenu comme modèle le plus parcimonieux (AIC weight = 0,13) : « **Persistence ~ Date + Turbid + Date : Turbid** ». Cela veut dire que la durée de persistance est variable entre les deux dates de tests mais aussi entre éoliennes. Le modèle intègre également une interaction entre l'effet date et l'effet éolienne, ce qui signifie que l'évolution de la durée de persistance n'a pas de tendance homogène entre éoliennes entre les deux dates de tests (diminution, stabilité ou augmentation possible).

● *Erickson, W.P.; Johnson, G.D.; Strickland, M.; Kronner, K. (2000). Final Report: avian and bat mortality associated with the Vansycle wind project. pp 1-26.*

● *Huso, M. M. (2010). An estimator of wildlife fatality from observed carcasses. Environmetrics, 22(3), 318-329. doi: 10.1002/env.1052*

● *Korner-Nievergelt, F., Korner-Nievergelt, P., Behr, O., Niermann, I., Brinkmann, R., & Hellriegel, B. (2011). A new method to determine bird and bat fatality at wind energy turbines from carcass searches. Wildlife Biology, 17(4), 350-363. doi: 10.2981/10-121*

## 2 Synthèse et analyse des résultats

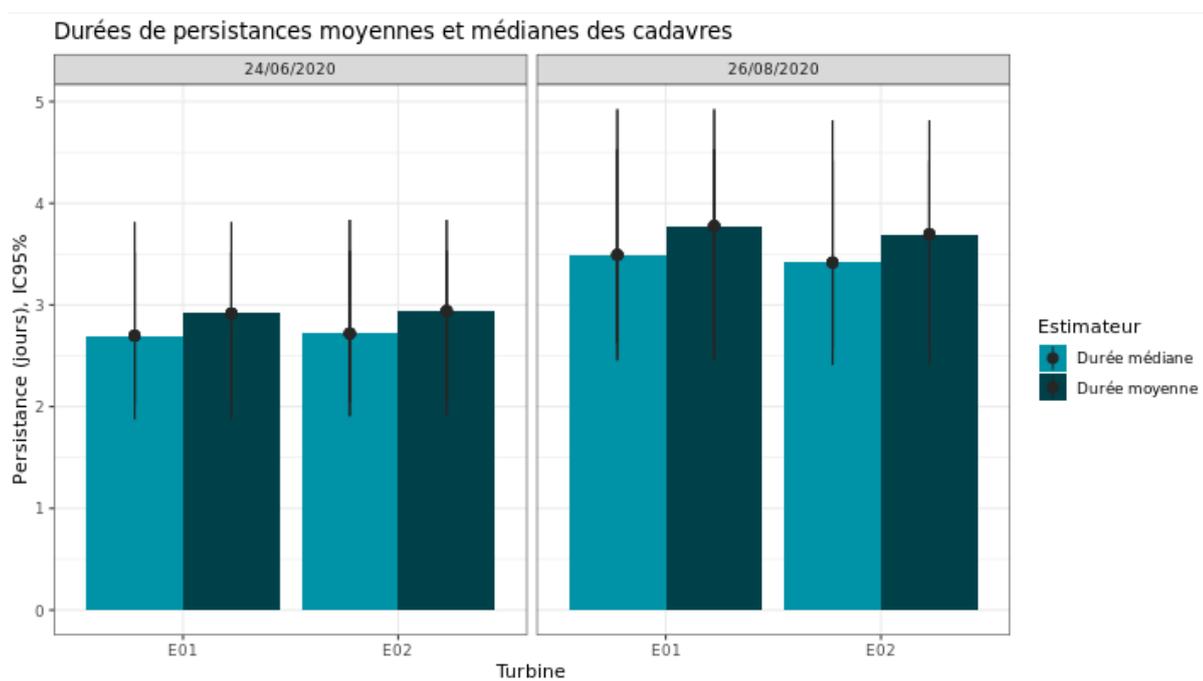


Figure 16 : Durées de persistance moyennes et médianes accompagnées des incertitudes (intervalles de confiance à 95 %) des cadavres pour chaque test de prédation

L'ensemble des éoliennes présente donc un temps moyen de persistance globalement proche de 3 jours lors du premier test réalisé fin juin (2,9 jours en moyenne pour les deux éoliennes) puis inférieur à 4 jours lors du second test (3,7 jours en moyenne pour les deux éoliennes). Les intervalles de confiance montrent que l'évaluation de la prédation est bonne.

Tableau 12 : Résultats des estimations des durées moyennes de persistance et leur intervalle de confiance à 95 % pour les deux tests de persistance pour chacune des deux éoliennes. Les durées moyennes de persistance sont les valeurs retenues comme coefficient correcteur pour les estimations de mortalité.

	E01	E02
<b>Résultats du test du 24/06/2020</b>		
Persistance moyenne (en jours)	2,9	2,9
Intervalle de confiance à 95 %	[ 3,02 ; 3,81 ]	[ 2,04 ; 3,84 ]
<b>Résultats du test du 26/08/2020</b>		
Persistance moyenne (en jours)	3,8	3,7
Intervalle de confiance à 95 %	[ 2,63 ; 4,9 ]	[ 2,58 ; 4,82 ]

### Coefficient d'efficacité de recherche (f)

À la suite des tests d'efficacité de recherche, les analyses statistiques basées sur la sélection de modèles n'ont pas permis de retenir un modèle du fait de l'absence de trois catégories d'occupation du sol non testées qui sont « la chaume », « le colza » et « la friche ». Nous avons donc sélectionné le modèle complet « **Trouve ~ OCS + Hmoy** » pour réaliser les interpolations.

## 2 Synthèse et analyse des résultats

Nous avons ensuite renseigné à dire d'expert les cas de figure manquants (extrapolations) en s'appuyant sur les observations (résultats des tests) et les prédictions du modèle (estimations et interpolations). Nous avons ainsi pu déterminer les probabilités de détection pour tous les cas de figure d'occupations du sol et de hauteurs de végétation rencontrés par l'observateur durant le suivi.

Tableau 13 : Taux d'efficacité de recherche (et intervalles de confiance à 95 %) calculés (observés) et prédits (estimations et interpolations) par type d'occupation du sol pour tous les cas de figure rencontrés durant le suivi. Les valeurs d'extrapolation renseignées à dire d'expert sont indiquées en gras.

Occupation du sol	Détections prédites	Détections observées	Type de prédiction	Occupation du sol	Détections prédites	Détections observées	Type de prédiction
Chemin d'accès 0cm	1 [ 0 ; 1 ]	1 [ 1 ; 1 ]	Estimation	Prairie pâturée 0cm	1 [ 0 ; 1 ]		Interpolation
Chemin d'accès 0cm	1 [ 0 ; 1 ]	1 [ 1 ; 1 ]	Estimation	Prairie semée 0cm	1 [ 0 ; 1 ]		Interpolation
Déchaume 0cm	1 [ 0 ; 1 ]	1 [ 1 ; 1 ]	Estimation	Chemin d'accès 10cm	1 [ 0 ; 1 ]		Interpolation
Déchaume 0cm	1 [ 0 ; 1 ]	1 [ 1 ; 1 ]	Estimation	Déchaume 10cm	1 [ 0 ; 1 ]		Interpolation
Plateforme 0cm	1 [ 0 ; 1 ]	1 [ 1 ; 1 ]	Estimation	Plateforme 10cm	1 [ 0 ; 1 ]		Interpolation
Plateforme 0cm	1 [ 0 ; 1 ]	1 [ 1 ; 1 ]	Estimation	Prairie pâturée 10cm	1 [ 0 ; 1 ]		Interpolation
Sol nu 0cm	1 [ 0 ; 1 ]	1 [ 1 ; 1 ]	Estimation	Sol nu 10cm	1 [ 0 ; 1 ]		Interpolation
Prairie semée 10cm	1 [ 0 ; 1 ]	1 [ 1 ; 1 ]	Estimation	Chemin d'accès 20cm	0,94 [ 0 ; 1 ]		Interpolation
Prairie pâturée 20cm	0,87 [ 0,59 ; 0,97 ]	0,87 [ 0,67 ; 1 ]	Estimation	Déchaume 20cm	0,94 [ 0 ; 1 ]		Interpolation
Prairie pâturée 20cm	0,87 [ 0,59 ; 0,97 ]	0,87 [ 0,67 ; 1 ]	Estimation	Plateforme 20cm	0,94 [ 0 ; 1 ]		Interpolation
Prairie semée 35cm	0,13 [ 0,03 ; 0,41 ]	0,13 [ 0,03 ; 0,41 ]	Estimation	Prairie semée 20cm	1 [ 0 ; 1 ]		Interpolation
<b>Friche 10cm</b>	<b>1 [ 0 ; 1 ]</b>		<b>Extrapolation</b>	Sol nu 20cm	0,94 [ 0 ; 1 ]		Interpolation
<b>Chaume 5cm</b>	<b>0,97 [ 0,71 ; 1 ]</b>		<b>Extrapolation</b>	Chemin d'accès 35cm	0 [ 0 ; 1 ]		Interpolation
<b>Friche 5cm</b>	<b>1 [ 0 ; 1 ]</b>		<b>Extrapolation</b>	Déchaume 35cm	0 [ 0 ; 1 ]		Interpolation

## 2 Synthèse et analyse des résultats

Occupation du sol	Détections prédites	Détections observées	Type de prédiction	Occupation du sol	Détections prédites	Détections observées	Type de prédiction
Friche 10cm	1 [ 0 ; 1 ]		Extrapolation	Plateforme 35cm	0 [ 0 ; 1 ]		Interpolation
Friche 15cm	1 [ 0 ; 1 ]		Extrapolation	Prairie pâturée 35cm	0 [ 0 ; 1 ]		Interpolation
Friche 20cm	1 [ 0 ; 1 ]		Extrapolation	Sol nu 35cm	0 [ 0 ; 1 ]		Interpolation
Colza 5cm	0,81 [ 0,27 ; 0,98 ]		Extrapolation	Prairie semée 5cm	1 [ 0 ; 1 ]		Interpolation
Colza 10cm	0,73 [ 0,46 ; 0,9 ]		Extrapolation	Sol nu 5cm	1 [ 0 ; 1 ]		Interpolation
Chaume 15cm	0,81 [ 0,27 ; 0,98 ]		Extrapolation	Prairie semée 15cm	1 [ 0 ; 1 ]		Interpolation
Colza 20cm	0,58 [ 0,18 ; 0,9 ]		Extrapolation	Sol nu 15cm	1 [ 0 ; 1 ]		Interpolation
				Prairie semée 25cm	1 [ 0 ; 1 ]		Interpolation
				Déchaume 5cm	1 [ 0 ; 1 ]		Interpolation
				Déchaume 5cm	1 [ 0 ; 1 ]		Interpolation
				Prairie pâturée 15cm	1 [ 0 ; 1 ]		Interpolation
				Prairie pâturée 25cm	0,06 [ 0 ; 1 ]		Interpolation

Les taux d'efficacité prédits des zones prospectées sont très variables en fonction du recouvrement végétal. Ils sont globalement satisfaisants avec une gamme de valeurs allant de 0,000005 au minimum (prairie pâturée avec 35 cm de hauteur) à 1 au maximum (absence de végétation ou végétation rase) suivant les milieux prospectés.

## 2 Synthèse et analyse des résultats

### 2.2.2 Estimation de la mortalité

Les calculs d'estimation de mortalité ont été réalisés strictement à partir des cadavres trouvés et pour lesquels l'origine de la mort est imputable de façon certaine aux éoliennes. Par ailleurs, seules les observations réalisées à partir du 2<sup>ème</sup> passage ont été prises en compte (un cadavre de Pipistrelle de Kuhl et un cadavre de Pipistrelle commune avaient été découverts lors du premier passage le 10 juin 2020 respectivement au niveau de l'éolienne E02 et de l'éolienne E01). En effet, les observations faites au 1<sup>er</sup> passage concernent des cas de mortalité qui ne se sont pas produits pendant la période du suivi mais antérieurement à celui-ci. Ainsi, le 1<sup>er</sup> passage permet d'établir un état zéro afin de garantir que toute nouvelle découverte de cadavre s'est bien produite dans l'intervalle précédent chaque passage.

La probabilité de détection  $P(s,f)$  est faible de manière générale (entre 0,32 et 0,42 suivant les méthodes) et le coefficient surfacique ( $a$ ) est moyen (entre 73 % et 77 % de surfaces prospectées). Par la combinaison des deux, les probabilités globales de détection varient de 0,23 à 0,32, c'est à dire un facteur démultiplicateur moyen de la mortalité observée allant respectivement de 3,09 à 4,28. **En ordre de grandeur, la mortalité probable de chaque éolienne est entre 3 et 5 fois plus importante que celle observée suivant les éoliennes et la méthode d'estimation sélectionnée. De plus, les intervalles de confiance seront de fait modéré (détection globale faible).**

**L'éolienne E02 est l'éolienne qui a la plus faible probabilité de détection globale, et E01 a la probabilité de détection globale la plus forte mais qui reste dans l'absolu assez faible. Cependant, on constate que E01 et E02 ont des probabilités de détection globale quasiment équivalentes.**

Tableau 14 : Bilan des probabilités globales de détection par méthode d'estimation

	E01	E02
<b>Probabilité détection <math>P(s,f)</math></b>		
Huso (2010)	0,42	0,4
Erickson et al. (2000)	0,42	0,4
Korner-Nievergelt et al. (2011)	0,34	0,32
<b>Coefficient correcteur de surface <math>a</math></b>		
Taux surfaces prospectées pondérées par le temps	0,77	0,73
<b>Probabilité globale de détection <math>a \times P(s,f)</math></b>		
Huso (2010)	0,32	0,29
Erickson et al. (2000)	0,32	0,29
Korner-Nievergelt et al. (2011)	0,26	0,23

#### Estimation de la mortalité des chiroptères

- *Éolienne E01*

C'est l'éolienne qui présente le plus de découvertes de cadavres ( $n=14$ ). Les estimations de mortalité selon les méthodes d'estimation pour l'éolienne E01 sont comprises entre 43 et 53 individus sur une période de 133 jours de suivi. Les intervalles de confiance donnent des effectifs maximum (IC 95 %) allant de 66 à 82 individus et minimum allant de 28 à 33 individus. Les 14 observations ont été réalisées sur une période assez étendue entre le 10 juin 2020 (Pipistrelle

## 2 Synthèse et analyse des résultats

commune découverte au premier passage et non comptabilisée dans les estimations de mortalité) et le 16 septembre 2020.

- *Éolienne E02*

L'éolienne E02 est celle qui présente les estimations avec les plus fortes incertitudes. Le nombre maximum (IC 95%) de l'effectif impacté est entre 68 et 85 chauves-souris (27 à 33 au minimum). Les estimations de mortalité, selon les méthodes d'estimation pour l'éolienne E02, sont comprises entre 44 et 54 individus sur une période de 133 jours de suivi. Les observations ont été réalisées sur une période assez étendue entre le 10 juin 2020 (Pipistrelle de Kuhl découverte au premier passage et non comptabilisée dans les estimations de mortalité) et le 08 septembre 2020.

Tableau 15 : Estimation de la mortalité la plus probable (et incertitudes entre crochets) de chiroptères au sein du parc de Pierrefitte-ès-Bois sur la période du suivi

Estimateurs	E01	E02	Total parc
Mortalité observée des chiroptères	14	13	27
Huso (2010) [IC 95 %]	43 [ 28 ; 66 ]	44 [ 28 ; 69 ]	87
Erickson et al. (2000) [IC 95 %]	43 [ 28 ; 66 ]	44 [ 27 ; 68 ]	87
Korner-Nievergelt et al. (2011) [IC 95 %]	53 [ 33 ; 82 ]	54 [ 33 ; 85 ]	107

- *Ensemble du parc*

Les deux éoliennes présentent des estimations de mortalité les plus probable similaires.

Sur l'ensemble du parc, la mortalité estimée totale la plus probable des chiroptères est comprise entre 87 et 107 individus sur la durée du suivi. En prenant les incertitudes (IC 95 %), les effectifs impactés sont de 55 à 66 individus au minimum et de 134 à 167 individus au maximum pour l'ensemble du parc ce qui correspond à une incertitude assez importante.

Les 27 observations ont été réalisées sur 133 jours centrés sur la période estivale (du 10 juin au 16 septembre : 1 découverte en juin, 10 découvertes en juillet, 12 découvertes en août, 4 découvertes en septembre).

Les estimations pour les deux éoliennes sont suffisamment précises pour conclure à un impact significatif pour les éoliennes E01 et E02. Les intervalles de confiance à 95 % nous indiquent que l'estimation minimale de la mortalité la plus probable ne peut être raisonnablement inférieure [27 ; 33] individus sur la période de suivi.

## 2 Synthèse et analyse des résultats

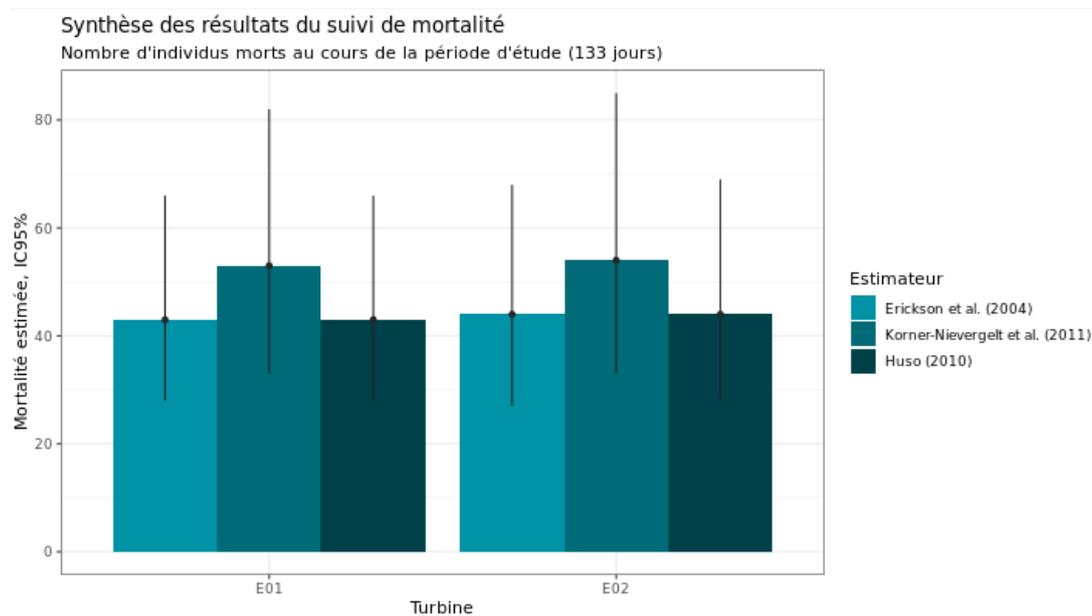


Figure 17 : Estimation de la mortalité la plus probable (et incertitude à 95%) pour les chiroptères pour le parc éolien de Pierrefitte-ès-Bois au cours du suivi de 2020 sur 133 jours

### Estimation de la mortalité pour l'avifaune

- **Éolienne E02**

C'est l'éolienne qui présente, à la fois, le plus de découverte de cadavres (n=2) et la mortalité probable la plus forte. Les estimations de mortalité, selon les méthodes d'estimation pour l'éolienne E02, sont comprises entre 6 et 33 individus sur une période de 133 jours de suivi. Les intervalles de confiance donnent des effectifs maximum (IC 95 %) allant de 19 à 24 individus et minimum étant de 2 individus. Les 2 observations ont été réalisées sur une période assez restreinte, à savoir le 05 août 2020 (Héron cendré) et le 07 octobre 2020 (Hirondelle de fenêtre).

- **Éolienne E01**

L'éolienne E01 est celle qui présente la découverte de cadavre la plus faible (n=1). Le nombre maximum (IC 95 %) de l'effectif impacté est entre 12 et 16 oiseaux. Les estimations de mortalité, selon les méthodes d'estimation pour l'éolienne E01, sont de 3 individus sur une période de 133 jours de suivi. L'observation a été réalisée lors du passage du 07 octobre 2020 (Roitelet à triple bandeau).

Tableau 16 : Estimation de la mortalité la plus probable (et incertitudes entre crochets) des oiseaux au sein du parc de Pierrefitte-ès-Bois sur la période du suivi

Estimateurs	E01	E02	Total parc
Mortalité observée des oiseaux	1	2	3
Huso (2010) [IC 95 %]	3 [ 1 ; 12 ]	6 [ 2 ; 19 ]	9
Erickson et al. (2000) [IC	3 [ 1 ; 12 ]	6 [ 2 ; 19 ]	9

## 2 Synthèse et analyse des résultats

Estimateurs	E01	E02	Total parc
95 %]	]	]	
Korner-Nievergelt et al. (2011) [IC 95 %]	3 [ 1 ; 16 ]	33 [ 2 ; 24 ]	36

- Ensemble du parc

Sur l'ensemble du parc, la mortalité estimée totale la plus probable des oiseaux est de 9 à 36 individus sur l'ensemble du suivi. En prenant les incertitudes (IC 95 %), les effectifs impactés sont de 3 individus au minimum et de 31 à 40 individus au maximum pour l'ensemble du parc, ce qui correspond à une incertitude importante.

Les 3 observations ont été réalisées sur 133 jours centrés sur 2 périodes (le 05 août 2020 et le 07 octobre 2020 : une découverte en août, et 2 découvertes en octobre).

Les deux éoliennes présentent des estimations de mortalité les plus probable similaires.

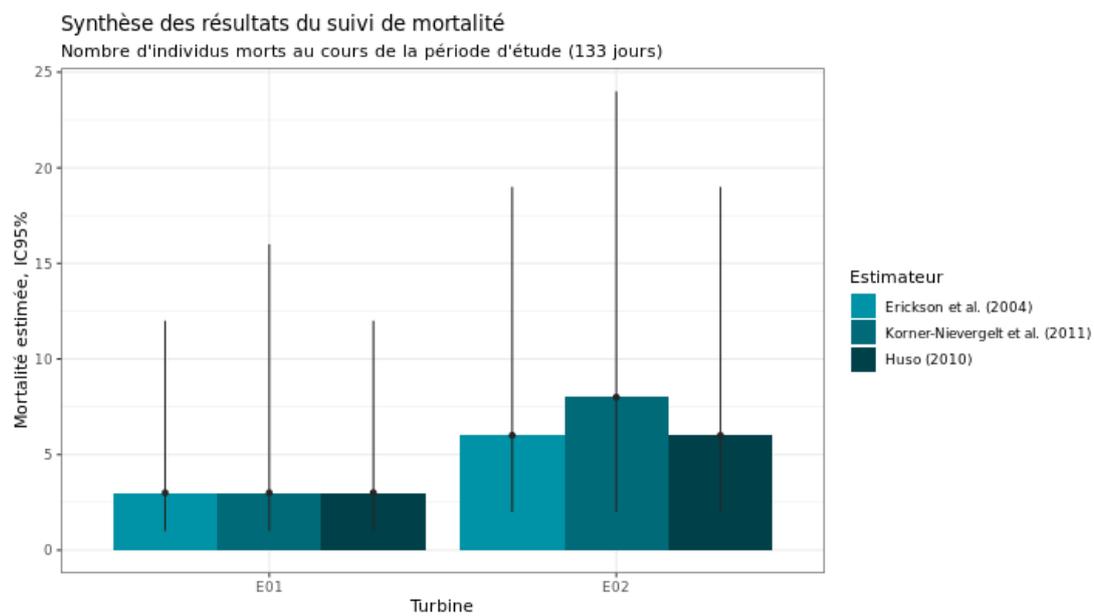


Figure 18 : Estimation de la mortalité la plus probable (et incertitude à 95%) pour les oiseaux pour le parc éolien de Pierrefitte-ès-Bois au cours du suivi de 2020 sur 133 jours

### 2.3 Synthèse du suivi de mortalité

Le premier suivi de mortalité mené sur le parc éolien de Pierrefitte-ès-Bois entre le 10 juin 2020 et le 21 octobre 2020 (2 machines) a conduit à l'observation de 32 cadavres, dont 3 oiseaux (3 espèces) et 29 chauves-souris (5 espèces et un groupe d'espèces).

En effet, 3 espèces d'oiseaux (le Héron cendré, le Roitelet à triple bandeau et l'Hirondelle de fenêtre) et 5 espèces et un groupe d'espèces de chiroptères (la Pipistrelle de Kuhl, la Pipistrelle

## 2 Synthèse et analyse des résultats

commune, la Pipistrelle commune/pygmée, la Noctule de Leisler, la Noctule commune et le groupe des Pipistrelles) ont été retrouvés sous les éoliennes du parc suivi.

La majorité des spécimens d'oiseaux observés concernent le Héron cendré (1 individu), le Roitelet à triple bandeau (1 individu) ainsi que l'Hirondelle de fenêtre (1 individu). La majorité des spécimens de chiroptères observés concernent la Pipistrelle commune (10 individus), la Noctule de Leisler (7 individus), la Pipistrelle commune/pygmée (6 individus), la Noctule commune (3 individus), la Pipistrelle de Kuhl (2 individus), auxquelles s'ajoute une Pipistrelle indéterminée (groupe des Pipistrelles).

La cause de la mort des individus semble imputable aux éoliennes, que cela soit par collision ou par barotraumatisme.

Les cadavres ont été localisés à des distances comprises entre 14,2 m (Roitelet à triple bandeau) et 48,44 m du mât (Héron cendré) pour les oiseaux, et entre 0 m (Pipistrelle commune/pygmée observée au pied de l'éolienne) et 53,65 m (Noctule commune) pour les chiroptères.

Deux tests de persistance des cadavres ont été réalisés, avec l'utilisation d'un total de 60 rats. Lors de ces tests, les vitesses de disparitions des cadavres déposés ont été assez variables à l'échelle du parc, avec des temps moyens de persistance variant de 2,92 jours (E02) à 3,75 jours (E01). Ces tests réalisés avec des rats de petites tailles ont pour objectif principal de bien cerner la vitesse de disparition des chiroptères et petits passereaux (la vitesse de disparition étant plus proche de la fréquence de passage pour les espèces les plus grosses comme le Héron cendré).

Des estimations de la mortalité ont été réalisées pour l'ensemble des éoliennes du parc, sur la durée du suivi (133 jours).

L'utilisation des formules d'estimation amène à estimer une mortalité la plus probable de l'ordre de 87 à 107 cas de mortalité de chiroptères sur la période de suivi, où les observations se concentrent sur 98 jours entre le premier cadavre trouvé et le dernier.

Ces chiffres sont bien supérieurs à ceux mentionnés par la bibliographie pour les chiroptères. Selon RYDELL et al. (2017), le nombre de chiroptères tués par éolienne et par an est très variable d'un site à l'autre en Europe et semble se situer autour d'une dizaine d'individus, avec parfois des cas particulièrement mortifères pour atteindre une mortalité de 100 individus ou plus. Gaultier, Marx & Roux (2019) font le bilan de 8 parcs français dont l'estimation de la mortalité la plus probable varie de 0,3 à 18,3 oiseaux par éolienne et par an. En Allemagne, la mortalité des chauves-souris est estimée entre 10 et 12 individus par éolienne et par an (KORNER-NIEVERGELT et al., 2013). En Champagne-Ardenne, une étude menée sur 18 parcs éoliens donne des résultats de 1 à 3 cadavres par éolienne et par an, sans correction statistique (HARTER, 2015). De plus, de la mortalité a été constatée sur tous les parcs étudiés.

Concernant l'avifaune, l'utilisation des formules d'estimation amène à estimer une mortalité la plus probable de l'ordre de 9 à 36 cas de mortalité d'oiseaux sur la période de suivi pour trois oiseaux observés, où les observations se concentrent sur 2 jours soit le 05 août 2020 et le 07 octobre 2020. Il est probable que les estimations de mortalité soient sur-évaluées pour E02 du fait des espèces observées. Un cadavre sur les deux découverts est plus gros que les rats utilisés pour les tests (Héron cendré). Aussi, la mortalité estimée la plus probable pour les oiseaux semble dans correspondre à la bibliographie sans présenter une mortalité particulièrement élevée.

---

Faute de référentiel, il est complexe de conclure et d'évaluer l'impact du parc de Pierrefitte-ès-Bois en fonctionnement sur la conservation des espèces d'oiseaux et de chiroptères.

On constate toutefois que la mortalité la plus probable estimée sur le parc semble très supérieure aux résultats fournis par la bibliographie. En effet, les intervalles de confiances à 95% nous

## 2 Synthèse et analyse des résultats

indiquent que l'estimation minimale de la mortalité la plus probable ne peut être raisonnablement inférieure à [27 ; 33] individus sur la période de suivi. Ainsi, il nous semble particulièrement important de mettre en place des mesures correctives pour les chiroptères dès le printemps 2021.

**Au vu des résultats estimatifs du premier suivi de mortalité de ce parc, il semble essentiel de définir des modalités de fonctionnement du parc éolien permettant de réduire la mortalité induite (asservissement), qui semble élevée.** Cette mesure sera aussi partiellement bénéfique pour les oiseaux et notamment les passereaux migrateurs nocturnes dont une espèce fait partie de cette catégorie.

Nous invitons donc le maître d'ouvrage à contacter les services de l'Etat en charge de l'inspection des parcs éoliens afin de discuter de la marche à suivre.

---

**Il serait nécessaire de reconduire**, suite à la mise en œuvre d'un asservissement ciblé des éoliennes comme le prévoit l'arrêté d'autorisation d'exploitation, **une nouvelle campagne de suivi mortalité en 2021** pour valider les résultats obtenus, aussi bien pour les aspects quantitatifs (estimations de la mortalité) que qualitatifs (phénologie de la mortalité), et confirmer la bonne mise en place des mesures correctives.

Dans cet objectif, il semble également nécessaire de **poursuivre le suivi acoustique en 2021** en parallèle du suivi mortalité et du bridage des machines pour permettre d'avoir un point de comparaison de l'activité des chiroptères entre les deux années 2020 et 2021 afin de conclure sur l'efficacité des mesures de bridage sur les observations/estimations de mortalité.

Pour aller encore plus loin dans la précision des estimations, une démarche de concertation avec les exploitants agricoles locaux serait une réelle plus-value. Cela pourrait permettre d'améliorer l'efficacité de recherche globale des surfaces à prospecter et de réduire ainsi au minimum les incertitudes des estimations.

---

● **A noter : l'arrêté d'autorisation d'exploitation prévoit que : « Les résultats des suivis de mortalité sont comparés aux impacts résiduels relevés par l'étude d'impact. En cas de mortalité significative constatée, une deuxième année de suivi est réalisée et un asservissement des éoliennes est mis en œuvre, en concertation avec les services de la DREAL Centre-Val de Loire. »**

## 2 Synthèse et analyse des résultats

### 3 Facteurs d'impact et mesures correctives

#### 3.1 Analyse croisée avec l'étude d'impact

Le tableau ci-dessous fait le bilan des espèces identifiées dans l'étude d'impact comme étant susceptibles d'être impactées par le projet ainsi que des espèces découvertes durant la réalisation du suivi mortalité de 2020.

Tableau 17 : Croisement des informations issues de l'état initial de l'étude d'impact et du suivi mortalité

Espèces	Niveau d'impact / effectifs quantifié dans l'état initial	Nombre de cas de mortalité en 2020	Analyse comparative
<b>Oiseaux</b>			
Roitelet à triple bandeau	Espèce non contactée	1 individu	Espèce non contactée et donc non évaluée dans l'étude d'impact
Héron cendré	Impact global faible / En période d'hivernage et de reproduction	1 individu	L'étude d'impact avait identifié l'espèce mais elle avait conclu à l'absence de risque de collision pour l'espèce
Hirondelle de fenêtre	Impact global faible / En période de reproduction	1 individu	L'étude d'impact avait identifié l'espèce mais elle avait conclu à l'absence de risque de collision pour l'espèce
<b>Chiroptères</b>			
Pipistrelle commune	Impact global faible / 63 contacts	10 individus	L'étude d'impact avait identifiée l'espèce mais elle avait conclu à l'absence de risque de collision pour l'espèce
Pipistrelle de Kuhl	Espèce non contactée	2 individus	Espèce non contactée et donc non évaluée dans l'étude d'impact
Pipistrelle commune/pygmée	Espèce non contactée	6 individus	Espèce non contactée et donc non évaluée dans l'étude d'impact
Noctule de Leisler	Espèce non contactée	7 individus	Espèce non contactée et donc non évaluée dans l'étude d'impact
Noctule commune	Impact global faible / 2 contacts	3 individus	L'étude d'impact avait identifiée l'espèce mais elle avait conclu à l'absence de risque de collision pour l'espèce
Groupe des Pipistrelles (Pipistrelle sp.)	Impact global faible / 3 contacts	1 individu	L'étude d'impact avait identifiée l'espèce mais elle avait conclu à l'absence de risque de collision pour l'espèce

De manière générale, l'étude d'impact de 2009 n'avait pas relevé de sensibilité particulière au risque de collision aussi bien pour les oiseaux (majorité des observations en dessous du niveau des pâles) que pour les chiroptères (composition / abondance des espèces et structure paysagère du site d'étude), ce que le suivi de mortalité réalisé en 2020 a au contraire pu mettre en avant.

## 2 Synthèse et analyse des résultats

Pour les oiseaux : l'évaluation du niveau de collision avait été sous-évalué comparativement aux observations et estimations réalisées en 2020.

Pour les chiroptères : l'évaluation du niveau de collision avait été sous-évalué comparativement aux observations et estimations réalisées en 2020. Parmi les espèces, il y a notamment la Noctule commune dont le nombre de contacts sur l'aire d'étude est proche du nombre d'individus trouvés mort.

### 3.2 Analyse croisée de la phénologie de la mortalité et de l'activité acoustique en nacelle des chiroptères

Rappels : Les enregistrements acoustiques en altitude ont été réalisés à partir de la nacelle (95 m) de l'éolienne E1 du 1<sup>er</sup> avril au 30 novembre 2020. Le nombre de nuits d'enregistrement des activités de chiroptères est de 244 nuits.

Le suivi de mortalité conduit entre le 10 juin et le 21 octobre 2020 a notamment permis de découvrir 29 cadavres de chiroptères au niveau des 2 éoliennes (6 taxons : Pipistrelle commune, Pipistrelle de Kuhl, complexe Pipistrelle commune/pygmée, Pipistrelle indéterminée, Noctule commune, Noctule de Leisler).

#### 3.2.1 Comparaison de la phénologie entre suivis mortalité et acoustique

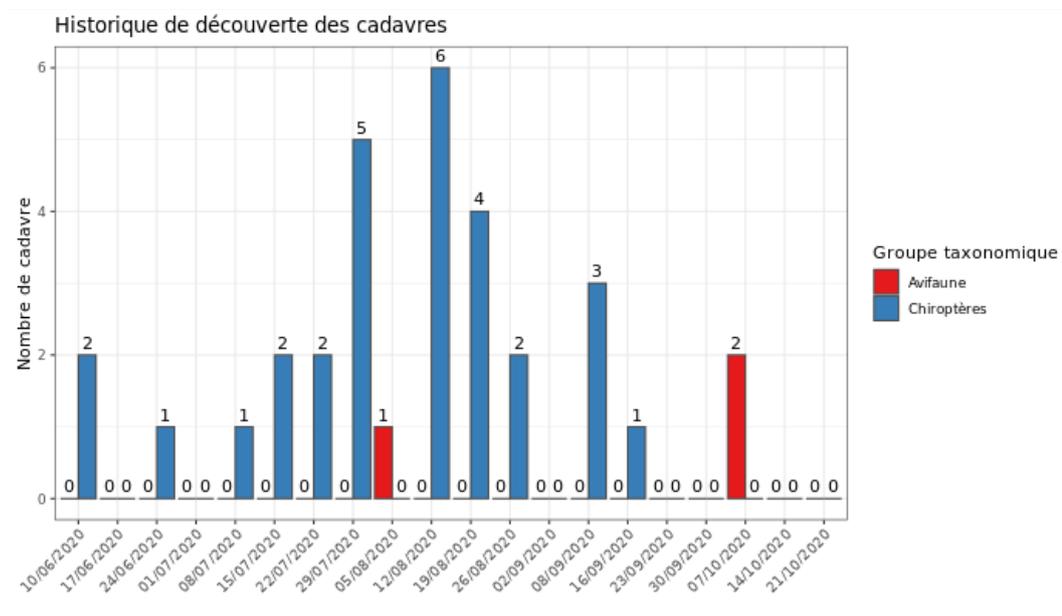


Figure 19 : Nombre de cadavres trouvés par passage sur le parc éolien de Pierrefitte-ès-Bois.

**Le nombre total de cadavres de chiroptères découverts durant le suivi de mortalité est élevé (29 spécimens de 6 taxons différents). Les observations s'étalent du début du suivi en juin jusque septembre 2020 (fin en octobre 2020).**

## 2 Synthèse et analyse des résultats

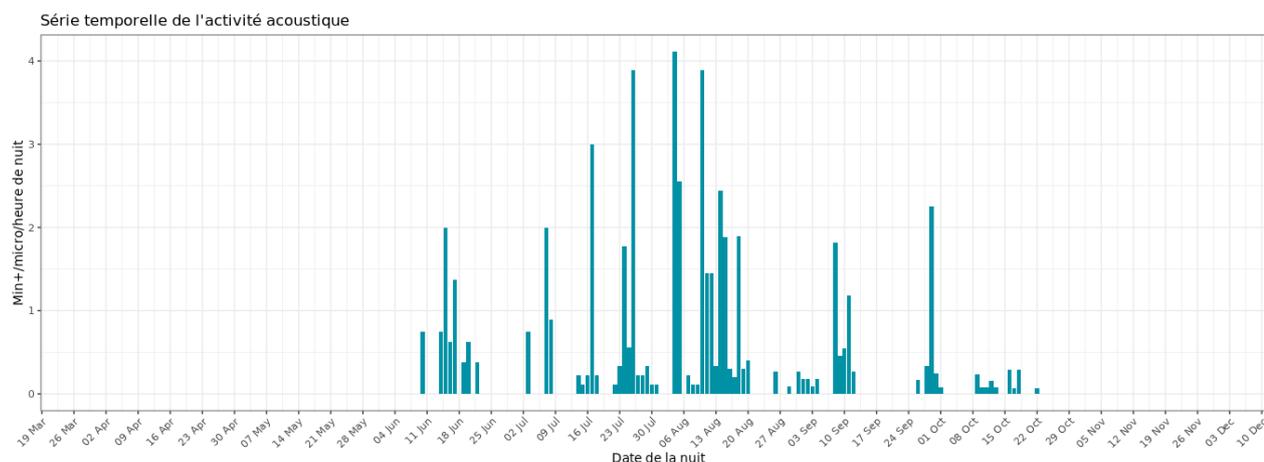


Figure 20 : Phénologie de l'activité acoustique enregistrée au niveau d'éolienne E1 sur la période de réalisation du suivi mortalité (10 juin au 21 octobre 2020).

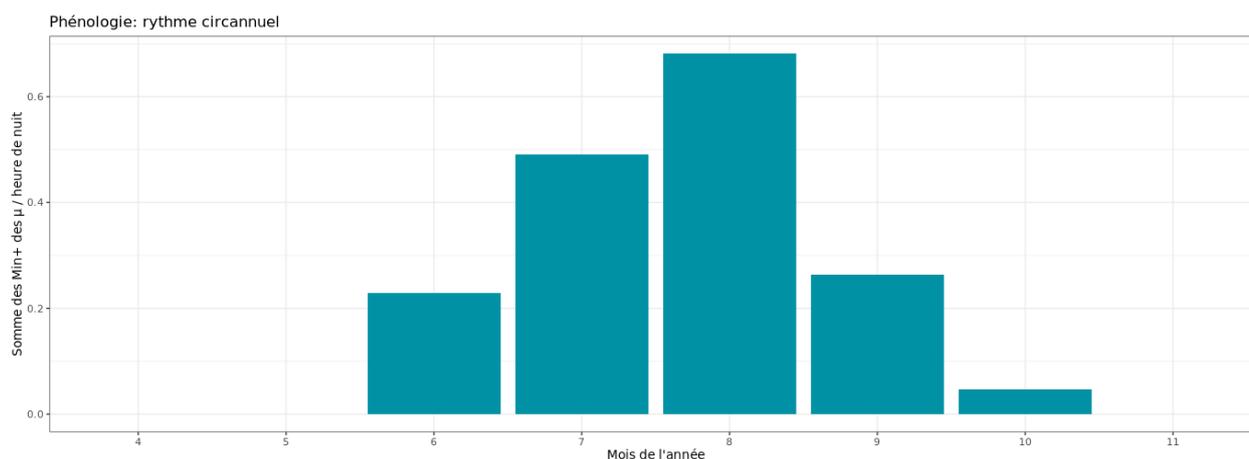


Figure 21 : Nombre moyens de minutes positives mensuelles par heure, toutes espèces confondues, sur la période de réalisation du suivi mortalité (10 juin au 21 octobre 2020).

Toutes espèces confondues, on observe une variation de l'activité au cours de la période de réalisation du suivi mortalité. L'activité augmente progressivement pour culminer en août puis diminue jusqu'à octobre. **La distribution d'activité est classiquement plus marquée en fin période estivale (migration automnale).**

La phénologie des découvertes de cadavres et celle de l'activité acoustique semble concorder. Le plus grand nombre de cadavres de chauves-souris a été découvert entre fin juillet et début septembre au niveau des 2 éoliennes. Cette période correspond à la phase d'intense activité en altitude des chiroptères enregistrée sur le site.

## 2 Synthèse et analyse des résultats

### 3.2.2 Comparaison des cortèges d'espèces détectées lors des suivis mortalité et acoustique

Six taxons de chauves-souris ont été observées lors de suivi mortalité, il s'agit de la Pipistrelle commune (10 individus), de la Noctule de Leisler (7 individus), du complexe Pipistrelle commune/pygmée (6 individus), de la Noctule commune (3 individus), de la Pipistrelle de Kuhl (2 individus), et du groupe des Pipistrelles indéterminées (1 individu).

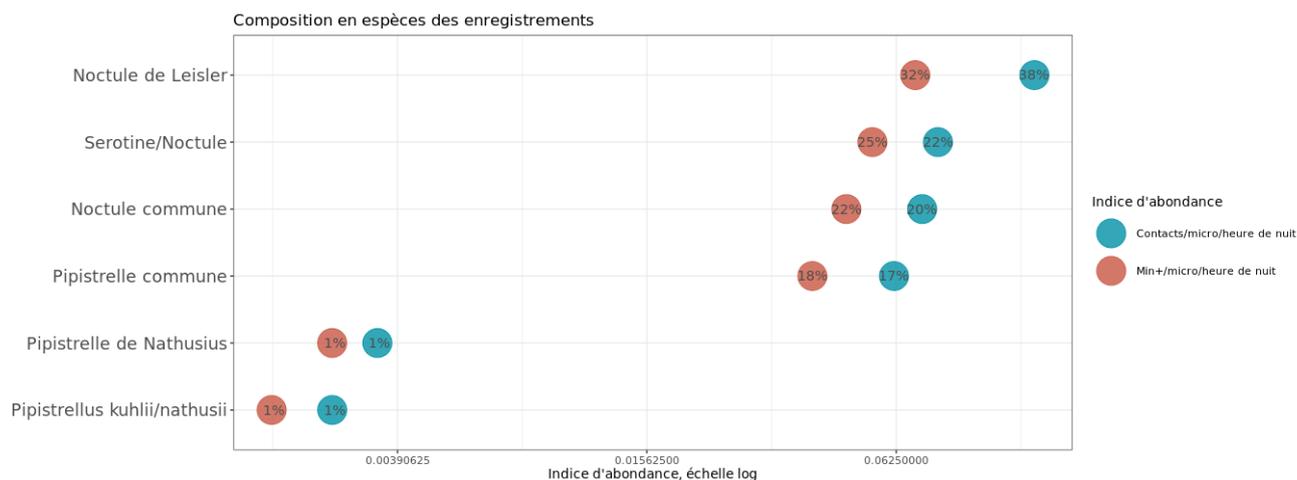


Figure 22 : Abondance des espèces de chiroptères identifiées lors du suivi acoustique en altitude pendant la période de réalisation du suivi mortalité (10 juin au 21 octobre 2020).

**Sur la période de réalisation du suivi mortalité (10 juin au 21 octobre 2020), le groupe des noctules domine largement le peuplement chiroptérologique en altitude avec 80 % des contacts cumulés (en minute positive).** L'espèce la plus abondante en altitude est la Noctule de Leisler avec 38 % des contacts. Elle est naturellement suivie du groupe Sérotine commune / Noctules et de la Noctule commune, représentant respectivement 22 et 20 % des contacts.

La Pipistrelle commune, qui est l'espèce la plus abondante en altitude sur l'ensemble de la période d'écoute en nacelle, représente ici seulement 17 % des contacts.

La Pipistrelle de Nathusius et le groupe Pipistrelle de Kuhl/Nathusius ne représente qu'1 % chacun des contacts.

---

La Noctule de Leisler, espèce la plus abondante sur la période de suivi de la mortalité, subit une mortalité à la mesure de son activité (7 individus).

Néanmoins, la Pipistrelle commune est l'espèce qui paie le plus lourd tribut (10 individus + 6 autres probables) alors qu'elle n'est pas la plus abondante à cette période de l'année. La mortalité semble régulière, même en période de plus forte activité générale (migration automnale).

---

## 2 Synthèse et analyse des résultats

### 3.2.3 Phénologie des contacts pour les espèces retrouvées lors du suivi mortalité

Sur la période de réalisation du suivi mortalité (10 juin au 21 octobre 2020), l'activité des chauves-souris est classiquement forte en début de nuit mais on observe également une intense activité pendant la nuit, notamment entre fin juillet et fin août.

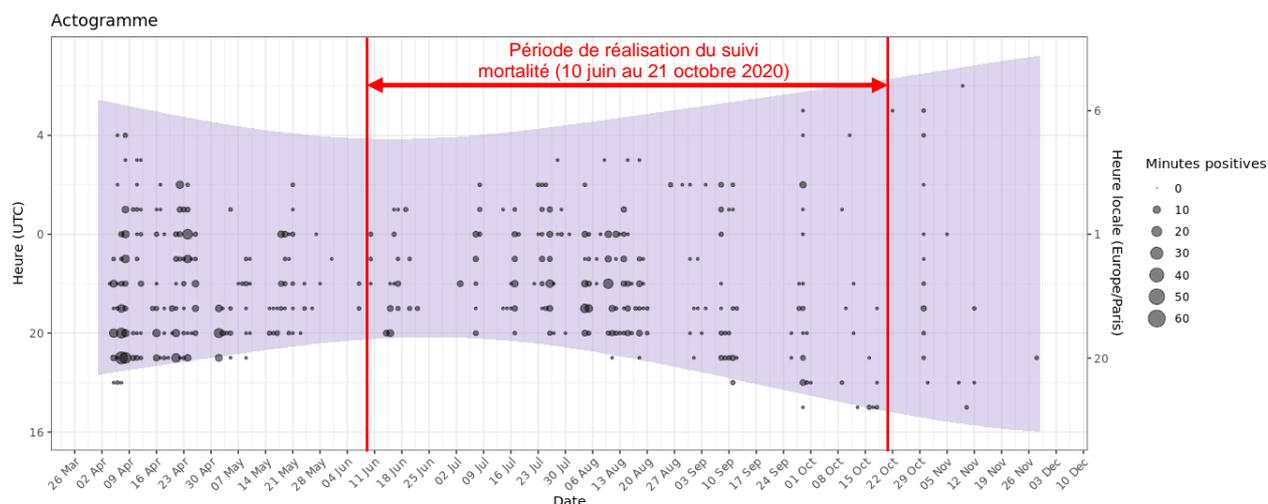


Figure 23 : Répartition des contacts toutes espèces confondues par nuit et par tranche horaire, entre avril et novembre 2020

Dans l'actogramme, la zone colorée correspond à la nuit.

#### Groupe des noctules (*Noctule de Leisler* / *Noctule commune*)

Ces espèces de haut vol sont présentes de manière quasi constante sur l'ensemble de la période d'activité. On note un pic d'activité relatif au printemps (avril-mai) et un second particulièrement important entre juillet et septembre (culminant en août). Ces périodes correspondent aux phases de migration chez ces deux espèces.

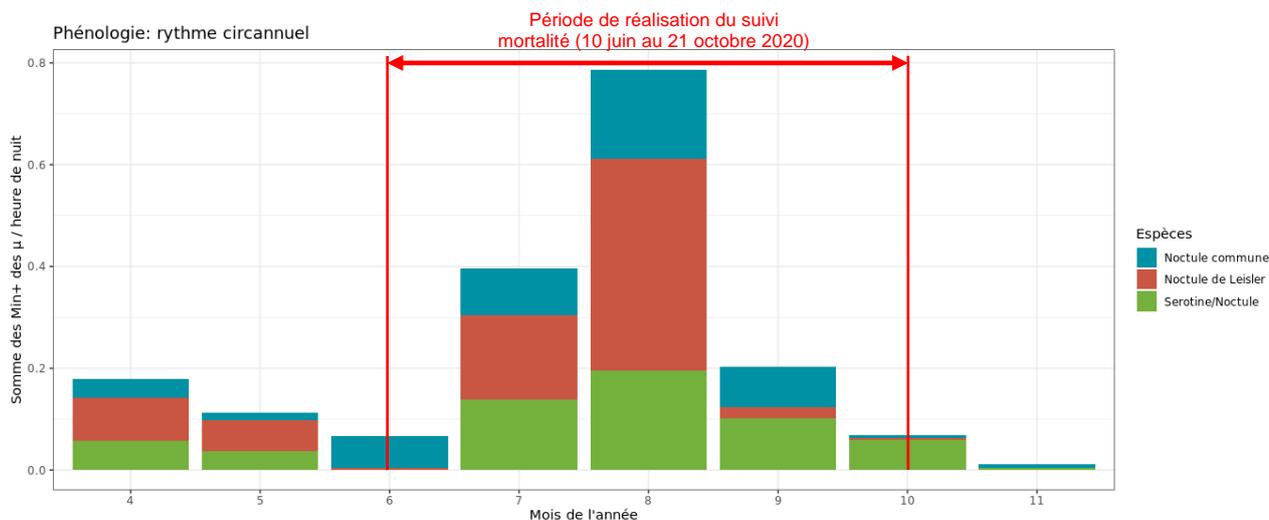


Figure 24 : Nombre moyens de minutes positives mensuelles par heure, pour les espèces de noctules, entre avril et novembre 2020.

## 2 Synthèse et analyse des résultats

Sur la période du suivi de la mortalité, on constate que l'activité des noctules est principalement concentrée entre juillet et août (migration automnale). Elle semble moindre en dehors de ces périodes.

### Groupe des Pipistrelles (*Pipistrelle commune* / *Pipistrelle de Kuhl* / *Pipistrelle de Nathusius*)

L'activité des Pipistrelles en altitude est dominée par la Pipistrelle commune. Elle est très importante en avril - correspondant à la migration printanière - puis elle décroît jusqu'en août (quasi-disparition des contacts). On discerne un sursaut discret en septembre attribuable à la migration automnale.

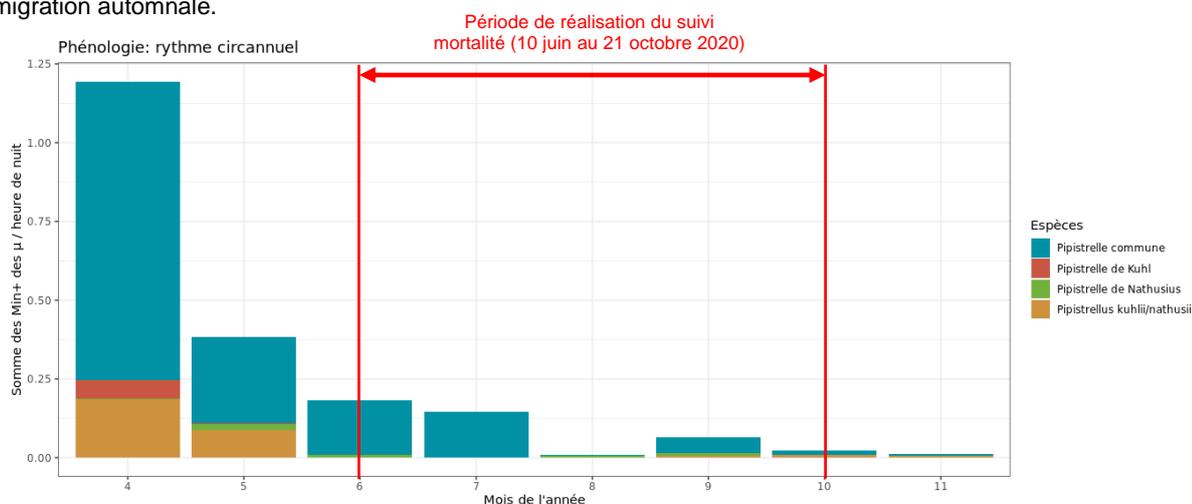


Figure 25 : Nombre moyens de minutes positives mensuelles par heure, pour les Pipistrelles, entre avril et novembre 2020.

Le bilan de la phénologie des découvertes de cadavres lors du suivi mortalité est présenté dans le tableau ci-dessous.

Tableau 18 : Phénologie du nombre de découvertes de cadavres par espèce et groupe d'espèces

	10/06/2020	24/06/2020	08/07/2020	15/07/2020	22/07/2020	29/07/2020	12/08/2020	19/08/2020	26/08/2020	08/09/2020	16/09/2020	Total général
Pipistrelle commune	1	1		1		1	1	1	1	2	1	10
Pipistrelle commune/pygmée			1		2	2				1		6
Pipistrelle de Kuhl	1			1								2
Pipistrelle indéterminée						1						1
Noctule de Leisler						1	4	1	1			7
Noctule commune							1	2				3

## 2 Synthèse et analyse des résultats

### 3.2.4 Bilan du croisement des informations des deux suivis moralité/acoustique

Les 6 taxons découverts durant le suivi de mortalité ont été contactés dans le cadre des enregistrements en altitude. On constate, pour le groupe des noctules, que les cas de mortalité ont été observés strictement dans la période de plus forte activité en altitude d'où une bonne évaluation pour ce groupe. En revanche, concernant le groupe des pipistrelles, on observe grâce au suivi altitude un taux de détection continue sur l'ensemble du suivi mais nous avons un fort taux de détection sur les mois d'avril/mai non pris en compte lors du suivi de la mortalité ne débutant qu'au 10 juin.

Ainsi, sur la période du suivi de mortalité, le groupe des noctules domine largement le peuplement chiroptérologique en altitude avec 80 % des contacts cumulés (en minute positive) pendant la période de réalisation du suivi mortalité.

L'espèce la plus abondante en altitude est la Noctule de Leisler, suivie du groupe Sérotine commune / Noctules et de la Noctule commune. Ces espèces connaissent un pic d'activité intense entre juillet et septembre (culminant en août), correspondant à la phase de migration automnale et coïncidant avec la mortalité observée sur le site (10 individus entre fin juillet et fin août 2020).

La Pipistrelle commune, qui est l'espèce la plus abondante en altitude sur l'ensemble de la période d'écoute en nacelle (notamment sur les mois d'avril et mai), représente seulement 17 % des contacts sur la fenêtre de suivi de la mortalité. La mortalité semble régulière et s'étale tout au long de la période de suivi.

Le groupe Pipistrelle de Kuhl/Nathusius ne représente qu'1 % des contacts sur cette période mais on enregistre tout de même un cadavre de Pipistrelle de Kuhl.

Au niveau de la phénologie, l'activité chiroptérologique sur le site est profondément marquée par les périodes de migration, notamment la migration printannière (période non suivie ici qui devrait faire l'objet d'investigation à l'avenir).

**La découverte des cadavres de pipistrelles est régulière et ne semble pas correspondre à une période d'activité plus importante par contre la découverte des cadavres de noctules (10 individus) intervient sur une plage réduite de fin juillet à fin août correspondant exactement au pic d'activité du groupe d'espèces !**

## 4 Mesures correctives

Ce rapport constituant l'analyse de la première année de suivi, ces premiers résultats de mortalité de suivi indiquent des niveaux de mortalité importants pour les chiroptères nécessitant la mise en place d'un asservissement et la réalisation d'investigations complémentaires.

### Réduction

Les éoliennes E01 et E02 ont des estimations de la mortalité similaire importante. Elles doivent donc faire l'objet de mesures de bridage afin de réduire leur impact sur les chiroptères.

Au regard des résultats du suivi mortalité communiqués en 2020 auprès de Total Quadran, cette société a donc mis en place dès le 19/10/2020 un plan de bridage sur la période du 1<sup>er</sup> juin au

## 2 Synthèse et analyse des résultats

31 octobre (du coucher au lever du jour) avec les caractéristiques suivantes : vent < 4,5 m/s et température > à 10°C.

Suite à l'analyse de l'activité acoustique en nacelle, 3 scénarii de bridage peuvent être proposés pour limiter l'impact des éoliennes sur les chauves-souris en fonction des conditions météorologiques (vitesse du vent et température mesurées à 95 m). L'évaluation de l'efficacité des scénarii montre que cela permet de prévenir la collision de 80 % ou 90 % des chauves-souris en activité en altitude sur ce site d'étude et sur le jeu de données enregistré d'avril à novembre 2020 sur le site de Pierrefitte-ès-Bois.

Ce type d'analyse ne prend pas en compte les variations annuelles d'activité des chauves-souris. Les proportions d'activités protégées par les paramètres de bridage peuvent évoluer.

Tableau 19 : Scénarii de bridage

	Scénario n°1	Scénario n°2	Scénario n°3
Période de mise en service du bridage	Du 1 <sup>er</sup> avril au 31 octobre, correspondant à la principale période d'activité des chiroptères en altitude		
Seuil de température	Par des températures supérieures à 10°C	Par des températures supérieures à 14°C	Par des températures supérieures à 10°C
Seuil de vent	Par des vitesses de vents inférieures à 6 m/s	Par des vitesses de vents inférieures à 6 m/s	Par des vitesses de vents inférieures à 5 m/s
Nombre d'heures durant la nuit	L'ensemble de la nuit		
Proportion d'activité chiroptérologique (en %) couverte par les arrêts machines	91,85 %	89,22 %	80,13 %

Au regard de ces éléments mis à disposition, il a été décidé en interne chez Total Quadran d'appliquer le scénario 2 pour renforcer le plan de bridage en cours car il répond au besoin d'évitement des chiroptères (proche de 90 %) tout en étant cohérent avec les données météo.

### Poursuivre les suivis mortalité et acoustique en 2021

Les résultats du suivi de mortalité de 2020 indiquent des incertitudes faibles quant au niveau de mortalité, permettant de conclure pour les chiroptères à un impact significatif pour les deux éoliennes. Ainsi, il est fortement recommandé de poursuivre un suivi mortalité au minimum sur la même période (S24 à S43 soit 20 passages) en 2021. **L'idéal serait d'inclure également le mois d'avril (intense activité des Pipistrelles) soit un suivi mortalité s'étalant de la semaine 14 à 43.**

De plus, il serait nécessaire de réaliser en parallèle un suivi acoustique.

Les objectifs de la mise en place des suivis mortalité et acoustique sont de 1) vérifier le niveau des taux de mortalités du parc en 2021 et 2) d'utiliser le suivi acoustique de 2021 comme contrôle du niveau d'activité chiroptérologique, tout en rendant compte de l'efficacité des mesures de réductions prises.

## 2 Synthèse et analyse des résultats

### Amélioration du suivi

Il est très important de pouvoir augmenter les probabilités de détection globales lors des prochains suivis de mortalité pour améliorer la précision des estimations. Pour ce faire, il est important d'augmenter le taux de surfaces prospectées et d'améliorer la détection des parcelles prospectées. Il serait bien que l'efficacité de détection ne soit pas en dessous de 80%, correspondant à une hauteur comprise entre 20 et 25 cm. Il faudrait ainsi maintenir une occupation du sol avec une hauteur végétation inférieure à 20 cm dans les aires d'études prospectées par une gestion et une occupation du sol appropriées. Par exemple, tous les secteurs herbacés proches des plateformes et éoliennes devraient être gérés fréquemment (friches, prairie semée et prairie pâturée). Les parcelles cultivées pourraient être plantées en ray-grass seulement sur les surfaces prospectées et fauchées pour maintenir une végétation assez basse. Les interventions mécaniques (fauche, labour, moisson...) devront se réaliser en adéquation avec le suivi : 1) le jour suivant la prospection (à caler avec l'entreprise en charge du suivi) pour éviter de détruire les cadavres juste avant les passages et 2) en dehors des périodes de tests de prédation.

---

3

## Bibliographie

### 3 Bibliographie

ANDRE, Y. 2004. - Protocoles de suivis pour l'étude des impacts d'un parc éolien sur l'avifaune. LPO, Rochefort. 20 p.

ARNETT E. B., ERICKSON W., KERNES J. & HORN J., 2005. – Relationship between bats and wind turbine in Pennsylvania and West Virginia: An assessment of fatality search protocols, patterns of fatality, and behavioral interactions with wind turbines. – Bats and Wind Energy Cooperative, 168 p.

ARNETT E. 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, 44 p.

ARTHUR, L. & LEMAIRE, M., 2015. Les chauves-souris de France, Belgique, Luxembourg et Suisse. Editions Biotope, Coll. Parthénope, Muséum National d'Histoire Naturelle, 544 p.

BAERWALD E. & BARCLAY R., 2009. – Geographic variation in activity and fatality of migratory bats at wind energy facilities. – Journal of Mammalogy 90(6), p. 1341-1349.

BROWN R. ET AL. (2014). Traces et indices d'oiseaux ; pistes, nids, plumes, crânes... Delachaux et Niestlé. 333 p.

DALTHORP, D., MADSEN, L., HUSO, M., RABIE, P., WOLPERT, R., STUDYVIN, J., SIMONIS, J., and MINTZ, J., 2018, GenEst statistical models—A generalized estimator of mortality: U.S. Geological Survey Techniques and Methods, book 7, chap. A2, 13 p., <https://doi.org/10.3133/tm7A2>.

DIETZ, C. ET VON HELVERSEN, O. (2004). Illustrated identification key to the bats of Europe. Electronique publication, version 1.0 released 15.12.2004, Tuebingen & Erlangen (Germany). 72 p.

ERICKSON, W.P.; JOHSON, G.D.; STRICKLAND, M.; KRONNER, K. (2000). Final Report: avian and bat mortality associated with the Vansycle wind project. pp 1-26.

FRAIGNEAU C. (2007). Reconnaître facilement les plumes – collecter, identifier, interpréter, conserver. Delachaux et Niestlé. 192 p.

FRAIGNEAU C. (2017). Identifier les plumes des oiseaux d'Europe occidentale. Delachaux et Niestlé. 400 p.

GAULTIER, S.P., MARX, G., & ROUX, D., 2019. Éoliennes et biodiversité : synthèse des connaissances sur les impacts et les moyens de les atténuer. Office national de la chasse et de la faune sauvage/LPO. 120 p. [https://eolien-biodiversite.com/IMG/pdf/lpo\\_oncfs\\_2019.pdf](https://eolien-biodiversite.com/IMG/pdf/lpo_oncfs_2019.pdf)

HARTER N. 2015. Eoliennes et mortalité des chiroptères : synthèse des résultats du suivi d'une quinzaine de parcs éoliens en Champagne-Ardenne. Rencontre chiroptères Grand-Est, Saint-Brisson, 16-18 octobre 2015. 15p.

HUSO, M. M. (2010). An estimator of wildlife fatality from observed carcasses. Environmetrics, 22(3), 318-329. doi: 10.1002/env.1052 19 p.

HUTTERER, R., IVANOVA, T., MEYER-CORDS, C. & RODRIGUES, L. 2005. Bat migrations in Europe : A review of banding data and literature. Naturschutz und Biologische Vielfalt No. 28: 1-172.

INSTITUT D'ÉCOLOGIE APPLIQUEE, 2009. Etude d'impact. Projet de parc éolien. Commune de Pierrefitte-ès-Bois. 140 p.

### 3 Bibliographie

KORNER-NIEVERGELT, F., KORNER-NIEVERGELT, P., BEHR, O., et al. 2011. A new method to determine bird and bat fatality at wind energy turbines from carcass searches. *Wildlife Biology*, vol. 17, no 4, p. 350-363.

KORNER-NIEVERGELT, F., BRINKMANN, R., NIERMANN, I. & BEHR, O. (2013). Estimating bat and bird mortality occurring at wind energy turbines from covariates and carcass searches using mixture models. *PLoS ONE* 8(7), e67997. doi:10.1371/journal.pone.0067997.

KORNER-NIEVERGELT F, BEHR O, BRINKMANN R, ETTERSON MA, HUSO MM, DALTHORP D, KORNER-NIEVERGELT P, ROTH T and NIERMANN I (2015). "Mortality estimation from carcass searches using the R-package carcass - a tutorial." *Wildlife Biology*, pp. 30-43.

MARCHESI, P., BLANT, M. ET CAPT, S. (2008). *Mammifères de Suisse - Clés de détermination*. Neuchâtel, Fauna Helvetica, CSCF & SSBF. 289 p.

MINISTERE DE LA TRANSITION ECOLOGIQUE ET SOLIDAIRE, 2018. Protocole de suivi environnemental des parcs éoliens terrestre – Révision du protocole de 2015. 19p.

NATURE CENTRE, CBNBP, 2014. *Livre rouge des habitats naturels et des espèces menacés de la région Centre*. Nature Centre ed., Orléans. 504 p.

PREFET DU LOIRET, 2019. Arrêté portant modification des conditions d'exploitation d'une installation de production d'électricité utilisant l'énergie mécanique du vent. Société EOLE PIERREFITTE-ES-BOIS. Parc éolien de PIERREFITTE-ES-BOIS. 8p.

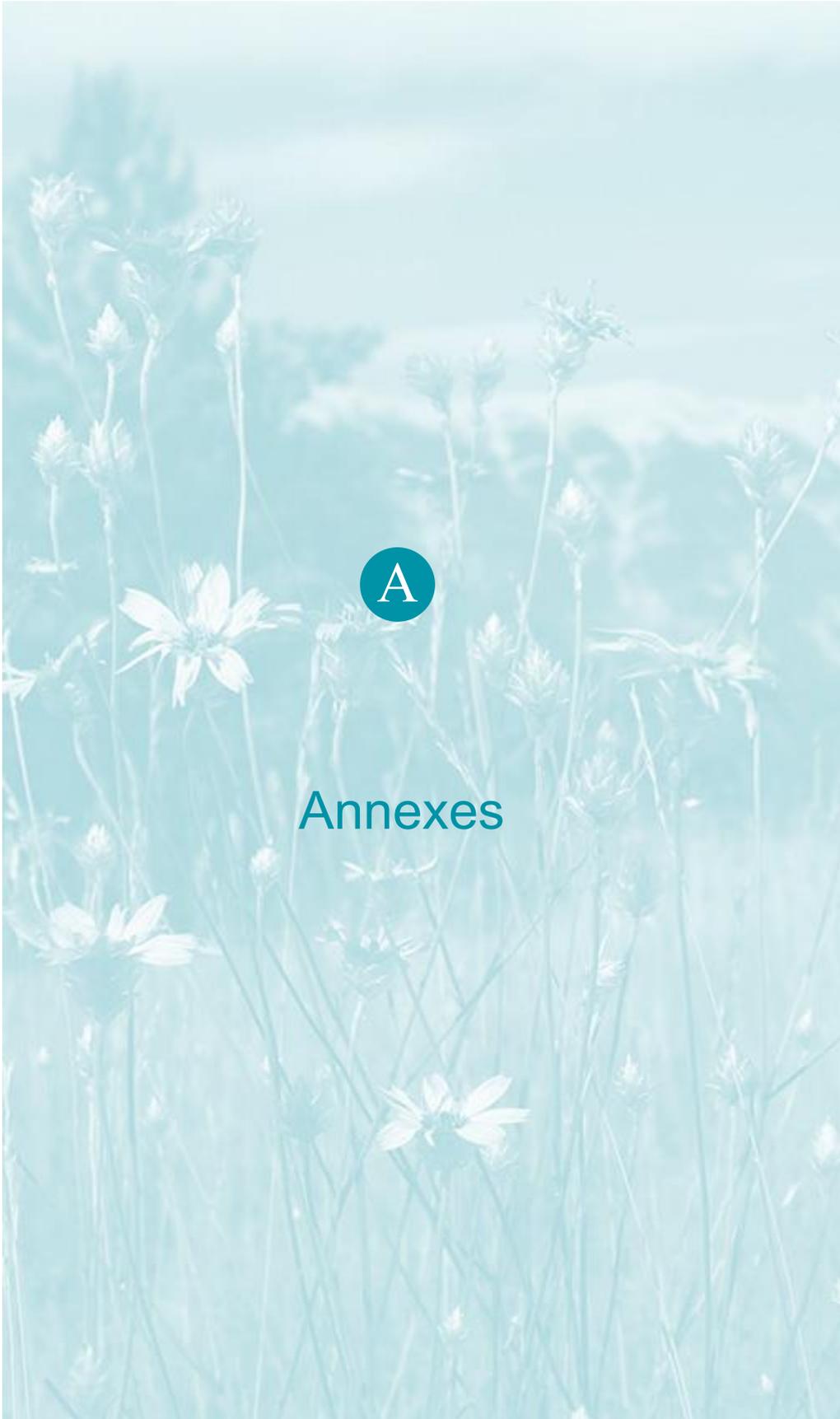
RYDELL, J, OTTVALL, R, PETTERSSON, S, & GREEN M. (2017) The effects of wind power on birds and bats, an updated synthesis report 2017, Swedish Environmental Protection Agency. ISBN 978-91-620-6791-5, ISSN 0282-7298, 129p.

SVENSSON L. (2014). *Le guide ornitho, le guide le plus complet des oiseaux d'Europe, d'Afrique du nord et du Moyen-Orient*. Delachaux et Niestlé. 448 p.

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

Site internet :

DURR, 2020. Auswirkungen von Windenergieanlagen auf Vögel und Fledermäuse « Impacts des éoliennes sur les oiseaux et les chauves-souris, compilation de données à l'échelle européenne » : <https://ifu.brandenburg.de/ifu/de/aufgaben/natur/artenschutz/vogelschutzwarte/arbeitschwerpunkte/auswirkungen-von-windenergieanlagen-auf-voegel-und-fledermaeuse/>



A

## Annexes

**A** Annexe 1 : Tableau récapitulatif des observations de cadavres

## Annexe 1 : Tableau récapitulatif des observations de cadavres

Tableau 20 : Résultats du suivi mortalité

Date prospection	Éolienne	Nom latin	Nom vernaculaire	État	Age	Sexe	Raison estimée de la mort	Distance à l'éolienne
10/06/2020	E02	<i>Pipistrellus kuhlii</i>	Pipistrelle de Kuhl	Sec	Indéterminé	Indéterminé	Barotraumatisme	37,59 m
10/06/2020	E01	<i>Pipistrellus pipistrellus</i>	Pipistrelle commune	Sec	Indéterminé	Indéterminé	Barotraumatisme	23,84 m
24/06/2020	E02	<i>Pipistrellus pipistrellus</i>	Pipistrelle commune	Frais	Indéterminé	Femelle	Barotraumatisme	12,63 m
08/07/2020	E01	<i>Pipistrellus pipistrellus / pygmaeus</i>	Pipistrelle commune / pygmée	Sec	Indéterminé	Indéterminé	Barotraumatisme	8,81 m
15/07/2020	E01	<i>Pipistrellus pipistrellus</i>	Pipistrelle commune	Frais	Indéterminé	Indéterminé	Barotraumatisme	22,14 m
15/07/2020	E01	<i>Pipistrellus kuhlii</i>	Pipistrelle de Kuhl	Frais	Indéterminé	Indéterminé	Barotraumatisme	14,37 m
22/07/2020	E01	<i>Pipistrellus pipistrellus / pygmaeus</i>	Pipistrelle commune / pygmée	Frais	Indéterminé	Indéterminé	Barotraumatisme	0 m
22/07/2020	E01	<i>Pipistrellus pipistrellus / pygmaeus</i>	Pipistrelle commune / pygmée	Sec	Indéterminé	Indéterminé	Barotraumatisme	39,3 m
29/07/2020	E01	<i>Nyctalus leisleri</i>	Noctule de Leisler	Frais	Indéterminé	Mâle	Barotraumatisme	25,86 m
29/07/2020	E01	<i>Pipistrellus pipistrellus</i>	Pipistrelle commune	Sec	Indéterminé	Indéterminé	Barotraumatisme	19,07 m
29/07/2020	E01	<i>Pipistrellus sp.</i>	Pipistrelle indéterminée	Sec	Indéterminé	Indéterminé	Barotraumatisme	11,9 m
29/07/2020	E02	<i>Pipistrellus pipistrellus / pygmaeus</i>	Pipistrelle commune / pygmée	Frais	Indéterminé	Mâle	Collision avec pale	6,65 m
29/07/2020	E02	<i>Pipistrellus pipistrellus / pygmaeus</i>	Pipistrelle commune / pygmée	Frais	Indéterminé	Indéterminé	Barotraumatisme	33,93 m
05/08/2020	E02	<i>Ardea cinerea</i>	Héron cendré	En décomposition	Indéterminé	Indéterminé	Collision avec pale	48,44 m
12/08/2020	E02	<i>Nyctalus leisleri</i>	Noctule de Leisler	Sec	Indéterminé	Mâle	Barotraumatisme	33,27 m

**A** Annexe 1 : Tableau récapitulatif des observations de cadavres

12/08/2020	E02	<i>Nyctalus leisleri</i>	Noctule de Leisler	Sec	Indéterminé	Indéterminé	Collision avec pale	18,02 m
12/08/2020	E02	<i>Pipistrellus pipistrellus</i>	Pipistrelle commune	Frais	Indéterminé	Indéterminé	Barotraumatisme	9,17 m
12/08/2020	E02	<i>Nyctalus leisleri</i>	Noctule de Leisler	Frais	Indéterminé	Mâle	Barotraumatisme	7,33 m
12/08/2020	E01	<i>Nyctalus noctula</i>	Noctule commune	Frais	Indéterminé	Indéterminé	Barotraumatisme	28,12 m
12/08/2020	E01	<i>Nyctalus leisleri</i>	Noctule de Leisler	Frais	Indéterminé	Mâle	Barotraumatisme	4,28 m
19/08/2020	E01	<i>Nyctalus noctula</i>	Noctule commune	Frais	Indéterminé	Femelle	Collision avec pale	53,65 m
19/08/2020	E01	<i>Nyctalus noctula</i>	Noctule commune	Frais	Indéterminé	Femelle	Barotraumatisme	25,39 m
19/08/2020	E02	<i>Pipistrellus pipistrellus</i>	Pipistrelle commune	Frais	Indéterminé	Indéterminé	Collision avec pale	13,26 m
19/08/2020	E02	<i>Nyctalus leisleri</i>	Noctule de Leisler	Frais	Indéterminé	Mâle	Collision avec pale	39,74 m
26/08/2020	E02	<i>Pipistrellus pipistrellus</i>	Pipistrelle commune	Sec	Indéterminé	Indéterminé	Barotraumatisme	28,43 m
26/08/2020	E02	<i>Nyctalus leisleri</i>	Noctule de Leisler	Frais	Indéterminé	Indéterminé	Collision avec pale	17,25 m
08/09/2020	E02	<i>Pipistrellus pipistrellus / pygmaeus</i>	Pipistrelle commune / pygmée	Sec	Indéterminé	Indéterminé	Collision avec pale	14,42 m
08/09/2020	E02	<i>Pipistrellus pipistrellus</i>	Pipistrelle commune	Sec	Indéterminé	Indéterminé	Collision avec pale	16,66 m
08/09/2020	E01	<i>Pipistrellus pipistrellus</i>	Pipistrelle commune	Sec	Indéterminé	Indéterminé	Barotraumatisme	3,13 m
16/09/2020	E01	<i>Pipistrellus pipistrellus</i>	Pipistrelle commune	Sec	Indéterminé	Indéterminé	Barotraumatisme	19,44 m
07/10/2020	E01	<i>Regulus ignicapilla</i>	Roitelet à triple bandeau	En décomposition	Indéterminé	Indéterminé	Collision avec pale	14,2 m
07/10/2020	E02	<i>Delichon urbicum</i>	Hirondelle de fenêtre	Plumée	Indéterminé	Indéterminé	Collision avec pale	24,23 m



**Siège social :**  
22 boulevard Maréchal Foch - BP58 - F-34140 Mèze  
Tél. : +33(0)4 67 18 46 20 - Fax : +33(0)4 67 18 65 38 - [www.biotope.fr](http://www.biotope.fr)