



## Parc éolien des sources du Mistral

Communes de Sacquenay et Chazeuil (21)

CNR

mai 2020

**Suivi environnemental  
post-implantation**



biotope

<b>Citation recommandée</b>	Biotope, 2019, CNR, Suivi environnemental post-implantation sur le parc éolien des sources du Mistral. <b>90p.</b>	
Version/Indice	V5	
Date	mai 2020	
Nom de fichier	Sacquenay_Mortalité_CNR_Biotope_V5	
Référence dossier	2019382	
Maître d'ouvrage	CNR, société de projet : Parc éolien des sources du Mistral	
Interlocuteurs	Camille ROLIN Chargée d'affaires environnement	Contact : C.ROLIN@cnr.tm.fr Tél : 04 26 10 63 48 Tél : 07 87 70 72 68
Biotope, Rédaction de l'étude	Violette LE GUERN	Contact : vleguern@biotope.fr Tél : 02 38 61 60 04
Biotope, Contrôleur qualité	Michaël GUILLON	Contact : mguillon@biotope.fr Tél : 06 29 83 22 43

## Avant-propos

Le parc éolien des sources du Mistral a été mis en service en juin 2019.

Au regard des engagements pris par le porteur de projet au stade développement (étude d'impact), notamment les mesures de suivi faisant suite à l'avis de la DREAL Bourgogne Franche-Comté (version modifiée) et, en second lieu, au regard des préconisations issues du protocole national de suivi des parcs éoliens (révision de 2018), la société CNR a missionné Biotope pour la réalisation du suivi de mortalité du parc éolien.

---

Le présent document présente les résultats du suivi réalisé durant la période de mai à octobre 2019 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 des sources du Mistral.

Au regard des éléments fournis par CNR (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 », a été réalisé comme souhaité par CNR.

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 mortalité. Ainsi, le protocole et ce rapport tient compte des évolutions du protocole national.

---

## Sommaire

<b>1</b>	<b>Contexte de l'étude et aspects méthodologiques</b>	<b>9</b>
<b>1</b>	<b>Présentation du parc éolien</b>	<b>10</b>
1.1	Contexte	10
1.2	Rappel des enjeux de l'étude d'impact	14
<b>2</b>	<b>Méthodologie appliquée</b>	<b>19</b>
2.1	Généralités sur la méthode de suivi de la mortalité : cadre et protocole national	19
2.2	Méthodologie d'inventaire mise en œuvre et difficultés rencontrées	21
2.3	Équipe de travail et dates de prospection	29
2.4	Conditions de réalisation du suivi de mortalité	31
<b>2</b>	<b>Synthèse et analyse des résultats</b>	<b>37</b>
<b>1</b>	<b>Avifaune en migration postnuptiale</b>	<b>38</b>
1.1	Espèces recensées en période de migration postnuptiale	38
1.2	Synthèse et analyse de l'expertise de l'avifaune en période de migration postnuptiale	45
<b>2</b>	<b>Résultats du suivi de mortalité</b>	<b>46</b>
2.1	Résultats bruts	46
2.2	Analyse des résultats	55
<b>3</b>	<b>Zoom sur le Milan royal, <i>Milvus milvus</i> (Linné, 1758)</b>	<b>62</b>
<b>4</b>	<b>Facteurs d'impact</b>	<b>65</b>
4.1	Analyse croisée avec l'étude d'impact	65
4.2	Analyse croisée de la phénologie de la mortalité et de l'activité acoustique en nacelle des chiroptères	67
4.3	Analyse croisée avec le suivi de migration	79
<b>5</b>	<b>Conclusion</b>	<b>82</b>
<b>6</b>	<b>Mesures correctives</b>	<b>83</b>
<b>3</b>	<b>Bibliographie</b>	<b>84</b>
	<b>Annexes</b>	<b>86</b>

## Liste des tableaux

Tableau 1 : Équipe de travail	29
Tableau 2 : Prospections de terrain et informations météorologiques	29

Tableau 3 : Bilan de l'occupation du sol pour les neuf éoliennes sur l'ensemble de la période de suivi.	31
Tableau 4 : Nombre total de leurres disposés par éolienne en fonction de l'occupation du sol sur l'ensemble du suivi (poses cumulées des 2 tests).	36
Tableau 5 : Espèces observées en période de migration postnuptiale sur ou à proximité du parc éolien des sources du mistral	39
Tableau 6 : Tableau de synthèse « empirique » de Dürr (mis à jour le 2 septembre 2019) des oiseaux touchés par les parcs éoliens selon les pays de l'Europe	51
Tableau 7 : Statuts réglementaires et de conservation des espèces d'oiseaux touchées par le parc éolien des sources du Mistral	51
Tableau 8 : Tableau de synthèse « empirique » de Dürr (mis à jour le 2 septembre 2019) des chiroptères touchés par les parcs éoliens selon les pays de l'Europe	53
Tableau 9 : Statuts réglementaires et de conservation de l'espèce de chauve-souris touchée par le parc des sources du Mistral	54
Tableau 10 Statistiques descriptives du coefficient correcteur de surface calculé sur l'ensemble des 23 passages	55
Tableau 11 Résultats des estimations des durées moyennes de persistance et leurs intervalles de confiance à 95%. Les durées moyennes de persistance sont les valeurs retenues comme coefficient correcteur pour les estimations de mortalité.	56
Tableau 12 : 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.	57
Tableau 13 Bilan des probabilités globales de détection par méthode d'estimation	58
Tableau 14 : Estimation de la mortalité la plus probable de chiroptères au sein du parc des sources du Mistral sur la période du suivi	58
Tableau 15 : Estimation de la mortalité la plus probable des oiseaux au sein du parc des sources du Mistral sur la période du suivi	59
Tableau 16 : Tableau de synthèse « empirique » de Dürr (mis à jour le 2 septembre 2019) des Milans royaux touchés par les parcs éoliens en Europe	64
Tableau 17 Croisement des informations issues de l'état initial de l'étude d'impact et du suivi mortalité	65
Tableau 18 : Nombre de contacts/minutes positives obtenus pour chaque espèce/groupe d'espèces et part de ces contacts notés en altitude au niveau de l'éolienne E3	70
Tableau 19 : Nombre de contacts/minutes positives obtenus pour chaque espèce/groupe d'espèces et part de ces contacts notés en altitude au niveau de l'éolienne E8	71
Tableau 20 : Phénologie du nombre de découvertes de cadavres par espèce et groupe d'espèces	78
Tableau 21 Croisement des informations issues du suivi migration et du suivi mortalité	79

Tableau 22 : Résultats du suivi de mortalité

87

## Liste des illustrations

Figure 1 : Éolienne 1 le 10 octobre 2019	10
Figure 2 : Éolienne 2 le 10 octobre 2019	10
Figure 3 : Éolienne 3 le 10 octobre 2019	10
Figure 4 : Éolienne 4 le 10 octobre 2019	10
Figure 5 : Éolienne 5 le 10 octobre 2019	11
Figure 6 : Éolienne 6 le 10 octobre 2019	11
Figure 7 : Éolienne 7 le 10 octobre 2019	11
Figure 8 : Éolienne 8 le 10 octobre 2019	11
Figure 9 : localisation des 17 points d'observation utilisés lors de l'étude d'impact des oiseaux (source : Exen 2011)	15
Figure 10 : Points d'écoute et de prospection chiroptères (source : Exen 2011)	16
Figure 11 : Sensibilité en période de migration postnuptiale identifiée sur l'aire d'étude	17
Figure 12 : Périodes lors desquelles le suivi de mortalité est attendu selon le protocole national 2018	19
Figure 13 : Schéma de la surface-échantillon à prospecter (largeur de transects de 5 à 10 m) (extrait du protocole national 2018)	20
Figure 14 : Evolution de l'occupation du sol et surfaces prospectées sur l'ensemble du suivi	32
Figure 15 : occupation du sol représentative du parc éolien des sources du Mistral	33
Figure 16 : Evolution du pourcentage de surface prospectée par passage	34
Figure 17 : 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).	34
Figure 18 : Type de leurres utilisés dans le cadre des tests d'efficacité de recherche © Biotope	35
Figure 19 : Hauteur de vol des oiseaux en vol sur l'aire d'étude rapprochée	42
Figure 20 : Mortalité par espèce ou groupe d'espèces observé sur le parc éolien des sources du Mistral	46
Figure 21 Extrait des photographies des cadavres découverts	47
Figure 22 : Nombre de cadavres trouvés par passage sur le parc éolien des sources du Mistral	48
Figure 23 : Nombre de cadavre découvert par éolienne (l'éolienne E07 n'est pas représentée car aucun individu n'y a été détecté lors du suivi de mortalité)	48

Figure 24 : Répartition spatiale (distance à l'éolienne) des cadavres retrouvés au sein du parc des sources du Mistral. La courbe représente l'évolution de la surface de l'aire d'étude en fonction de la distance au pied de l'éolienne.	49
Figure 25 : A gauche : Positionnement des observations par rapport au positionnement des éoliennes. En grisé, le cumul des observations en histogramme radial en fonction de l'orientation	49
Figure 26 : Répartition des individus trouvés en fonction de l'occupation du sol	50
Figure 27 Durées de persistances moyennes des cadavres et incertitudes (intervalles de confiance à 95%)	56
Figure 28 : Estimation de la mortalité la plus probable (et incertitude à 95%) pour les chiroptères sur le parc éolien des sources du Mistral au cours du suivi de mai à octobre 2019	59
Figure 29 : Estimation de la mortalité la plus probable (et incertitude à 95%) pour les oiseaux pour le parc éolien des sources du Mistral au cours du suivi de mai à octobre 2019	60
Figure 30 : Synthèse cartographique de la nidification du Milan royal en Bourgogne 2004-2008 (EPOB)	63
Figure 31 : phénologie de présence du Milan royal en Franche comté (Lecornu D. Milan royal <i>Milvus milvus</i> - Fiche espèce Liste rouge Franche-Comté, mis à jour en 2011 [en ligne]. Disponible sur : < <a href="http://files.biolovision.net/franche-comte.lpo.fr/userfiles/publications/FichesespeciesLR/MilanroyalListerougeFC.pdf">http://files.biolovision.net/franche-comte.lpo.fr/userfiles/publications/FichesespeciesLR/MilanroyalListerougeFC.pdf</a> > (consulté le 14.02.2020)	64
Figure 32 : Nombre de cadavres de chauves-souris trouvés par passage sur le parc éolien des Sources du Mistral.	67
Figure 33 : Eolienne E8 - Activité journalière moyenne par heure, toutes espèces confondues.	68
Figure 34 : Eolienne E3 - Activité journalière moyenne par heure, toutes espèces confondues.	68
Figure 35 : Eolienne E3 - Nombre moyens de minutes positives mensuelles par heure, toutes espèces confondues, durant la période de réalisation du suivi mortalité	69
Figure 36 : Eolienne E8 - Nombre moyens de minutes positives mensuelles par heure, toutes espèces confondues, durant la période de réalisation du suivi mortalité	69
Figure 37 : Représentativité des espèces et groupes d'espèces contactés sur l'éolienne E3 (n = 541 contacts de 5 sec. et 289 min. pos.)	72
Figure 38 : Représentativité des espèces et groupes d'espèces contactés sur l'éolienne E8 (n = 1 604 contacts de 5 sec. et 610 min. pos.)	72
Figure 39 : Eolienne E3 - Cortège d'espèces de chiroptères identifié par le suivi acoustique en nacelle sur la période de réalisation du suivi mortalité	74
Figure 40 : Eolienne E8 - Cortège d'espèces de chiroptères identifié par le suivi acoustique en nacelle sur la période de réalisation du suivi mortalité	74
Figure 41 : Eolienne E3 - Actogramme de la Pipistrelle commune sur la période du suivi de mortalité. La nuit est représentée en gris par la bande longitudinale (délimitées par les heures de début et fin).	75

Figure 42 : Eolienne E8 - Actogramme de la Pipistrelle commune sur la période du suivi de mortalité. La nuit est représentée en gris par la bande longitudinale (délimitées par les heures de début et fin).	75
Figure 43 : Eolienne E3 - Actogramme du groupe de Pipistrelle (Sauf Pipistrelle commune) sur la période du suivi de mortalité. La nuit est représentée en gris par la bande longitudinale (délimitées par les heures de début et fin).	76
Figure 44 : Eolienne E8 - Actogramme du groupe de Pipistrelle (Sauf Pipistrelle commune) sur la période du suivi de mortalité. La nuit est représentée en gris par la bande longitudinale (délimitées par les heures de début et fin).	76
Figure 45 : Eolienne E3 - Actogramme de la Noctule de Leisler sur la période du suivi de mortalité. La nuit est représentée en gris par la bande longitudinale (délimitées par les heures de début et fin).	77
Figure 46 : Eolienne E8 - Actogramme de la Noctule de Leisler sur la période du suivi de mortalité. La nuit est représentée en gris par la bande longitudinale (délimitées par les heures de début et fin).	77
Figure 47 : Proportion de vol en altitude prédite pour différentes espèces à partir d'un modèle linéaire généralisé mixte (GLMM) avec l'espèce et la hauteur médiane des microphones en effet fixe (pour contrôler leur effet) et le site niché dans le groupe de sites comme effet aléatoire (Roemer, 2018).	79

## Tables des cartes

Carte 1 : Localisation des éoliennes	12
Carte 2 : Situation paysagère et disposition des éoliennes	13
Carte 3 : Localisation des points d'observation du suivi migratoire	28
Carte 4 : Déplacements en migration, en chasse ou en transit des espèces remarquables au sein de l'aire d'étude rapprochée	44

## Annexes

Annexe 1 : Tableau récapitulatif des observations de cadavres	87
Annexe 2 : Tableau récapitulatif des observations en migration postnuptiale	89

1

## Contexte de l'étude et aspects méthodologiques

## 1 Contexte de l'étude et aspects méthodologiques

# 1 Présentation du parc éolien

## 1.1 Contexte

Le parc éolien des sources du Mistral se situe dans les communes de Sacquenay et de Chazeuil (à respectivement 1 km et 2 km des centre-urbain) en Côtes d'Or (21). Localisé en région Bourgogne-Franche Comté il est très proche de la frontière avec la Haute-Marne (52).

Le parc, mis en service en juin 2019, comprend 9 éoliennes Vestas V100 d'une puissance totale de 18 MW. Ces éoliennes présentent une hauteur de mât de 95m pour une hauteur totale de 145m et une hauteur de bas de pôle de 45m (pôle de 50m).

Le parc de Sacquenay et Chazeuil se situe au sein de la plaine de Mirebeau, en contexte principalement agricole clairsemé de bosquets et petits boisements. Une des éoliennes est implantée au sein d'une prairie permanente, les autres sont au milieu de cultures. Les éoliennes E4, E5, E8 et E9 sont localisées à moins de 100m de bosquets.



Figure 1 : Éolienne 1 le 10 octobre 2019



Figure 2 : Éolienne 2 le 10 octobre 2019



Figure 3 : Éolienne 3 le 10 octobre 2019



Figure 4 : Éolienne 4 le 10 octobre 2019

## 1 Contexte de l'étude et aspects méthodologiques



Figure 5 : Éolienne 5 le 10 octobre 2019



Figure 6 : Éolienne 6 le 10 octobre 2019



Figure 7 : Éolienne 7 le 10 octobre 2019



Figure 8 : Éolienne 8 le 10 octobre 2019



Figure 9 : Éolienne 9 le 10 octobre 2019



©ANPC ÉOLIEN SOURCES MISTRAL - Tous droits réservés - Conception: CNR, Biotope - Cartographie : Biotope, 2019



## Localisation des éoliennes

Parc éolien des sources du Mistral - Commune de Sacquenay et Chazeuil (21)  
Suivi environnemental

- ⊙ Implantation des éoliennes
- Aire d'étude (50m de rayon autour des éoliennes)
- ▭ Limites communales

Parc éolien des sources du Mistral  
CNR  
mai 2020



Carte 1 : Localisation des éoliennes



*Suivi environnemental post-implantation*



Parc éolien des sources du Mistral  
CNR  
mai 2020

### Situation paysagère et disposition des éoliennes

Parc éolien des sources du Mistral - Commune de Sacquenay et Chazeuil (21)  
Suivi environnemental

- ⊙ Implantation des éoliennes
- Aire d'étude (50m de rayon autour des éoliennes)
- ▭ Limites communales



Carte 2 : Situation paysagère et disposition des éoliennes



*Suivi environnemental post-implantation*

## 1 Contexte de l'étude et aspects méthodologiques

### 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 afin de les comparer avec les résultats des suivis post-implantations réalisés en 2019.

**Pour rappel**, en 2019, le suivi réalisé a consisté en un suivi de la mortalité de l'avifaune et des chiroptères au niveau des neuf éoliennes du parc. Une étude de la migration et des écoutes en altitude des chiroptères a été réalisée en parallèle.

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

##### **Etude avifaune :**

L'étude d'impact sur les oiseaux a été réalisée en 2011 et 2012

Elle a été réalisée sur l'aire d'étude rapprochée, définie selon les contraintes du développeur éolien pour l'implantation des éoliennes. Cette aire d'étude présentait une surface d'environ 740 ha dans un paysage mixte de parcelles agricoles et d'îlots boisés.

Toutes les expertises oiseaux ont été réalisées sur cette aire d'étude : la nidification, la migration et l'hivernage. Toutefois l'analyse a pris en compte le contexte paysager dans un rayon de 5km depuis le centre de l'aire d'étude rapprochée, cela a permis d'analyser le fonctionnement des populations vis-à-vis de la diversité de milieux et de relief autour de l'aire d'étude pressentie pour l'implantation des éoliennes.

Les points d'observation ont été définis afin de couvrir l'ensemble de la diversité des habitats potentiels sur l'aire d'étude rapprochée et d'avoir la meilleure visibilité possible en fonction de l'expertise, les points en hauteur ont notamment été privilégiés pour l'analyse des mouvements migratoires et de comportement des rapaces.

- 6 visites ont été principalement affectées au suivi de la migration pré-nuptiale entre début mars et mi-avril 2011 (08/03/2011, 23/03/2011, 24/03/2011, 31/03/2011, 01/04/2011 et 13/04/2011) ;
- Le suivi des nicheurs a été réalisé via la mise en place de 5 suivis IPA entre mai et juillet (05/05/2011, 06/05/2011, 24/05/2011, 16/06/2011, 13/07/2011) ;
- 6 journées différentes entre août et novembre 2011 ont été au moins partiellement suivies pour la migration post-nuptiale (21/08/2011, 22/08/2011, 13/09/2011, 22/09/2011, 19/10/2011, 08/11/2011)
- 2 visites furent dédiées à l'observation de l'avifaune hivernante (24/02/2011 et 25/02/2011)

## 1 Contexte de l'étude et aspects méthodologiques

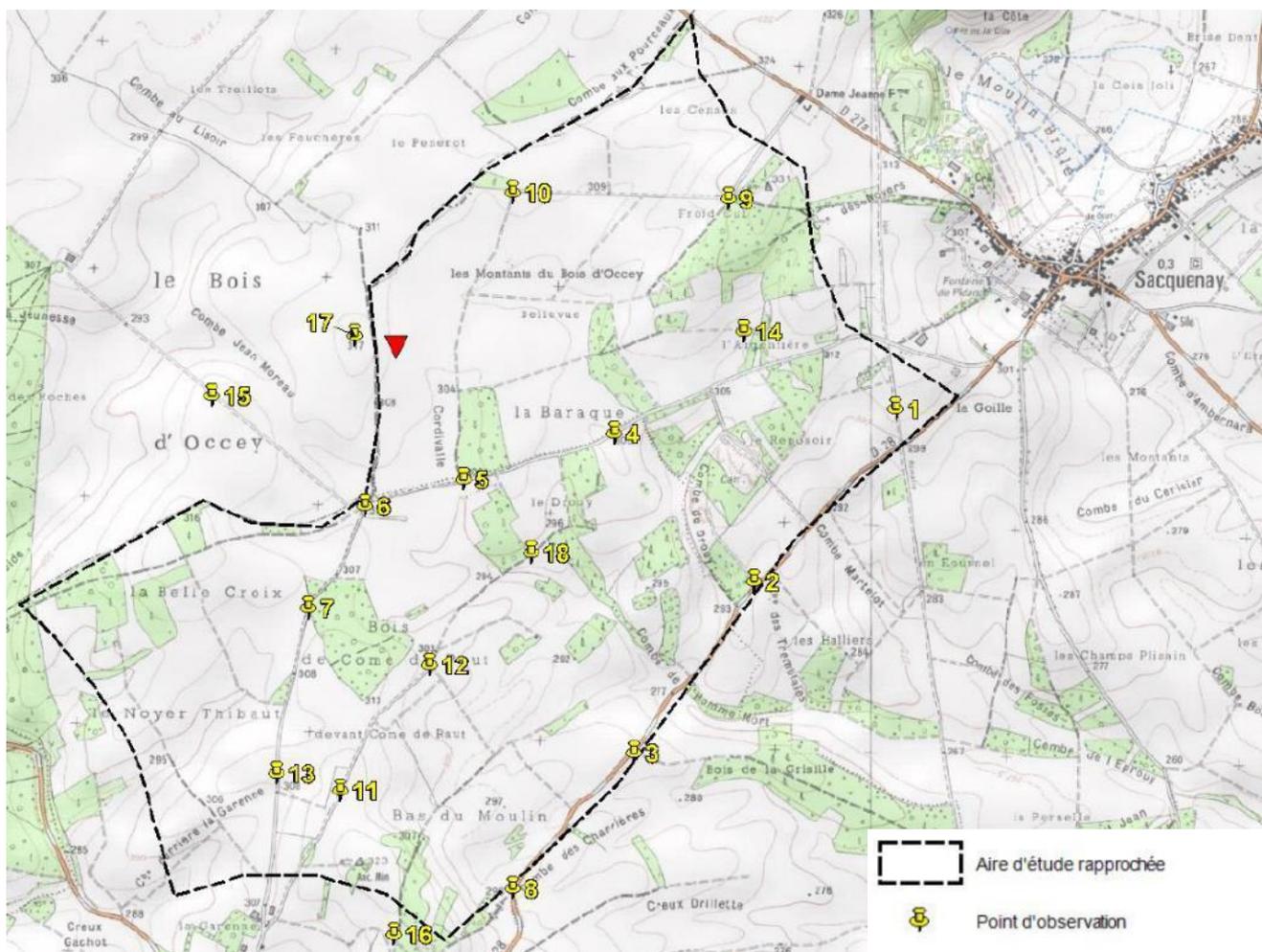


Figure 9 : localisation des 17 points d'observation utilisés lors de l'étude d'impact des oiseaux (source : Exen 2011)

### **Etude des chiroptères**

Les études chiroptères ont été réalisés sur 3 aires d'étude :

- Aire d'étude immédiate (0 à 500m) englobant l'ensemble des implantations envisagées et leur périphérie immédiate. Y ont été effectuées les parcours d'écoute nocturne et la pose des enregistreurs automatiques.
- Aire d'étude rapprochée (500 m - 2 km). La recherche de gîtes bâtis a été réalisée dans cette aire d'étude qui intègre les principaux hameaux et villages périphériques
- Aire d'étude éloignée (2 km - 20 km). Elle a été utilisée pour la recherche de données bibliographiques

La prospection nocturne a été réalisée à l'aide d'un détecteur à ultrasons sur 11 points d'écoute et l'enregistrement automatique des émissions d'ultrasons des Chauves-souris (situés entre 12 et 120 kHz) a été effectué à l'aide de 4 systèmes batcorders positionnés à des emplacements fixes (cf. figure 10) et choisis en fonction de leur degré de pertinence (emplacement prévu des éoliennes, secteurs de chasse potentiels, corridors de déplacements...).

## 1 Contexte de l'étude et aspects méthodologiques

6 sorties d'écoute ont été effectuées de mi-mai à octobre 2011 (18-19 mai 2011, 15-16 juin 2011, 11-12 juillet 2011, 21-22 août 2011, 21-22 septembre 2011 et 03-04 octobre 2011) permettant à chaque fois la dépose des batcorders et la réalisation de points d'écoute à l'aide d'un détecteur à expansion de temps (modèle Laar TR 30) et d'un détecteur Pettersson D 240x.

La recherche de gîtes anthropiques a été effectuée sur l'aire d'étude rapprochée. Les bourgs de Chazeuil et Sacquenay ont été prospectés à la recherche de gîtes anthropiques lors des passages de juin et juillet.

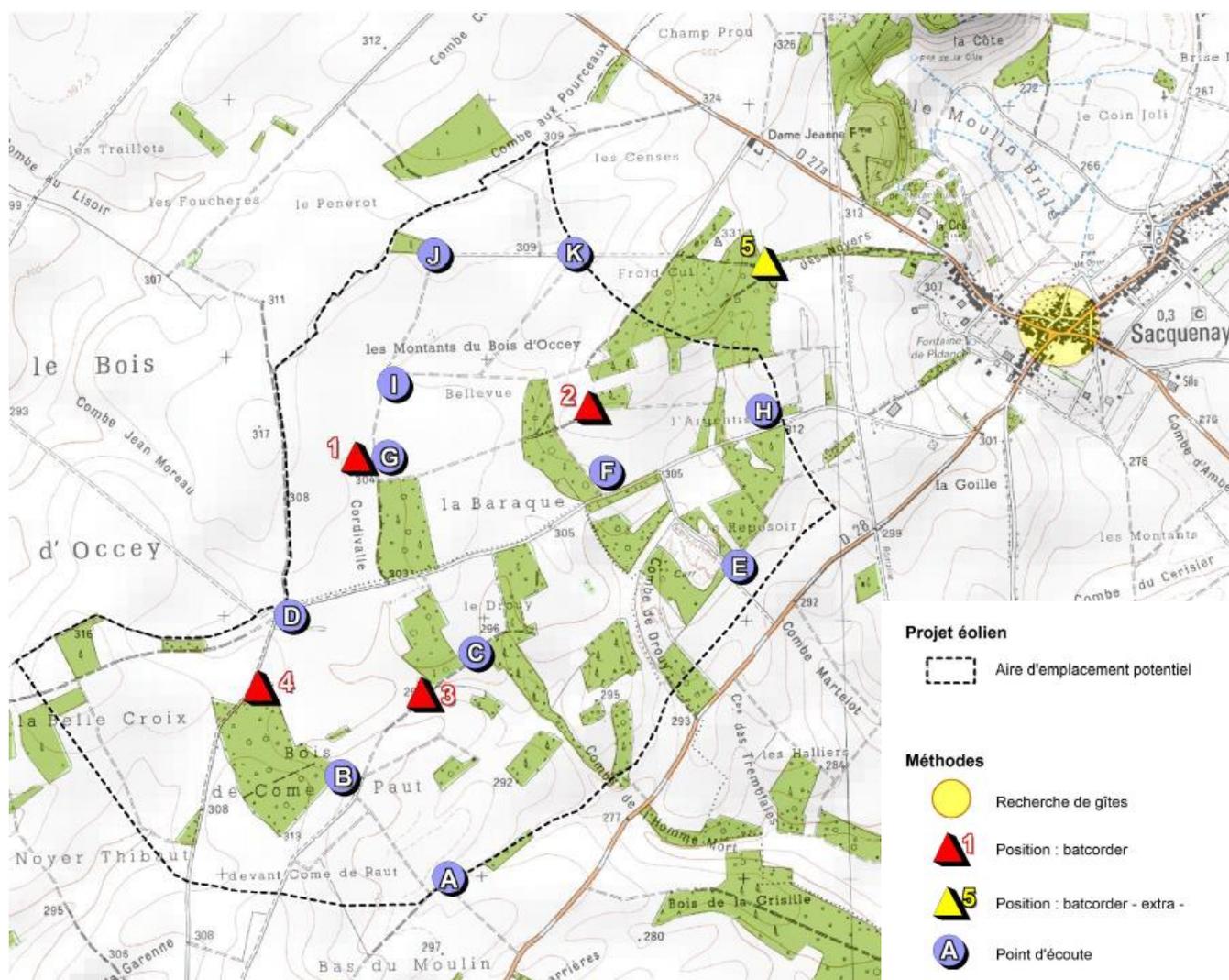


Figure 10 : Points d'écoute et de prospection chiroptères (source : Exen 2011)

## 1 Contexte de l'étude et aspects méthodologiques

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

L'étude d'impact des oiseaux identifie une sensibilité forte lors de la migration postnuptiale avec le passage de grands voiliers dans le prolongement nord-ouest de l'aire d'étude, au sud du secteur de prise d'altitude localisé sur les coteaux exposés de Sacquenay. En effet, principalement caractérisé par le passage de passereaux (Hirondelles rustiques en majorité), le passage de rapaces et notamment de Milan royaux est identifié sur la période d'octobre. Une zone d'ascendance thermique au Nord-Est de l'aire d'étude semble particulièrement empruntée par les milans royaux.

La migration pré-nuptiale semble quant à elle moins marquée sur le secteur et concerne moins les rapaces que les petits passereaux effectuant une migration diffuse et par « bonds successifs ». Les cultures jouent un rôle limité de site de halte migratoire (contact de groupes de Vanneaux huppé).

A une échelle plus large, l'étude d'impact rappelle que la migration pré et postnuptiale est beaucoup plus concentrée au niveau de la vallée de la Saône à l'est du site d'implantation des éoliennes ou le long des coteaux de Selongey à l'ouest.

Le secteur d'implantation des éoliennes est en lui-même favorable à l'avifaune, la présence de bosquets et de haies en interaction avec les milieux de cultures créé une mosaïque d'habitats favorables à la nidification et à l'alimentation de plusieurs espèces. L'étude d'impact identifie la nidification de plusieurs espèces de passereaux principalement en lisière des bosquets et de rapaces comme la Buse variable, le Faucon crécerelle et le Busard Saint-martin nicheurs sur site ou à proximité. En hiver, ces mêmes espèces de rapaces sédentaires fréquentent le site. Peu d'enjeux sont identifiés à ces périodes.

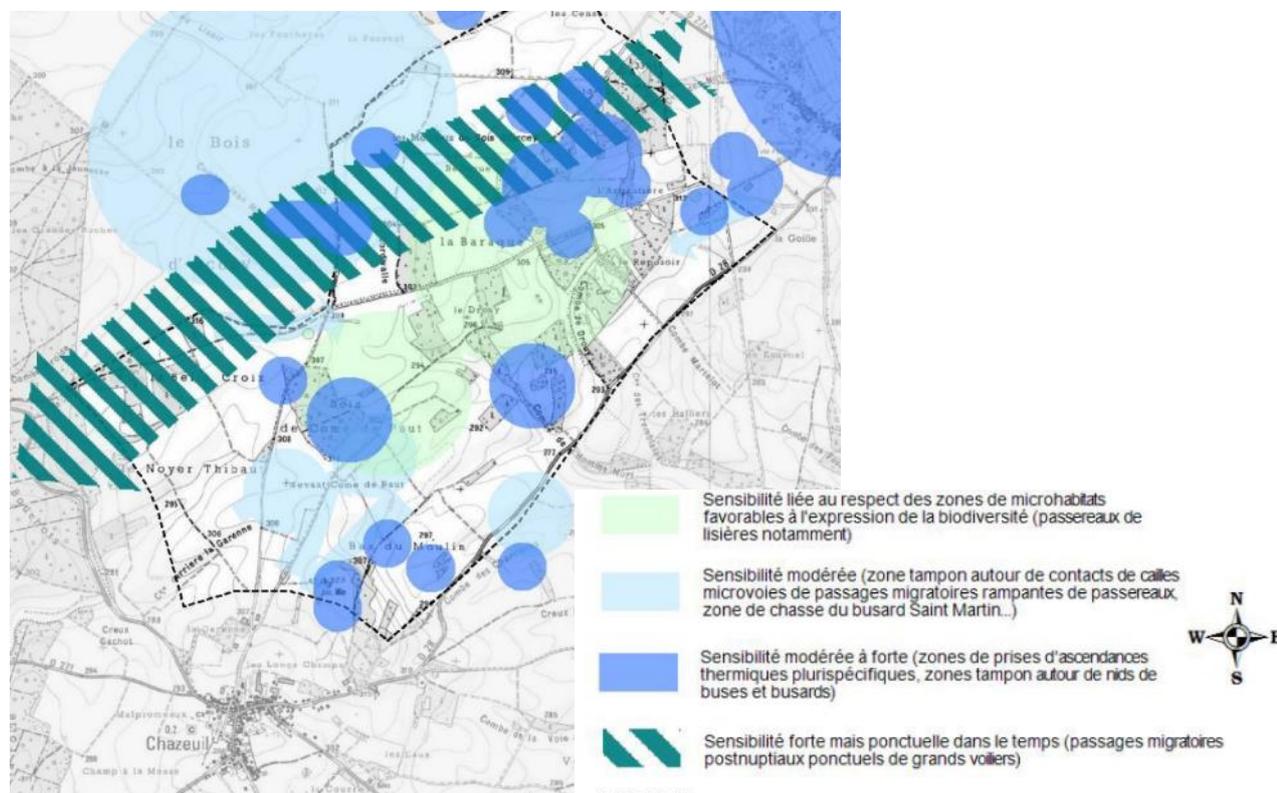


Figure 11 : Sensibilité en période de migration postnuptiale identifiée sur l'aire d'étude

## 1 Contexte de l'étude et aspects méthodologiques

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

Le site étudié lors de l'étude d'impact présente une diversité d'espèces de chiroptères relativement importante (14 espèces détectées). Dans les espèces de chiroptères sensibles à l'éolien, la Noctule commune, la Noctule de Leisler, la Pipistrelle de Kuhl et la Pipistrelle de Nathusius n'ont été que très marginalement enregistrées. La Pipistrelle commune quand elle fréquente beaucoup le site et a été détectée à chaque passage lors de l'étude d'impact. 6 gîtes ont été identifiés à proximité sur les communes de Sacquenay et de Chazeuil.

Les lisières de haies et de bosquets sont identifiées comme zone de transit et de chasse pour les chauves-souris. Aucun mouvement migratoire marqué n'a été détecté sur l'aire d'étude.

## 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 et protocole national

L'arrêté ministériel du 26 août 2011 relatif aux installations de production d'électricité utilisant l'énergie mécanique du vent dispose que « au moins une fois au cours des trois premières années de fonctionnement de l'installation puis une fois tous les dix ans, l'exploitant met en place un suivi environnemental permettant notamment d'estimer la mortalité de l'avifaune et des chiroptères due à la présence des aérogénérateurs. Lorsqu'un protocole de suivi environnemental est reconnu par le ministre chargé des installations classées, le suivi mis en place par l'exploitant est conforme à ce protocole. Ce suivi est tenu à disposition de l'inspection des installations classées ».

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.

### 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 doit être 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 12 : 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 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).

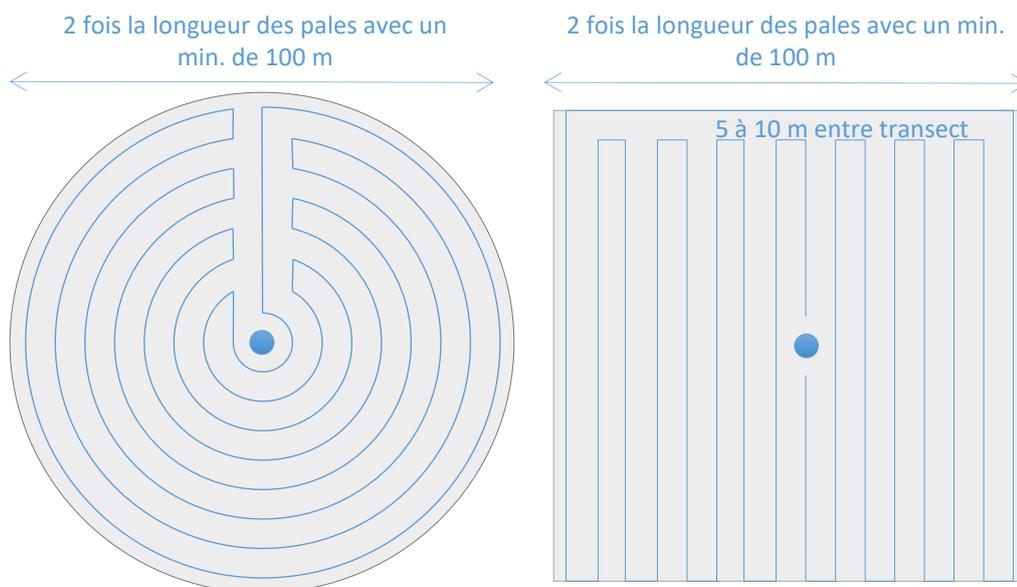


Figure 13 : Schéma de la surface-échantillon à prospecter (largeur de transects de 5 à 10 m) (extrait du protocole national 2018)

**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 ;
- Analyser les résultats, de l'impact du parc et de l'efficacité des mesures ;

## 1 Contexte de l'étude et aspects méthodologiques

- 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 des sources du Mistral. 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 :

$$N_e = N_d / ( a \times P(s,f) )$$

**N<sub>e</sub>** = nombre estimé le plus probable de chauves-souris ou d'oiseaux tués par les éoliennes au sein de la zone prospectée.

**N<sub>d</sub>** = 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.

**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

● *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

disparition. Associée au nombre de cadavres trouvés durant le suivi pour chaque éoliennes ( $N_d$ ) ainsi qu'à la surface moyenne non prospectée ( $a$ ), il est possible d'estimer la mortalité réelle. Ainsi  $a \times P(s,f)$  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  $N_e$ . 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 tout au long du suivi. Le moment de réalisation des tests doit permettre sur l'ensemble de pouvoir tester l'observateur dans un maximum de situations d'occupation du sol. 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,**

---

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

## 1 Contexte de l'étude et aspects méthodologiques

**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 possible 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).

---

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  $\alpha \times P(s, f)$  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

## 1 Contexte de l'étude et aspects méthodologiques

correcteur de surface moyen pour intégrer la part des surfaces non prospectées et non prospectables puis multipliée par le nombre de cadavres découverts lors des suivis.

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-Nievelgelt et al. 2015) et par Korner-Nievelgelt (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 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 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).

## 1 Contexte de l'étude et aspects méthodologiques

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 cadavres (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 aller au point d'être dans l'incapacité à 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 50 m autour de chaque éolienne : 11 cercles éloignés de 5 m les uns des autres, en partant du plus éloigné du mât de l'éolienne (50 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 50 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, 11 cercles de diamètre variable ont été parcourus ainsi qu'un tour au pied de l'éolienne.

**Pour chaque éolienne, nous prévoyons alors de parcourir environ 1 900 m de transect, à une vitesse de 2 km/h environ.**

👉 Ainsi 23 passages ont été réalisés, à raison d'un par semaine, du 16 mai 2019 au 16 octobre 2019.

#### *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 seront 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 réalisée 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 seront remplacés simplement en dehors de l'aire de prospection.

---

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

L'expertise des oiseaux en migration postnuptiale a été menée sur le parc éolien et ses abords en période postnuptiale, entre fin-août et fin octobre 2019.

Quatre passages ont été effectués selon une méthodologie comparable à celle de l'étude d'impact de 2011. L'aire d'étude et les points d'observation ont été calqués sur ceux mis en place dans cette étude pré-implantation (cf. carte ci-dessous), le suivi de la migration postnuptiale a donc été réalisé sur 5 points d'observation localisés dans et aux abords de l'aire d'étude rapprochée définie en 2011.

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 étant principalement en contexte ouvert, 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

### 2.3 Équipe de travail et dates de prospection

#### 2.3.1 Équipe de travail

La constitution d'une équipe pluridisciplinaire a été nécessaire dans le cadre de cette étude

Tableau 1 : Équipe de travail

Domaine d'intervention	Agents de Biotope
<b>Contrôle qualité</b>	Michaël GUILLON
<b>Chef de projet</b> Responsable et rédaction du projet	Violette LE GUERN
<b>Technicien suivi de mortalité</b> Réculte des données mortalité avifaune et chiroptères	Sophie LAURENT
<b>Expert Ornithologue</b> Réculte des données avifaune en migration	Louis HEBERT

#### 2.3.2 Prospections de terrain

Les dates de passages et les conditions météorologiques sont détaillées dans le tableau ci-dessous

23 passages ont été réalisés au total lors du suivi de mortalité (le passage 0 correspondant à un état initial). Il a nécessité la réalisation en parallèle de 2 tests d'efficacité de la recherche et 2 tests de la prédation sur site. Chaque test a été réalisé en été puis en automne afin de prendre en compte les modifications d'occupation du sol au cours du suivi.

Tableau 2 : Prospections de terrain et informations météorologiques

Numéro de passage	Date	Conditions météorologiques
<b>Suivi de mortalité (23 passages)</b>		
0	16/05/2019	Vent moyen :8,5 km/h; Température moyenne: 12,1°C; Nébulosité:91%
1	24/05/2019	Vent moyen :5 km/h; Température moyenne: 18,4°C; Nébulosité:92%
2	31/05/2019	Vent moyen :2,7 km/h; Température moyenne: 19,4°C; Nébulosité:100%
3	07/06/2019	Vent moyen :10,9 km/h; Température moyenne: 14°C; Nébulosité:94%
4	14/06/2019	Vent moyen :2,7 km/h; Température moyenne: 16°C; Nébulosité:93%
5	20/06/2019	Vent moyen :12 km/h; Température moyenne: 18,6°C; Nébulosité:92%
6	27/06/2019	Vent moyen :6,8 km/h; Température moyenne: 29,8°C; Nébulosité:0%
7	04/07/2019	Vent moyen :7,7 km/h; Température moyenne: 23°C; Nébulosité:0%
8	11/07/2019	Vent moyen :4,3 km/h; Température moyenne: 20,2°C; Nébulosité:95%
9	18/07/2019	Vent moyen :7,2 km/h; Température moyenne: 23,9°C; Nébulosité:92%

## 1 Contexte de l'étude et aspects méthodologiques

Numéro de passage	Date	Conditions météorologiques
10	25/07/2019	Vent moyen :9,7 km/h; Température moyenne: 34,1°C; Nébulosité:0%
11	30/07/2019	Vent moyen :11 km/h; Température moyenne: 19,8°C; Nébulosité:94%
12	08/08/2019	Vent moyen :4,2 km/h; Température moyenne: 23,6°C; Nébulosité:88%
13	16/08/2019	Vent moyen :2,6 km/h; Température moyenne: 20,6°C; Nébulosité:88%
14	21/08/2019	Vent moyen :8,8 km/h; Température moyenne: 19,2°C; Nébulosité:88%
15	29/08/2019	Vent moyen :9,6 km/h; Température moyenne: 22,9°C; Nébulosité:85%
16	05/09/2019	Vent moyen :10,5 km/h; Température moyenne: 15,1°C; Nébulosité:89%
17	12/09/2019	Vent moyen :7,4 km/h; Température moyenne: 21,1°C; Nébulosité:0%
18	19/09/2019	Vent moyen :13,2 km/h; Température moyenne: 15°C; Nébulosité:0%
19	27/09/2019	Vent moyen :14,5 km/h; Température moyenne: 14,7°C; Nébulosité:0%
20	03/10/2019	Vent moyen :2,9 km/h; Température moyenne: 9,9°C; Nébulosité:84%
21	10/10/2019	Vent moyen :13,1 km/h; Température moyenne: 12,5°C; Nébulosité:100%
22	16/10/2019	Vent moyen :16,3 km/h; Température moyenne: 13,5°C; Nébulosité:94%
<b>Tests de prédation (2 tests)</b>		
Test 1	20/06/2019	Dépôt de 90 rats (puis suivi à j+1, j+2, j+4, j+7, j+10, j+14)
Test 2	12/09/2019	Dépôt de 90 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	13/06/2019	Dépôt de 75 leurres
Test 2	20/08/2019	Dépôt de 75 leurres
<b>Suivi migration Postnuptiale (4 inventaires)</b>		
1	30/08/2019	Vent moyen :15 km/h; Température moyenne: 22°C; Nébulosité: 5 %
2	23/09/2019	Vent moyen :16 km/h; Température moyenne: 13°C; Nébulosité: 65 %
3	23/10/2019	Vent moyen :12 km/h; Température moyenne: 12°C; Nébulosité: 35 %
4	06/11/2019	Vent moyen :15 km/h; Température moyenne: 9°C; Nébulosité: 65 %

## 1 Contexte de l'étude et aspects méthodologiques

### 2.4 Conditions de réalisation du suivi de mortalité

#### 2.4.1 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 ci-dessous). Les éoliennes étant implantées en milieu agricole cette évolution a eu principalement lieu au printemps et été lors de la pousse des cultures qui a rendu la recherche de plus en plus difficile puis lors de la récolte en fin d'été qui a drastiquement augmenté la surface de recherche sur plusieurs éoliennes.

Le couvert végétal dans les zones de recherche influence directement les capacités de l'observateur à détecter les cadavres. Les milieux herbacés hauts (> à 30/50 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 est considérée comme nulle et les parcelles non prospectées.

Dans le cadre de cette étude, la végétation a été la seule contrainte dans la recherche de cadavre où pour certains passages, elle a réduit parfois fortement les surfaces à prospecter.

Cette contrainte a été intégrée dans les modalités de calcul par 1) le coefficient correcteur de surface et 2) le coefficient d'efficacité de recherche.

Tableau 3 : Bilan de l'occupation du sol pour les neuf éoliennes sur l'ensemble de la période de suivi.

Milieux	E01	E02	E03	E04	E05	E06	E07	E08	E09	Total
Boisement				26%				27%		6%
Céréale	15%	35%	20%			3%		20%		10%
Chaume	5%	10%	7%			3%		13%		4%
Chemin d'accès		1%	6%	7%	5%				2%	2%
Colza			21%	16%	32%		80%			16%
Friche				3%	3%	1%		3%	3%	2%
Moutarde sauvage				4%	3%					1%
Plateforme	13%	12%	14%	16%	18%	12%	13%	13%	12%	14%
Pois	23%									3%
Prairie						43%		1%	77%	13%
Semis	10%									1%
Sol champ nu	33%	41%	32%	29%	40%	39%	2%	13%		25%
Tournesol							6%	11%	4%	2%
<b>Total milieux non prospectables</b>	<b>38%</b>	<b>35%</b>	<b>41%</b>	<b>45%</b>	<b>35%</b>	<b>4%</b>	<b>86%</b>	<b>61%</b>	<b>7%</b>	<b>39%</b>
<b>Total</b>	<b>100 %</b>	<b>100 %</b>	<b>100 %</b>	<b>100%</b>						

Représentation en pourcentage des surfaces cumulées des différentes occupations du sol observées par éoliennes et pour le parc sur l'ensemble de la période de suivi d'un an. 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 prospectable la majeure partie de l'année de suivi (non prospectable uniquement ponctuellement).

## 1 Contexte de l'étude et aspects méthodologiques

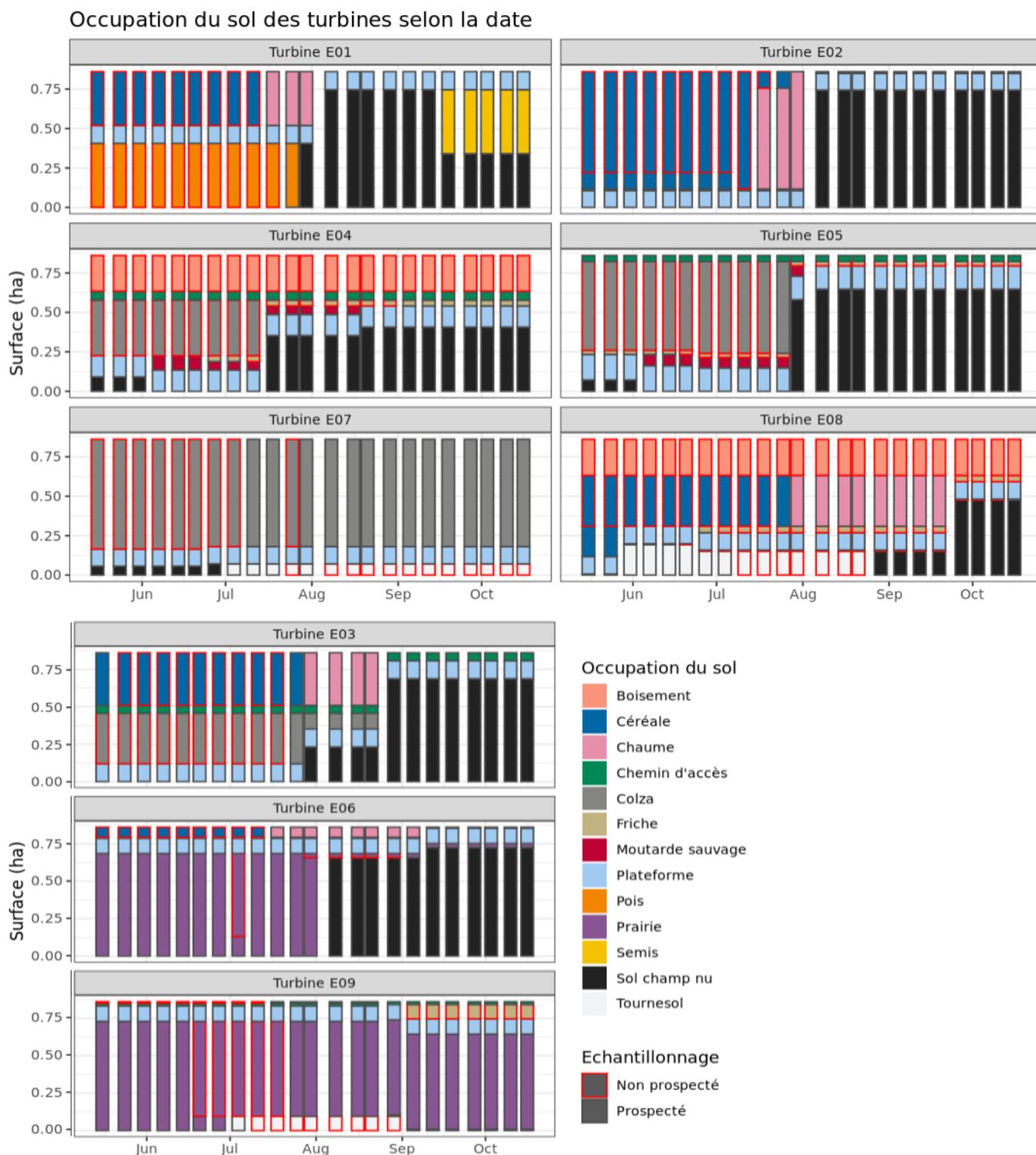


Figure 14 : Evolution de l'occupation du sol et surfaces prospectées sur l'ensemble du suivi

## 1 Contexte de l'étude et aspects méthodologiques

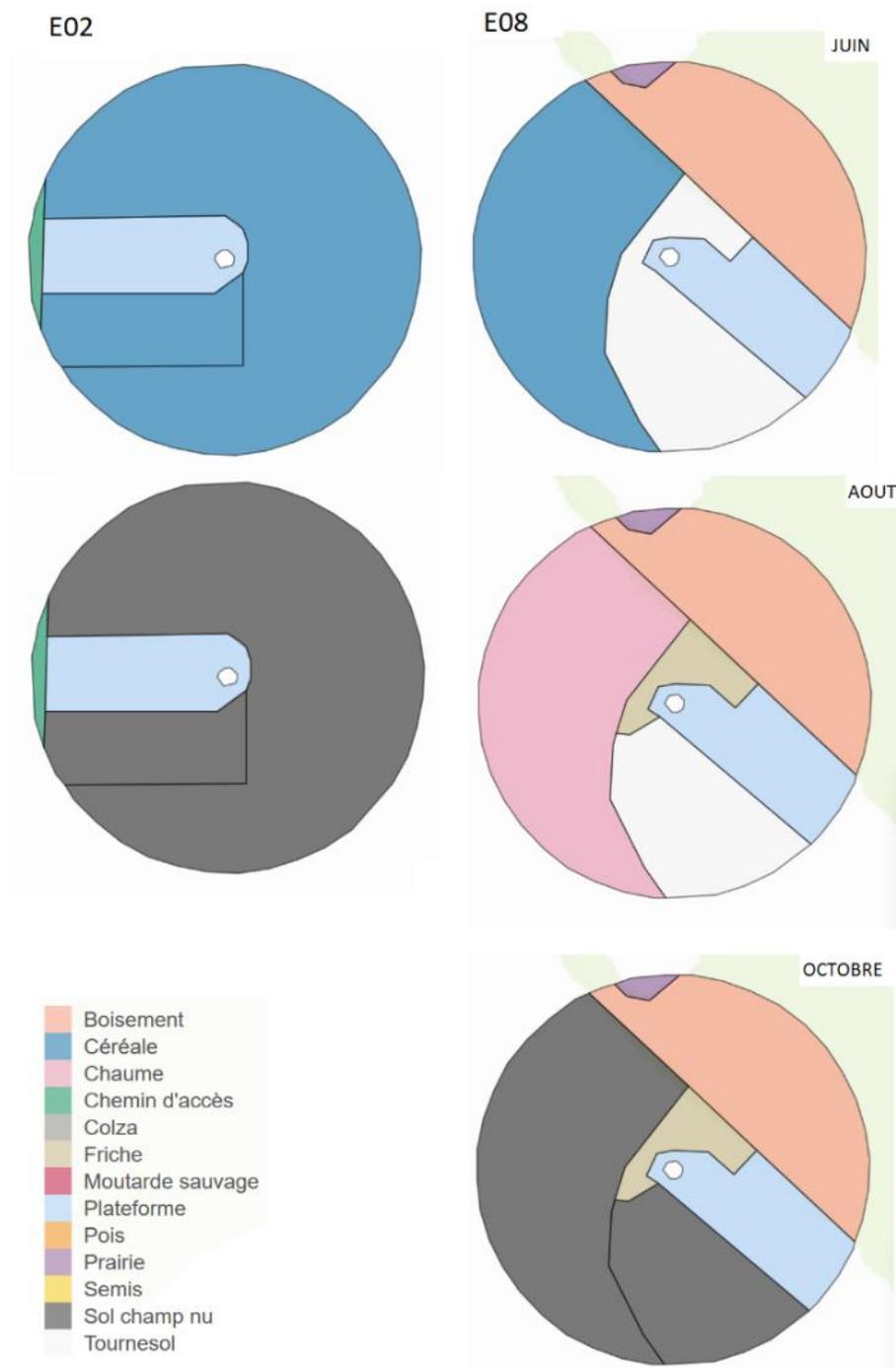


Figure 15 : occupation du sol représentative du parc éolien des sources du Mistral

A gauche : L'occupation du sol de l'éoliennes E02 est représentative du changement d'occupation du sol observé sur les éoliennes E02, E03, E05, E06 et dans une moindre mesure E01 et E04 : la récolte en fin d'été abouti à l'augmentation importante de la surface prospectable.

A droite : Occupation du sol de l'éolienne E08 sur laquelle plusieurs changements importants ont été observés.

## 1 Contexte de l'étude et aspects méthodologiques

### 2.4.2 Evolution du taux de surface prospectée

Du fait principalement de l'évolution de la végétation, l'ensemble des surfaces n'ont pas pu être prospectée tout au long du suivi. Ce taux de surface prospectée est variable dans le temps et différent pour chaque éolienne suivie. Implanté en contexte agricole, la végétation évolue avec l'exploitation des cultures. C'est cette exploitation qui explique notamment une augmentation nette des surfaces prospectables en été après la période des moissons.

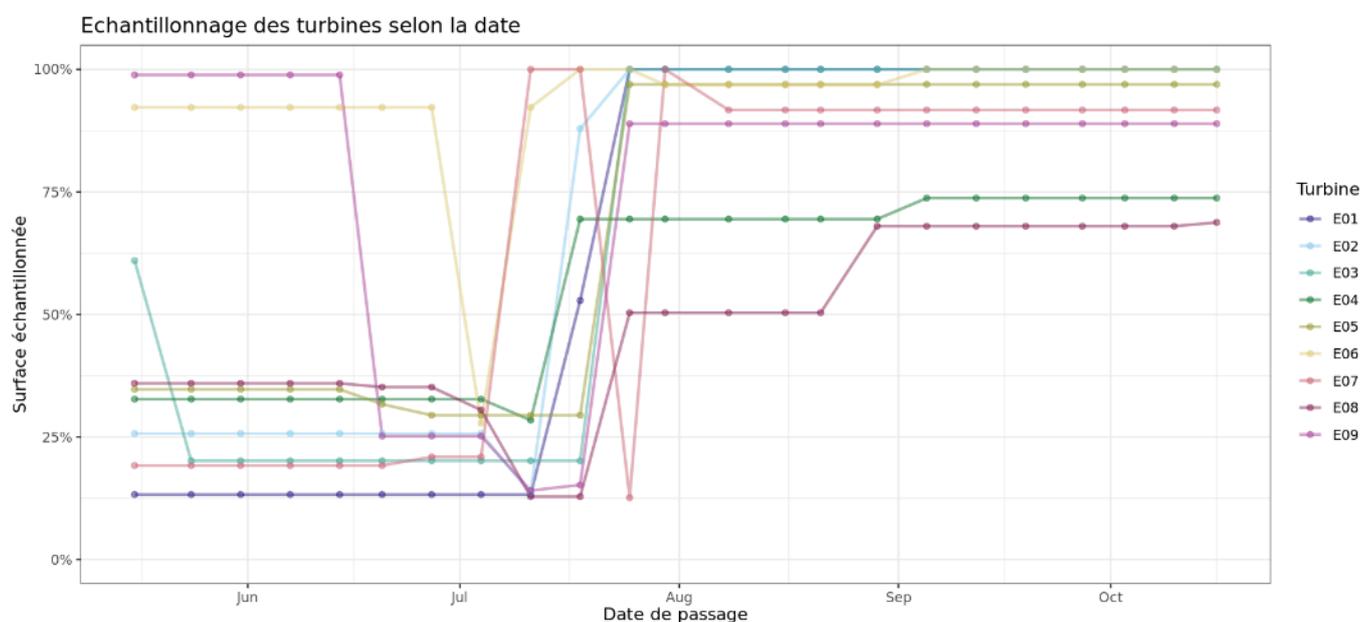


Figure 16 : Evolution du pourcentage de surface prospectée par passage

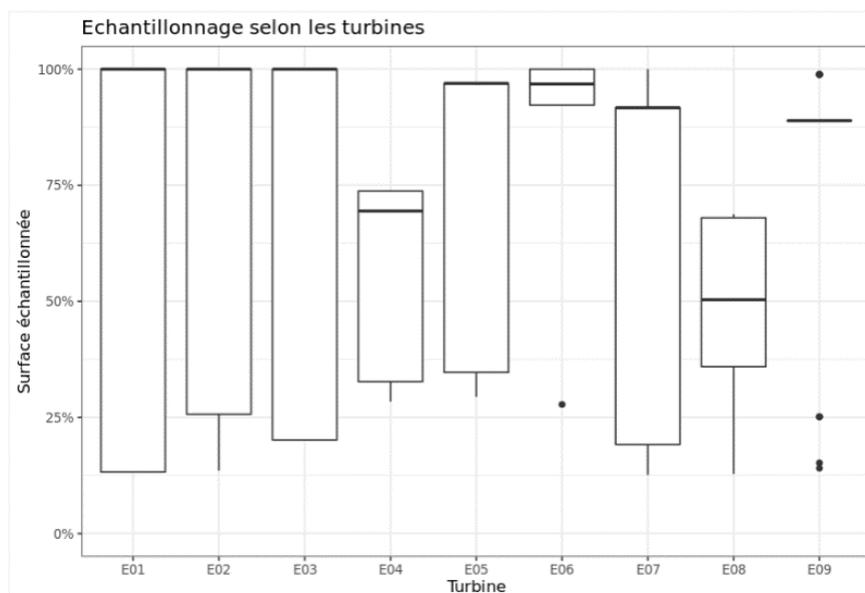


Figure 17 : Synthèse (boite à moustaches) du pourcentage de surface prospectée par passage par éolienne sur l'ensemble du suivi (de bas en haut : minimum, 1er quartile, médiane en gras, 3ème quartile, maximum).

## 1 Contexte de l'étude et aspects méthodologiques

### 2.4.3 Réalisation des tests de prédation

Les deux tests de prédation ont été réalisés sur 14 jours sous l'ensemble des éoliennes du parc. Les tests de prédation ont été réalisés par l'opérateur en charge du suivi de mortalité. La pose (J0), a été réalisée en début de semaine en dehors du cadre habituelle d'un passage hebdomadaire « suivi de mortalité ». 90 cadavres de jeunes rats (fraîchement décongelés, catégories « Petit rats 25 – 50g ») ont été disposés de manière aléatoire (localisations générées une seulement fois par SIG puis réutilisées pour chaque test) sur l'ensemble des zones de prospections (tampon de 50 m autour des éoliennes).

Les visites de contrôle ont été faites à différents jours (J+1, J+2, J+4, J+7, J+10, J+14), tôt le matin, pendant deux semaines. L'opérateur avait la charge de noter la présence de tous les cadavres avec identification et localisation des cadavres disparus à chaque passage dédié.

### 2.4.4 Réalisation des tests d'efficacité de l'observateur

Pour les secteurs prospectés, ce coefficient varie en fonction du couvert végétal (densité, hauteur) et, donc, de la période de l'année. Celui-ci a été évalué en plaçant des leurres à l'insu de l'observateur. Au minimum, 15 leurres par grand type d'habitat observé à chaque test ont été disposés aléatoirement (soit 75 leurres disposés par test,). La pose est réalisée tôt le matin avant le lancement du suivi. Des leurres non organiques ont été déployés (pas de risques de disparition par les prédateurs). La position de chaque lure est enregistrée au GPS. Le test se déroule pendant la réalisation du suivi de mortalité par l'observateur selon le protocole habituel des transects circulaires. L'observateur a noté et localisé les leurres retrouvés et l'opérateur en charge du test, contrôle à la fin du suivi de mortalité, le nombre de leurres découverts par catégorie d'occupation du sol testée.



Figure 18 : Type de leurres utilisés dans le cadre des tests d'efficacité de recherche © Biotope

## 1 Contexte de l'étude et aspects méthodologiques

Tableau 4 : Nombre total de leurres disposés par éolienne en fonction de l'occupation du sol sur l'ensemble du suivi (poses cumulées des 2 tests).

Occupation du sol	E01	E02	E03	E04	E05	E06	E07	E08	E09	Parc ensemble
Céréale		11					4			15
Chaume			5			2		8		15
Chemin d'accès			2	2						4
Colza			4				11			15
Friche						1				1
Moutarde sauvage				5	4					9
Plateforme	1	3	2	3	2	6	2	2	5	26
Prairie						15		1	28	44
Sol champ nu	3	1	2	6	1	2				15
Tournesol								6		6
Hauteur de végétation (en cm)	E01	E02	E03	E04	E05	E06	E07	E08	E09	Parc ensemble
0	4	4	6	11	3	9	2	2	5	46
2			5			8				13
5		11	4				4	8		27
10				5	4	2			15	26
15								6	6	12
20							11			11
30						7				7
35								1		1
50									7	7
Date de test	E01	E02	E03	E04	E05	E06	E07	E08	E09	Parc ensemble
13/06/2019		13	2	7	5	20	5	9	14	75
20/08/2019	4	2	13	9	2	6	12	8	19	75
<b>Total</b>	<b>4</b>	<b>15</b>	<b>15</b>	<b>16</b>	<b>7</b>	<b>26</b>	<b>17</b>	<b>17</b>	<b>33</b>	<b>150</b>

### 2.4.5 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 (7 passages sur 23 ont été effectués par un second observateur).

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 10 catégories d'occupation du sol qui ont été testées ainsi que 9 hauteurs différentes de végétation.

2

## Synthèse et analyse des résultats

## 2 Synthèse et analyse des résultats

# 1 Avifaune en migration postnuptiale

## 1.1 Espèces recensées en période de migration postnuptiale

### 1.1.1 Richesse spécifique

À l'issue des prospections réalisées en période de migration postnuptiale, 32 espèces ont été observées, dont 17 en migration active et 15 espèces locales ou en halte migratoire (. 35 espèces avaient été contactées sur cette même période lors de l'étude d'impact de 2011.

Parmi ces espèces, 24 sont strictement protégées en France, quatre sont inscrites à l'Annexe I de la Directive « Oiseaux » et 8 sont chassables. 21 espèces sont communes et locales et 11 sont peu communes ou présentes uniquement en migration et/ou hivernage.

La plupart des espèces observées sur l'aire d'étude rapprochée sont donc protégées. Cette protection concerne d'une part les individus, et d'autre part leurs habitats, ceci afin de ne pas remettre en cause le bon accomplissement des cycles biologiques de ces espèces.

### 1.1.2 Espèces patrimoniales et sensibles à l'éolien

Dans le cadre des expertises effectuées en 2019, 10 espèces patrimoniales et/ou au moins faiblement sensibles à l'éolien ont été recensées au sein de l'aire d'étude rapprochée (espèces en gras dans le tableau suivant).

Les éléments principaux sont repris sous forme de tableau, présentant pour chaque espèce :

- Son enjeu de patrimonialité (menacée au niveau européen, national ou régional) ;
- Ses effectifs lors des expertises de terrain de 2019.
- Sa sensibilité à l'éolien ;

Les informations principales sont les suivantes :

- La sensibilité des espèces : évaluée d'après le tableau de Tobias Dürr « Vogelverluste an Windenergieanlagen / bird fatalities at windturbines in Europe » du 02 Septembre 2019, 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.
- La patrimonialité des espèces : une espèce migratrice est considérée comme patrimoniale si elle :
  - est inscrite à l'Annexe 1 de la Directive « Oiseaux » ;
  - présente un statut de menace (« en danger critique » (CR), « en danger » (EN), « vulnérable » (VU), « quasi menacée » (NT), « rare » ou « en déclin ») dans la liste rouge mondiale, européenne, nationale (liste rouge des oiseaux de passage ici) et/ou régionale correspondante (liste rouge des Oiseaux migrateurs en Côte d'Or ici).

## 2 Synthèse et analyse des résultats

Tableau 5 : Espèces observées en période de migration postnuptiale sur ou à proximité du parc éolien des sources du mistral

Nom commun	Nom scientifique	Statut de protection en France	DO	LR EU	LRN	LR des Oiseaux Migrateurs en Côte d'Or (2017)	Effectif 2019	Effectifs observés en 2011	Sensibilité à l'éolien
Alouette des champs	<i>Alauda arvensis</i>	Non	Non	LC	NA	M	21	60	Forte
Bec-croisé des sapins	<i>Loxia curvirostra</i>	Oui	Non	LC	NA	R	1	0	Très faible
Bergeronnette grise	<i>Motacilla alba</i>	Oui	Non	LC	NA	M	8	15	Très faible
Bondrée apivore	<i>Pernis apivorus</i>	Oui	Oui	LC	LC	M	1	0	Très faible
Busard Saint-Martin	<i>Circus cyaneus</i>	Oui	Oui	NT	NA	M	1	0	Très faible
Buse variable	<i>Buteo buteo</i>	Oui	Non	LC	NA	M	8	2	Forte
Chardonneret élégant	<i>Carduelis carduelis</i>	Oui	Non	LC	NA	M	1	37	Très faible
Étourneau sansonnet	<i>Sturnus vulgaris</i>	Non	Non	LC	NA	M	52	61	Moyenne
Faucon crécerelle	<i>Falco tinnunculus</i>	Oui	Non	LC	NA	M	9	0	Forte
Geai des chênes	<i>Garrulus glandarius</i>	Non	Non	LC	-	M	4	0	Très faible
Grive draine	<i>Turdus viscivorus</i>	Non	Non	LC	NA	M	3	32	Très faible
Grive litorne	<i>Turdus pilaris</i>	Non	Non	LC	-	M	1	0	Très faible
Grue cendrée	<i>Grus grus</i>	Oui	Oui	LC	NA	M	129	0	Moyenne
Hibou moyen-duc	<i>Asio otus</i>	Oui	Non	LC	NA	M	1	0	Très faible
Linotte mélodieuse	<i>Carduelis cannabina</i>	Oui	Non	LC	NA	M	12	58	Très faible
Mésange bleue	<i>Cyanistes caeruleus</i>	Oui	Non	LC	NA	M	3	12	Très faible
Mésange charbonnière	<i>Parus major</i>	Oui	Non	LC	NA	M	49	5	Très faible
Milan royal	<i>Milvus milvus</i>	Oui	Oui	NT	NA	M	32	12	Très forte
Perdrix grise	<i>Perdix perdix</i>	Non	Non	LC	-	-	1	0	Moyenne
Pic épeiche	<i>Dendrocopos major</i>	Oui	Non	LC	-	-	2	0	Très faible
Pic vert, Pivert	<i>Picus viridis</i>	Oui	Non	LC	-	-	1	0	Très faible
Pigeon ramier	<i>Columba palumbus</i>	Non	Non	LC	-	M	185	64	Moyenne
Pinson des arbres	<i>Fringilla coelebs</i>	Oui	Non	LC	NA	M	116	102	Très faible

## 2 Synthèse et analyse des résultats

Pipit farlouse	<i>Anthus pratensis</i>	Oui	Non	NT	NA	M	20	4	Très faible
Pluvier doré	<i>Pluvialis apricaria</i>	Non	Non	LC	-	M	1	0	Très faible
Pouillot véloce	<i>Phylloscopus collybita</i>	Oui	Non	LC	NA	M	3	0	Très faible
Roitelet huppé	<i>Regulus regulus</i>	Oui	Non	LC	NA	M	1	0	Moyenne
Rougegorge familial	<i>Erithacus rubecula</i>	Oui	Non	LC	NA	M	2	0	Moyenne
Rougequeue noir	<i>Phoenicurus ochruros</i>	Oui	Non	LC	NA	M	2	0	Très faible
Traquet motteux	<i>Oenanthe oenanthe</i>	Oui	Non	LC	DD	M	2	0	Très faible
Tarier des prés	<i>Saxicola rubetra</i>	Oui	Non	LC	DD	M	1	0	Très faible
Verdier d'Europe	<i>Carduelis chloris</i>	Oui	Non	LC	NA	M	7	10	Très faible
32 espèces pour 680 individus observés en 2019									

DO : Directive Oiseaux = Oui : 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.

Oui : 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.

LRN = Liste Rouge Nationale. Liste rouge des oiseaux de passage (*UICN France, MNHN, LPO, SEOF & ONCFS – 2011*) : DD : données insuffisantes ; NA : non applicable

Liste rouge des Oiseaux Migrateurs en Côte d'Or (*LPO Côte-d'Or, 2017*) : M : Migrateur de passage ; R : Migrateur rare

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)

## 2 Synthèse et analyse des résultats

### 1.1.3 Grue cendrée et Milan royal

Lors des inventaires réalisés en 2019 sur le parc éolien de Sacquenay, aucune observation de Grues cendrées (*Grus grus*) n'a pu être réalisée. Cependant, dans le cadre d'une mission réalisée à proximité du site d'étude, un groupe de 129 individus en migration active a pu être observé à proximité du parc éolien le 29 Octobre 2019. Ce groupe d'individus a été contacté en vol au Sud du site d'étude en direction du Nord et à une altitude comprise entre 100 et 150 mètres. Il est probable que ces dernières se dirigeaient vers le Lac du Der situé à proximité de Saint-Dizier à une centaine de kilomètres au Nord du site d'étude. Il s'agit, en effet, d'un site de regroupement pour plusieurs dizaines de milliers d'individus en halte migratoire ou en hivernage. L'axe migratoire principal des Grues cendrées étant situé plus au Nord du site d'étude, le flux constitué par le groupe d'individus observé représente ainsi une micro-voie de passage ponctuelle et localisée pour l'espèce.

32 Milans royaux ont été observés au niveau du parc éolien de Sacquenay en période de migration postnuptiale en 2019. C'est le 6 novembre que sont passés le plus de Milans royaux avec 20 individus. Cela correspond aux périodes de passages généralement recensées pour l'espèce en France (début des observations de Milans royaux en migration postnuptiale à partir de la fin du mois de Juillet jusqu'à la mi-Décembre). Les principales voies de migrations locales sont essentiellement concentrées au niveau de la vallée de la Saône à l'Est et au niveau des côteaux de Selongey à l'Ouest. L'activité migratoire reste donc modérée au niveau du site d'étude en période postnuptiale. Toutefois, dans le cadre d'une mission réalisée à proximité du site d'étude, un plus grand nombre de Milan royaux a pu être observé au Sud du site d'étude (61 individus observés à la même période).

Les enjeux liés aux passages notamment des Grues cendrées et des Milans royaux sont ainsi marqués en période postnuptiale avec des flux plus importants en fin Octobre/début Novembre. L'influence du relief favorable aux prises d'ascendances en amont du site au Nord peut expliquer ces micro-voies de migrations particulières.

### 1.1.4 Hauteurs de vol

Près de 80 % des effectifs passent en vol en dehors de la zone de rotation des pales, c'est-à-dire à moins de 40 mètres ou à plus de 150 mètres de haut. Il s'agit principalement de passereaux (Pinsons des arbres, Mésange charbonnières), d'Étourneaux sansonnets et de Pigeons ramiers observés en halte, posés dans les champs.

Le Busard Saint-Martin a également été observé à basse altitude (environ 25 mètres) en chasse en dehors de l'aire d'étude rapprochée.

## 2 Synthèse et analyse des résultats

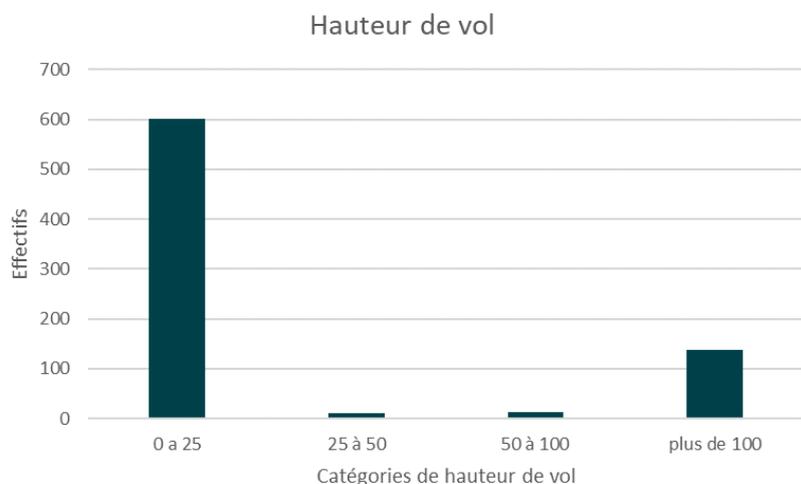


Figure 19 : Hauteur de vol des oiseaux en vol sur l'aire d'étude rapprochée

Parmi les espèces volant à hauteur des pales, c'est-à-dire entre 50 et 150 mètres de haut, on trouve essentiellement 5 espèces :

- la Bondrée apivore,
- la Buse variable,
- le Geai des chênes,
- la Grue cendrée
- le Milan royal.

Le Geai des chênes a été observé à environ 50 mètres d'altitude en migration active.

Plusieurs Buses variables et la Bondrée apivore ont, quant à elles, été observées en migration active à environ 100 mètres d'altitudes, à hauteur de pales d'éoliennes. De même, un groupe de Grues cendrées a été observé entre 100 et 150 mètres d'altitudes, le 29 Octobre 2019.

Enfin, plusieurs observations de Milans royaux ont été faites à proximité des éoliennes :

- Un groupe de 3 individus a été observé à faible altitude (entre 10 et 60m d'altitude).
- Quatre Milans royaux ont été observés au Nord de l'aire d'étude rapprochée en chasse puis se sont posés au niveau d'un bosquet.
- Un second groupe, de cinq individus, a été observé en migration active en direction du Sud-Ouest à environ 70 mètres d'altitude.
- Trois Milans royaux ont été observés en vol à hauteur de pâles (environ 100 mètres d'altitude).
- Un troisième groupe, de 3 individus, a été observé à haute altitude (entre 150 et 200m d'altitude).
- Enfin, un groupe de quatorze individus, a été observé en migration active à 200 mètres d'altitude puis est redescendu une fois les éoliennes dépassées, jusqu'à venir se poser sur un alignement d'arbres au Sud de l'aire d'étude pour y passer la nuit.

## 2 Synthèse et analyse des résultats

### 1.1.5 Comportements à l'approche du parc

La plupart des individus observés, qui appartiennent principalement à des espèces de passereaux volant en dessous des zones de rotation des pales d'éoliennes, n'ont pas présenté de modification de comportement remarquable à l'approche des éoliennes. .

Toutefois, on peut noter le comportement d'un groupe de Milans royaux ayant été observé en migration active. Ce dernier a profité d'une zone d'ascendance thermique située au Nord-Est de l'aire d'étude afin de survoler les éoliennes à haute altitude (200 mètres) pour enfin redescendre et finalement se poser au Sud de l'aire d'étude.

Notons que ce comportement n'a été observé que sur ce groupe de Milans royaux, les autres individus ayant essentiellement été observés à hauteur de pales sans comportement particulier. On peut également noter qu'un individu a été observé à 100 mètres d'altitude en direction du Nord-Est de l'aire d'étude rapprochée, se dirigeant certainement vers la zone d'ascendance thermique afin de reprendre de l'altitude et survoler le parc éolien.

Un groupe de 129 Grues cendrées a été observé à proximité du parc en vol entre 100 et 150 mètres d'altitude. Ces dernières ont été contactées en migration active dans la direction Nord-Ouest, ne suivant pas l'axe Nord-Ouest/Sud-Est typique de la migration postnuptiale de cette espèce. Ceci peut s'expliquer par des regroupements conséquents au niveau du Lac du Der à une centaine de kilomètres au Nord de l'aire d'étude. Toutefois, elles n'ont pas traversé le parc éolien et se sont contentées de le longer sans présenter de 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.

Parallèlement, la majorité des individus volant à hauteur des pales n'a 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 Buse variable, la Bondrée apivore ou encore 9 des 32 Milans royaux observés, passant en vol entre 70 et 100 mètres de haut à proximité des éoliennes.

### 1.1.6 Haltes migratoires

Les haies et les lisières de boisements sont des secteurs de halte migratoire pour les petits groupes de passereaux observés en halte : Rougequeue noir, Mésange charbonnière, Pinson des arbres.

Les cultures et prairies sont également utilisées par la Linotte mélodieuse, le Tarier des prés et le Traquet motteux.

L'ensemble des autres espèces n'a été observé qu'en vol.



## Déplacements en migration, en chasse ou en transit des espèces remarquables au sein de l'aire d'étude rapprochée

Suivi environnemental du parc éolien de SACQUENAY (21)

▭ Aire d'étude rapprochée

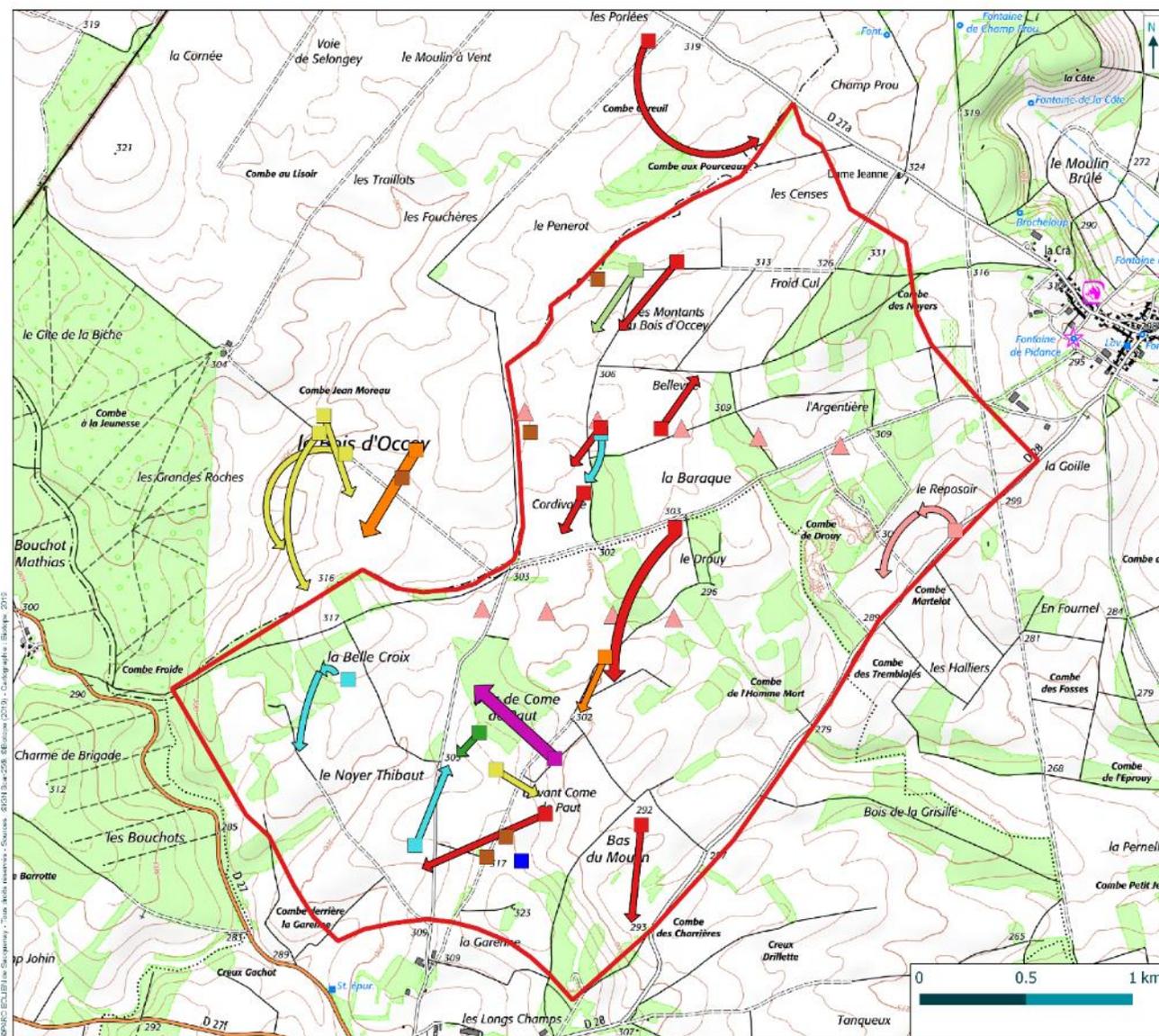
▲ Éoliennes

### Espèces remarquables en migration, en chasse ou en transit

- ▭ Alouette des champs
- ▭ Bec-croisé des sapins
- ▭ Bondrée apivore
- ▭ Busard Saint-Martin
- ▭ Buse variable
- ▭ Étourneau sansonnet
- ▭ Faucon crécerelle
- ▭ Grue cendrée
- ▭ Milan royal
- ▭ Pipit farlouse

### Effectifs des flux d'oiseaux

- ➔ 1 à 10
- ➔ 10 à 15
- ➔ 15 à 20
- ➔ +20



Carte 4 : Déplacements en migration, en chasse ou en transit des espèces remarquables au sein de l'aire d'étude rapprochée

## 2 Synthèse et analyse des résultats

### 1.2 Synthèse et analyse de l'expertise de l'avifaune en période de migration postnuptiale

---

La majorité des espèces (21 sur 32) observées en migration postnuptiale sont communes et/ou locales (ex : Pigeon ramier, Faucon crécerelle, Pic épeiche, etc.)

10 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.

La Bondrée apivore, le Busard Saint-Martin, le Milan royal et la Grue cendrée sont d'intérêt européen, car inscrits à l'annexe I de la Directive européenne 2009/147/EC, dite Directive « Oiseaux ». Le Busard Saint-Martin est considéré sédentaire au niveau de l'aire d'étude. Ces quatre espèces sont également protégées en France.

3 espèces ont un statut de conservation défavorable (quasi menacée) en Europe : Busard Saint-Martin, Milan royal et Pipit farlouse. La France a donc une responsabilité dans la préservation de ces espèces en période de migration. Le Bec-croisé des sapins est, quant à lui, classé migrateur rare en Côte d'Or et la conservation de l'axe de migration lié à l'espèce représente un enjeu modéré.

Seul le Milan royal a démontré un comportement d'évitement à l'approche du parc éolien pour quelques individus. Ces derniers ont, en effet, profité de la zone d'ascendance thermique au Nord-Est de l'aire d'étude rapprochée pour survoler le parc à haute altitude. Cependant, ce comportement n'a pas été observé chez tous les individus de Milans royaux.

Cinq espèces, soit 15,6% des espèces, volent à hauteur de pales, c'est-à-dire entre 50 et 150 mètres d'altitude : la Bondrée apivore, la Buse variable, le Geai des chênes, la Grue cendrée et le Milan royal. Ces 5 espèces représentent 25,6% des individus observés en migration postnuptiale. Tous les individus d'une espèce ne présentent pas un comportement stéréotypé à l'approche des éoliennes, toutefois on observe chez ces espèces des comportements à risques, c'est-à-dire pas d'évitement particulier du parc éolien. C'est en particulier le cas de plusieurs Milans royaux ayant traversés le parc à hauteur de pales.

---

## 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, 18 cadavres ont été trouvés lors du suivi du parc éolien des sources du Mistral, dont 8 oiseaux (6 espèces) et 10 chauves-souris (3 espèces et 2 groupes d'espèces). Les chiroptères ont été trouvés de façon homogène sur toute la durée du suivi, les oiseaux ont été découverts plus tardivement, à partir de l'été et jusqu'à la fin du suivi.

Les espèces d'oiseaux trouvées sont le Martinet noir (3), le Roitelet triple-bandeau, le Pouillot véloce, le Milan royal, le Milan noir et le Gobemouche noir (1).

Il est important de noter qu'hors protocole, fin octobre, deux cadavres de Milan royal ont été découverts en parallèle du suivi de migration postnuptial. Ces données opportunistes n'ont pas pu être intégrées aux analyses du suivi de mortalité afin de ne pas biaiser les estimations de mortalité mais elles apportent toutefois une indication sur le risque de collision existant en automne après la saison de suivi préconisée.

Les espèces de chauve-souris trouvées appartiennent majoritairement au groupe des Pipistrelles (Pipistrelle commune et Pipistrelle de Kuhl principalement ainsi que 3 pipistrelles non-identifiées à l'espèces). Une Noctule de Leisler a également été découverte.

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

● *Hors protocole, 2 Milans royaux ont été observés, ils ne sont pas intégrés à l'analyse du suivi de mortalité mais mettent en évidence les risques de collision existant en automne*

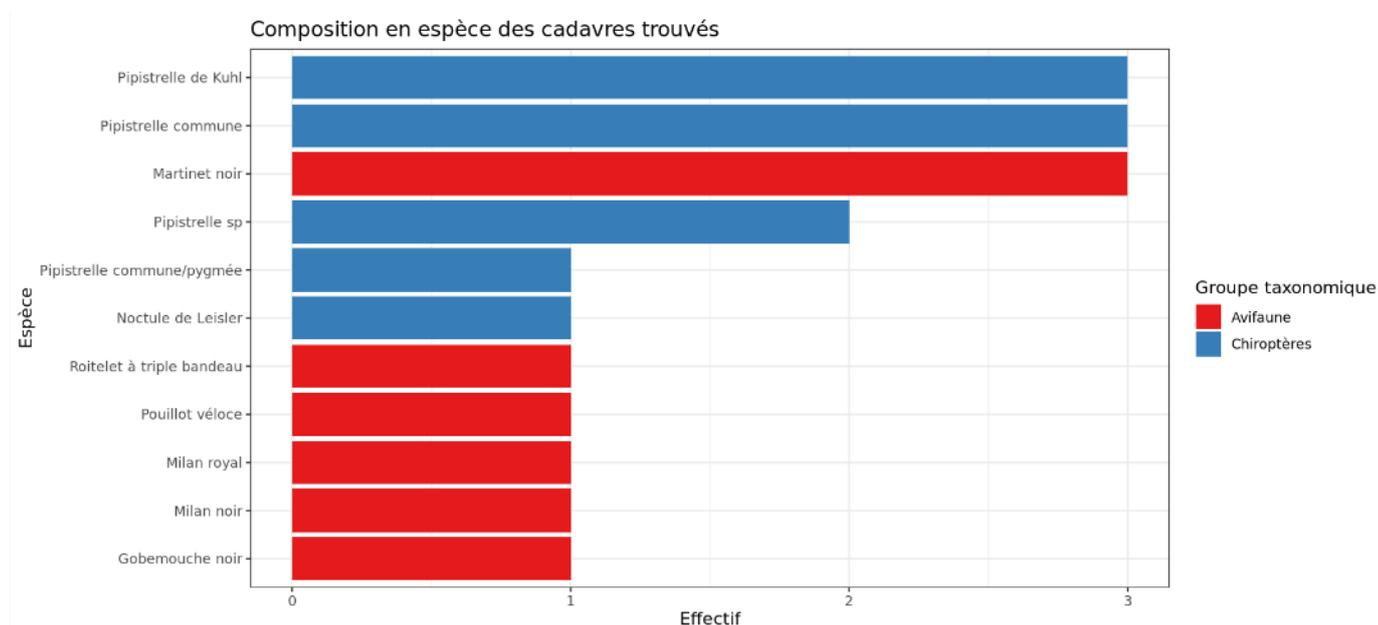


Figure 20 : Mortalité par espèce ou groupe d'espèces observé sur le parc éolien des sources du Mistral

## 2 Synthèse et analyse des résultats



Martinet noir, E02



Pouillot véloce, E08



Milan royal trouvé hors protocole, E07



Noctule de Leisler, E06



Pipistrelle commune/pygmée, E04



Pipistrelle de Kuhl, E08

Figure 21 Extrait des photographies des cadavres découverts

Les cadavres d'oiseaux ont été observés sur deux périodes : de mi-juillet à mi-août puis fin septembre à mi-octobre, les périodes et espèces retrouvées laissent peu de doute sur le comportement migratoire des individus impactés.

Les cadavres de chiroptères ont été retrouvés sur deux périodes principalement : mai-juin et septembre-octobre. Ces périodes correspondent à la période de sortie des gîtes d'hibernation et à la période de reproduction avant hibernation. A ces périodes les individus sont plus mobiles et actifs et certaines espèces migrent sur de grandes distances telles que les Noctules de Leisler.

La majorité des oiseaux montre des signes de collision avec l'éolienne telles que des fractures à l'exception du Gobemouche noir et du Pouillot véloce qui, ne présentant pas de signe apparent de collision, ont certainement été victime de barotraumatisme.

A l'inverse les chiroptères présentent plutôt des signes de mort par barotraumatisme. Seules la Noctule de Leisler et une Pipistrelle de Kuhl montrent des signes de collision directe avec l'éolienne.

## 2 Synthèse et analyse des résultats

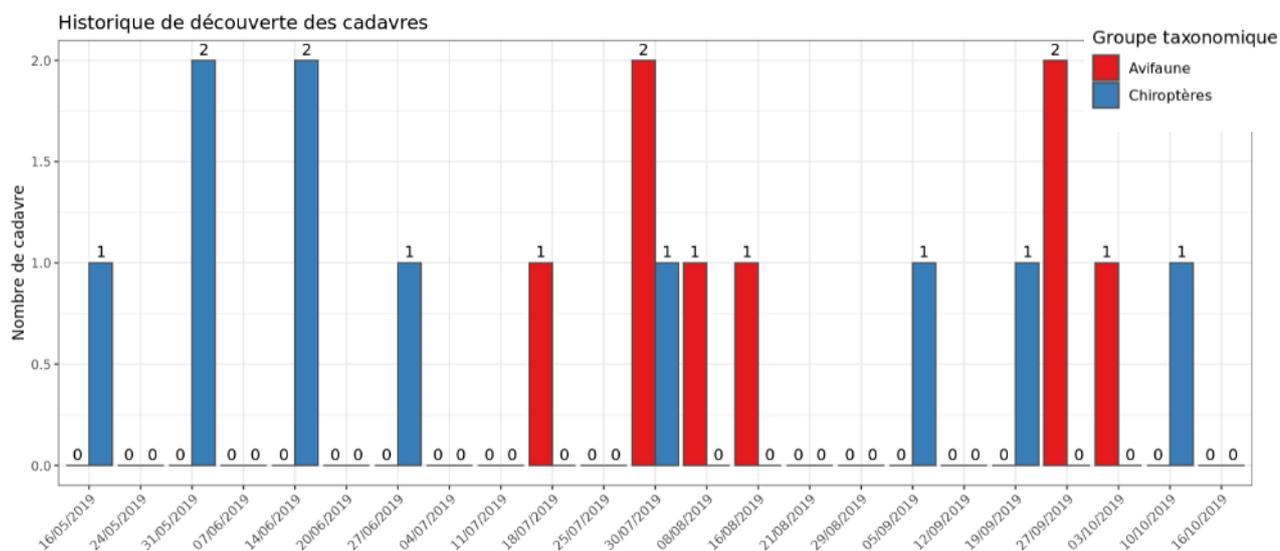


Figure 22 : Nombre de cadavres trouvés par passage sur le parc éolien des sources du Mistral

### 2.1.2 Suivi par éolienne

Lors du suivi de mortalité, des individus ont été trouvés sous la quasi-totalité des éoliennes. Seule l'éolienne E07 est exempte de cadavres. Toutefois un des Milans royaux découverts hors protocole y a été trouvé.

En moyenne, 2 individus par éoliennes ont été trouvés sur la période de suivi (0,9 oiseaux/éolienne et 1,1 chauves-souris/éolienne). La figure ci-dessous montre une variation assez importante de découverte selon les éoliennes. L'éolienne E02 est celle où le plus d'individus (uniquement des oiseaux) ont été trouvés. Viennent ensuite les éoliennes E06, E08 et E09. Cette variabilité ne peut être expliquée simplement, elle est analysée ensuite grâce à la

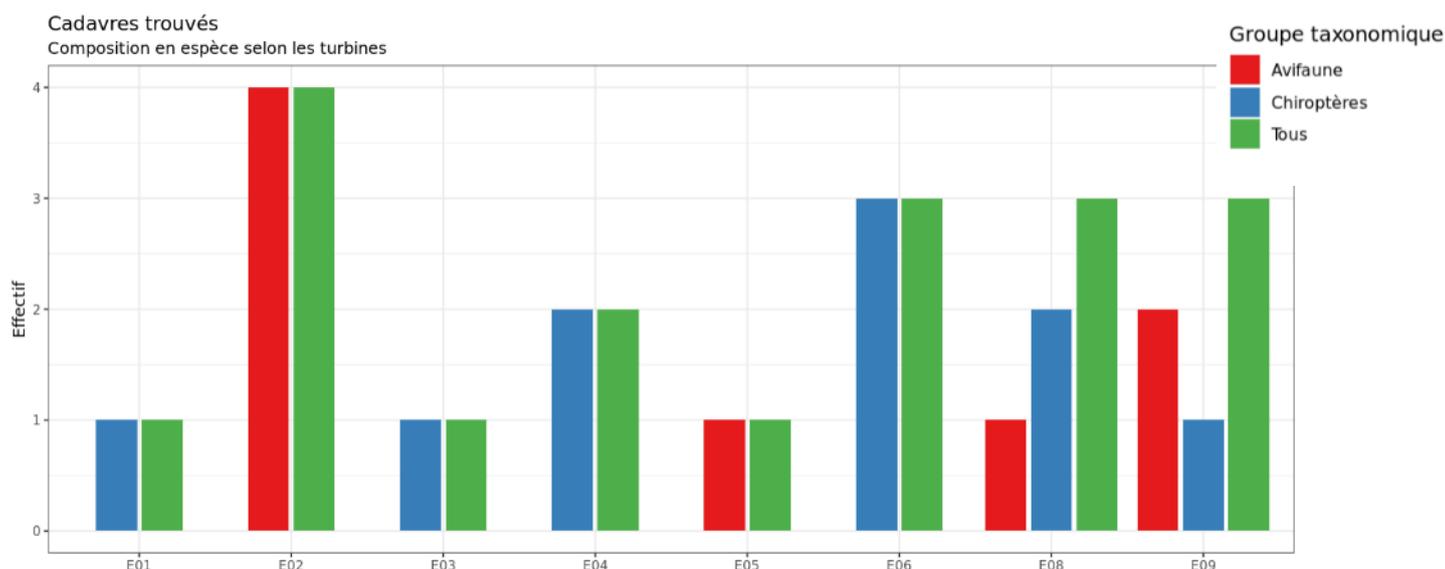


Figure 23 : Nombre de cadavre découvert par éolienne (l'éolienne E07 n'est pas représentée car aucun individu n'y a été détecté lors du suivi de mortalité)

## 2 Synthèse et analyse des résultats

mise en place des tests d'efficacité et de prédation qui permettent d'estimer le nombre réel d'individus impactés par les éoliennes en effaçant les biais de recherche et de prédation.

### 2.1.3 Répartition spatiale des observations

Les observations ont été réalisées sur une grande diversité de distance autour des éoliennes. Les individus retrouvés le plus loin sont un Milan noir ainsi qu'un Roitelet triple bandeau, tous deux à près de 50m ce qui semble indiquer que la taille des individus touchés par les éoliennes n'explique pas nécessairement leur répartition autour des éoliennes. L'individu retrouvé le plus près est un Pouillot véloce, à 1,5 m du pied de l'éolienne.

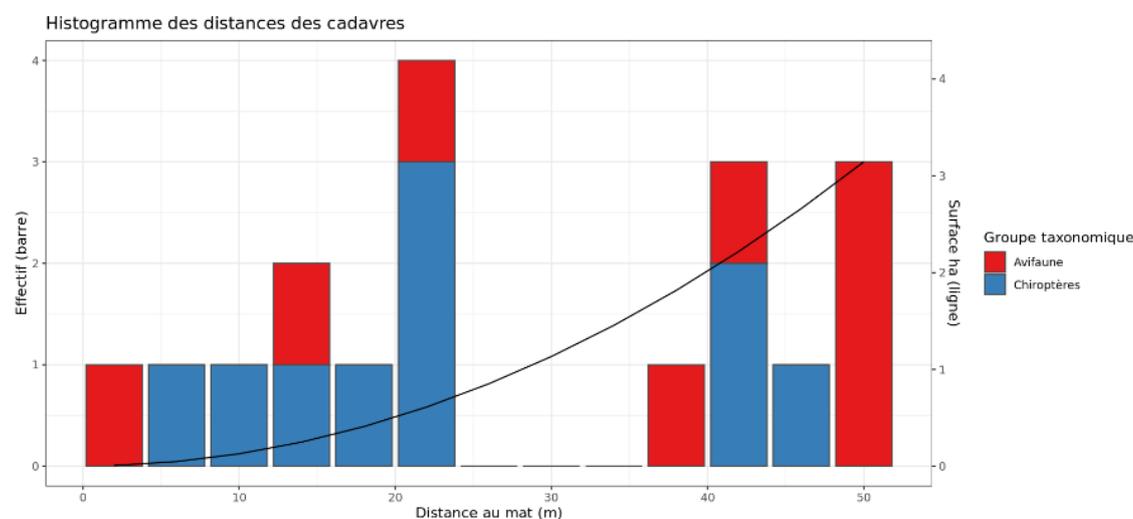


Figure 24 : Répartition spatiale (distance à l'éolienne) des cadavres retrouvés au sein du parc des sources du Mistral. La courbe représente l'évolution de la surface de l'aire d'étude en fonction de la distance au pied de l'éolienne.

La répartition des individus le long du transect semble quant à elle être récurrente au sud-ouest des éoliennes. Cette localisation peut être expliquée par les vents diurnes plus fréquents et plus forts dans cette direction.

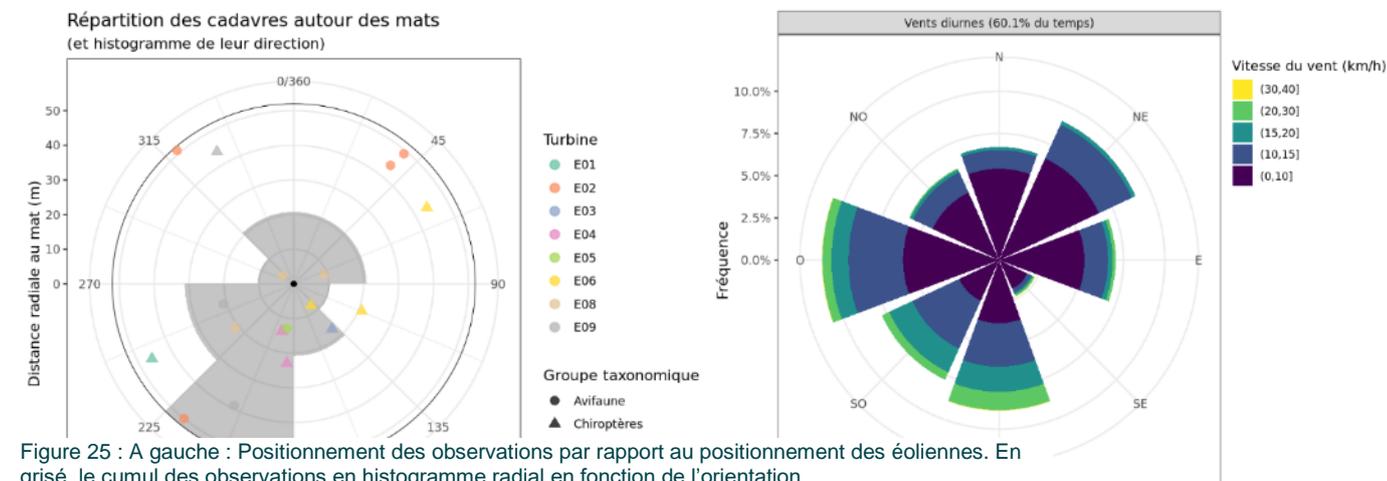


Figure 25 : A gauche : Positionnement des observations par rapport au positionnement des éoliennes. En grisé, le cumul des observations en histogramme radial en fonction de l'orientation

A droite : Direction et force du vent diurne sur le secteur du parc éolien des sources du Mistral

## 2 Synthèse et analyse des résultats

Sur les 18 cadavres d'oiseaux et de chiroptères découverts, la moitié a été trouvée au niveau de la plateforme et du chemin d'accès. Ce sont les seules occupations du sol dont la détection est supérieure à 90% (cf. **Coefficient d'efficacité de recherche (f)**). Les autres individus ont été découverts principalement sur des milieux peu végétalisés ou avec une végétalisation basse.

Un cadavre a été découvert dans un des champs de céréales d'une hauteur de près de 80cm, celui-ci a été trouvé en bordure, en prospectant les milieux adjacents.

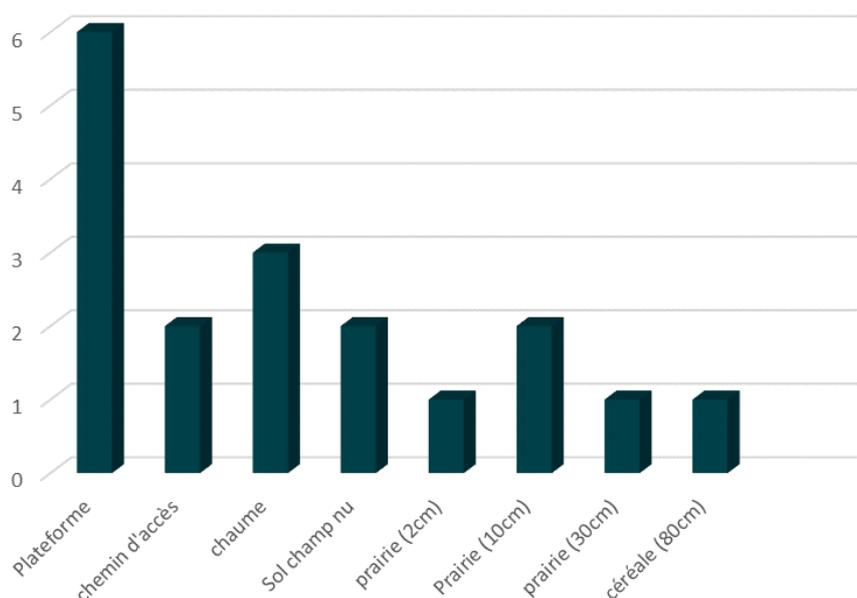


Figure 26 : Répartition des individus trouvés en fonction de l'occupation du sol

### 2.1.4 Description des oiseaux retrouvés

8 oiseaux ont été trouvés appartenant à 6 espèces : **Gobemouche noir** (1 individu), **Martinet noir** (3 individus), **Milan noir** (1 individu), **Milan royal** (1 individu et 2 individus hors protocole), **Pouillot véloce** (1 individu), **Roitelet triple-bandeau** (1 individu).

À titre de comparaison, la synthèse de données mise à disposition par Tobias Dürr mise à jour le 2 septembre 2019 sur la mortalité de l'avifaune liée à l'éolien en Europe permet de constater que Le Milan royal, le Martinet noir, et le Roitelet triple-bandeau sont parmi les 15 espèces les plus touchées en Europe et que ces deux dernières sont les deux espèces les plus trouvées sous les éoliennes en France. Le Milan noir, le Gobemouche noir et le Pouillot véloce en revanche représentent chacun moins de 2% des espèces touchées en France et/ou en Europe.

Il est important de noter que si cette base de données donne une idée générale concernant les espèces touchées et leurs proportions, elle n'est pas exhaustive. Les données suivant les pays sont plus ou moins fiables, notamment les données françaises qui semble peu mises à jour. C'est néanmoins la synthèse la plus précise qui existe à ce jour.

En 2011, le Gobemouche noir et le Roitelet triple bandeau n'avait pas été contactés sur l'aire d'étude. Ces deux espèces relativement discrètes ne doivent être présente sur le site qu'en migration, donc plus difficile encore à contacter qu'en période de reproduction. Les autres

## 2 Synthèse et analyse des résultats

espèces avait bien été identifiées comme espèces présentes sur le site, en migration (Milan noir, Milan royal, Martinet noir) et en migration et en nidification (Pouillot véloce).

Tableau 6 : Tableau de synthèse « empirique » de Dürr (mis à jour le 2 septembre 2019) des oiseaux touchés par les parcs éoliens selon les pays de l'Europe

Espèce/Pays	Rang Europe	Rang France	A	BE	CH	CZ	D	E	FR	S.Mistral	NL	P	S	UK	Total (hors S.Mistral)
Gobemouche noir	40	17				1	9	37	22	1	1	8			78
Martinet noir	7	2	14	4	1	2	153	75	122	3	5	18	3		400
Milan noir	25	16					49	71	22	1					142
Milan royal	6	19		5			496	30	18	1			12	5	568
Pouillot véloce	47	25					4	37	14	1					55
Roitelet à triple bandeau	15	1	1	2	8	3	39	45	141	1		2			241

Légende : A = Autriche, BE = Belgique, CH = Suisse, CZ = République tchèque, D = Allemagne, E = Espagne, FR = France, NL = Hollande, N = Norvège, P = Portugal, S = Suède, UK = Grande Bretagne

### Évaluation des enjeux

Le tableau ci-dessous présente les statuts de protection et de conservation des espèces d'oiseaux retrouvées sur le parc des sources du Mistral à l'échelle française et européenne.

Tableau 7 : Statuts réglementaires et de conservation des espèces d'oiseaux touchées par le parc éolien des sources du Mistral

Espèces	Protection nationale	Directive Oiseaux	Convention de Bonn	Liste rouge Europe (2015)	Liste rouge France nicheur (2016)	NIOF migrateur (2008)	Liste rouge nicheur Bourgogne (2015)	Statut migrateur Bourgogne (2012)
Gobemouche noir	Article 3			LC	VU	C	NA	CC
Martinet noir	Article 3			LC	NT	CC	DD	C
Milan noir	Article 3	Annexe I	Annexe II	LC	LC	C	LC	CC
Milan royal	Article 3	Annexe I	Annexe II	NT	VU	PC	EN	AC
Pouillot véloce	Article 3			/	LC	TC	LC	CCC
Roitelet à triple bandeau	Article 3			LC	LC	Sédentaire	LC	CC

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

## 2 Synthèse et analyse des résultats

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).

### Convention de Bonn

Cette convention du 23/06/79 est relative à la conservation des espèces migratrices appartenant à la faune sauvage (JORF du 30/10/90).

Annexe II : espèces migratrices se trouvant dans un état de conservation défavorable et nécessitant l'adoption de mesures de conservation et de gestion appropriées.

### NIOF (Nouvel Inventaire des Oiseaux de France) Migrateur et statut migrateur en Bourgogne

Cela présente le statut de rareté de l'espèce en période de migration en France (NIOF) et en région Bourgogne

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

L'avifaune de la Région Bourgogne, FROLET J.M. & MEZANI S. (coord). 2012. Les oiseaux de Saône-et-Loire. Inventaire et synthèse des connaissances. Rev. sci. Bourgogne-Nature Hors-série 10 376 p.

CCC = taxon très très commun ; CC = taxon très commun ; C = taxon commun ; AC = taxon assez commun ; PC = taxon peu commun.

### Listes rouges nicheurs

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 Bourgogne (LPO Côte-d'Or, 2015)

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

Toutes les espèces retrouvées en 2019 sur le parc éolien des sources du Mistral sont des espèces protégées, à l'échelle nationale ainsi qu'à l'échelle internationale pour les deux espèces de Milan.

A l'échelle européenne, leurs statuts de conservation sont relativement bons, seul le Milan royal est « Quasi-menacé ». Ces statuts se dégradent à l'échelle nationale et régionale, à l'exception du Roitelet triple-bandeau, du Pouillot véloce et du Milan noir qui sont classés en « Préoccupation mineure », les espèces trouvées sont « Quasiment menacées » ou « Vulnérables » à l'échelle de la France et le Milan Royal est « En danger d'extinction » à l'échelle de la Bourgogne.

Toutes ces espèces sont migratrices en Bourgogne, dont la moins courante est le Milan royal, espèce migratrice notée assez commune dans la région, l'étude d'impact de 2011 a toutefois permis de bien mettre en évidence le passage de cette espèce dans le secteur en période de migration.

### 2.1.5 Description des chauves-souris retrouvées

10 individus répartis au sein de 3 espèces et un groupe d'espèce ont été retrouvés morts sur le parc des sources du Mistral : **Pipistrelle commune** (3 individus), **Pipistrelle de Kuhl** (3 individus), **Noctule de Leisler** (1 individu), une **Pipistrelle commune ou pygmée** (1 individu) et 2 individus de **Pipistrelle sp.**

Les **Pipistrelle commune** et de **Kuhl** sont des espèces plutôt sédentaires, s'éloignant rarement de leur domaine vital. Les individus touchés sont donc probablement issus de colonies locales, proches du parc éolien.

La **Pipistrelle pygmée** est une espèce difficile à décrire, elle semble proche d'un point de vue écologique à la Pipistrelle commune mais en plus sélective. De plus, il est possible que cette espèce soit une grande migratrice, sans que cela soit décrit avec certitude.

La **Noctule de Leisler** est quant à elle une espèce migratrice. Il est donc probable que l'individu trouvé sur le parc des Source du Mistral soit un individu en migration.

## 2 Synthèse et analyse des résultats

Les périodes de découverte des chauves-souris, principalement en mai-juin et septembre-octobre correspondent à la période de sortie des gîtes d'hibernation et à la période de reproduction avant hibernation. Les chiroptères sont plus mobiles à ces périodes, certaines espèces migrent sur de grandes distances telles que la Noctule de Leisler et la plupart effectuent des transits à plus haute altitude que leurs habitudes de chasses. Elles sont également plus actives à ces périodes puisqu'elles chassent pour constituer des réserves en sortie d'hibernation ou avant d'y entrer.

À titre de comparaison, la synthèse de données disponibles de Tobias Dürr (mise à jour le 2 septembre 2019) 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 (23% des individus impactés) et à l'échelle française (35%) ;
- La Pistrelle de Kuhl quant à elle représente 4% des chauves-souris touchées en Europe et 8% en France
- La Noctule de Leisler est la 5<sup>ème</sup> espèce la plus impactée en Europe (7 %) et la 7<sup>ème</sup> en France (5 %).
- Quant à la Pipistrelle pygmée elle représente 4% des individus touchés en Europe et 6% en France.

Ces chiffres sont des minima car on note une grande part d'individus indéterminés au sein de chaque genre (Pipistrelle indéterminée, Noctule indéterminée, etc.) et parfois même l'état de décomposition des individus ne permet pas de déterminer le genre.

Tableau 8 : Tableau de synthèse « empirique » de Dürr (mis à jour le 2 septembre 2019) 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	S.Mistral	GR	NL	PT	PL	RO	S	UK	Total (hors S.Mistral)
Pipistrelle commune	1	1	2	28	6	5	16	720	211	979	3	0	15	323	3	6	1	46	2362
Noctule de Leisler	6	7			1	4	3	187	15	153	1	58		273	5	10			711
Pipistrelle commune/pygmée	9	11	1		2			3	271	40	1	54		38	1	2			412
Pipistrelle indéterminée	5	3	8	2		102	9	91	25	303	2	1		128	2	48		12	733
Pipistrelle de Kuhl	7	5				144			44	219	3	1		51		10			469
Pipistrelle pygmée	8	6	4			1	2	137		176	0			42	1	5	18	52	439

Légende : A = Autriche, BE = Belgique, CH = Suisse, CR = Croatie, CZ = République tchèque, D = Allemagne, E = Espagne, FR = France, GR = Grèce, NL = Hollande, PL = Pologne, RO = Roumanie, S = Suède, UK = Royaume-Uni

Tout comme pour les oiseaux, ces différentes données se basent sur des observations transmises. Elles permettent de comparer la mortalité observée sur le parc des sources du Mistral 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 et sont peu mises à jour. C'est néanmoins la synthèse la plus précise qui existe à ce jour.

Si l'on se réfère à l'étude d'impact réalisée en 2011, les quatre espèces identifiées lors du suivi de mortalité étaient considérées comme présentes sur le site d'étude.

## 2 Synthèse et analyse des résultats

La plupart des chauves-souris effectuent 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 (aucun individu trouvé sur le parc éolien des sources du Mistral), la Noctule de Leisler (1 individu trouvé), la Pipistrelle de Nathusius et la Sérotine bicolor (aucun individu trouvé pour ces deux espèces). Ces espèces se reproduisent en Europe du nord et de l'est. Les jeunes naissent entre juin et fin juillet et s'émanent 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 bicolor 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 (ARTHUR & LEMAIRE, 2015).

La Noctule commune, la Noctule de Leisler et la Pipistrelle de Nathusius font partie des espèces les plus impactées par les projets éoliens. 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).

La Noctule de Leisler, est une espèce qui vole fréquemment à plus de 25 mètres d'altitude lorsqu'elle chasse et à plus de 50 mètres en vol direct, ce qui la rend très sensible au risque éolien (RODRIGUES et al., 2015). En France, les populations sont assez rares au nord-ouest et augmentent en densité vers le sud-est (ARTHUR & LEMAIRE, 2015). Ses effectifs sont en très nette diminution (TAPIERO, 2014 ; KERBIRIOU et al., 2015). En Bourgogne, seulement 3 gîtes de mise-bas sont connus (SHNA, 2014). 50 ans de baguage et recapture ont permis à HUTTERER et al. (2005) de décrire les routes migratoires de cette espèce à travers l'Europe selon un axe globalement nord-est/sud-ouest.

### Évaluation des enjeux

Le Tableau 9 ci-dessous présente les statuts de protection et de conservation des espèces de chauves-souris retrouvées sur le parc des sources du Mistral à l'échelle de la France et de l'Europe. Les 4 espèces trouvées ou potentiellement trouvées (difficulté d'identification de certains individus) sont strictement protégées en France et dans l'Union Européenne. Elles sont par ailleurs considérées comme patrimoniales en Bourgogne et/ou en France car « quasi menacées » pour la Pipistrelle commune et la Noctule de Leisler.

Tableau 9 : Statuts réglementaires et de conservation de l'espèce de chauve-souris touchée par le parc des sources du Mistral

Espèce	Directive Habitats	Protection nationale	Liste rouge Europe (2012)	Liste rouge France (2017)	Liste rouge Bourgogne (2015)
Pipistrelle commune	Annexe IV	Article 2	LC	<b>NT</b>	LC
Pipistrelle de Kuhl	Annexe IV	Article 2	LC	LC	LC
Pipistrelle pygmée	Annexe IV	Article 2	LC	LC	DD
Noctule de Leisler	Annexe IV	Article 2	LC	<b>NT</b>	<b>NT</b>

Légende :

**Protection nationale**

## 2 Synthèse et analyse des résultats

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 Bourgogne

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 (SHNA, 2015)

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

## 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 la mortalité.

### 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. 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 moyen à bon. Ceci est lié à des périodes avec des parcelles non prospectables pour des durées et des surfaces différentes suivant l'éolienne.

Tableau 10 Statistiques descriptives du coefficient correcteur de surface calculé sur l'ensemble des 23 passages

	E01	E02	E03	E04	E05	E06	E07	E08	E09
Quantile 2.5%	0,13	0,20	0,20	0,31	0,29	0,63	0,16	0,13	0,15
Premier quartile	0,13	0,26	0,20	0,33	0,35	0,92	0,19	0,36	0,89
<b>Moyenne</b>	<b>0,64</b>	<b>0,70</b>	<b>0,67</b>	<b>0,56</b>	<b>0,69</b>	<b>0,94</b>	<b>0,64</b>	<b>0,48</b>	<b>0,76</b>
<b>Moyenne pondérée</b>	<b>0,66</b>	<b>0,72</b>	<b>0,67</b>	<b>0,57</b>	<b>0,70</b>	<b>0,93</b>	<b>0,66</b>	<b>0,48</b>	<b>0,76</b>
Médiane	1,00	1,00	1,00	0,69	0,97	0,97	0,92	0,50	0,89
Troisième quartile	1,00	1,00	1,00	0,74	0,97	1,00	0,92	0,68	0,89
Quantile 97.5%	1,00	1,00	1,00	0,74	0,97	1,00	1,00	0,68	0,99

#### Coefficient de persistance (s)

À la suite des tests de persistance et des analyses statistiques basées sur la sélection de modèles, nous avons retenu comme modèle le plus parcimonieux (AIC weight = 0.58) : « **Persistance ~TurbID** ».

- 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

Ce modèle explique la disparition des leurres uniquement sur une variabilité inter-éolienne. La date de pose des leurres ne montre pas significativement d'incidence ce qui signifie que la pression de prédation a été constante tout au long du test.

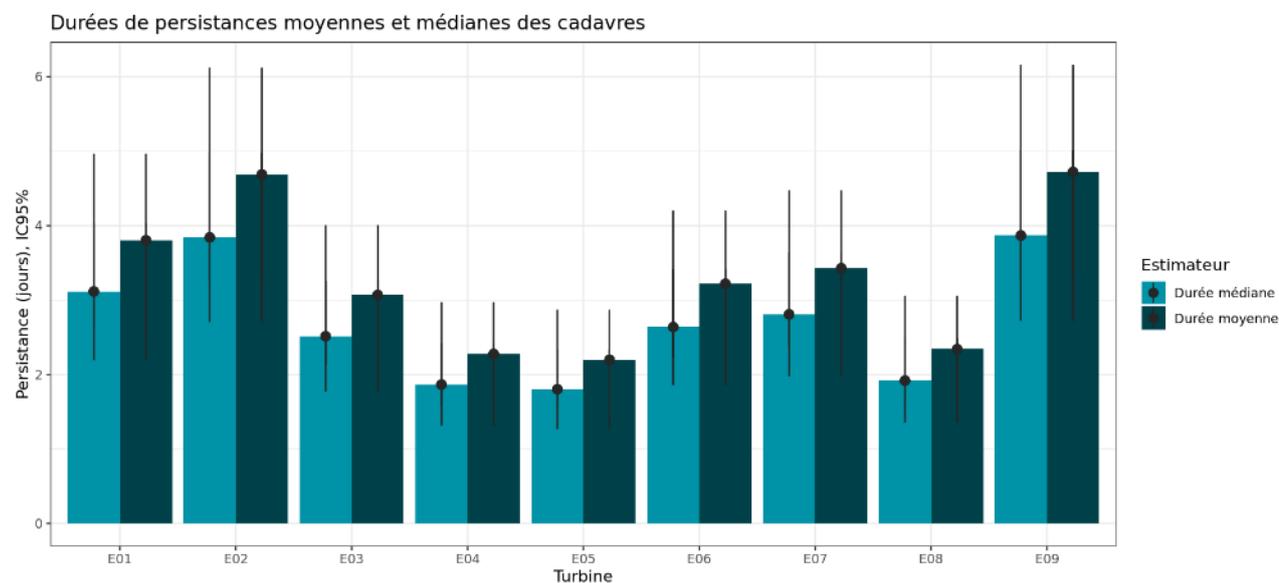


Figure 27 Durées de persistance moyennes des cadavres et incertitudes (intervalles de confiance à 95%)

Tableau 11 Résultats des estimations des durées moyennes de persistance et leurs intervalles de confiance à 95%. Les durées moyennes de persistance sont les valeurs retenues comme coefficient correcteur pour les estimations de mortalité.

	E01	E02	E03	E04	E05	E06	E07	E08	E09
Persistence moyenne (en jours)	3,8	4,7	3,1	2,3	2,20	3,22	3,43	2,34	4,72
Intervalle de confiance à 95%	[2,64 ; 4,96]	[3,25 ; 6,12]	[2,13 ; 4,00]	[1,58 ; 2,97]	[1,53 ; 2,87]	[2,24 ; 4,20]	[2,38 ; 4,48]	[1,63 ; 3,06]	[3,28 ; 6,16]

L'ensemble des éoliennes présente donc un temps moyen de persistance globalement entre 2 et 4 jours ce qui est considéré comme une prédation forte (4 jours) à très forte (2 jours). Les intervalles de confiance montrent que l'estimation de la prédation est assez bonne.

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

À la suite des tests d'efficacité de recherche et des analyses statistiques basées sur la sélection de modèles, nous avons retenu comme modèle le plus parcimonieux (AIC weight = 0.55) : « **Trouve ~Hmoy** ». Ce modèle explique la variabilité de l'efficacité de recherche par la variabilité des hauteurs de végétation.

## 2 Synthèse et analyse des résultats

Tableau 12 : 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.

Hauteur moyenne	Détections prédites	Détections observées	Type de prédiction
0cm	0,92 [0,85 ; 0,96]	0,91 [0,83 ; 0,98]	Estimation
0cm	0,92 [0,85 ; 0,96]	0,91 [0,83 ; 0,98]	Estimation
1cm	<b>0,91 [0,84 ; 0,95]</b>		<b>Interpolation</b>
2cm	0,9 [0,84 ; 0,95]	1 [1 ; 1]	Estimation
2cm	0,9 [0,84 ; 0,95]	1 [1 ; 1]	Estimation
3cm	<b>0,9 [0,83 ; 0,94]</b>		<b>Interpolation</b>
5cm	0,88 [0,81 ; 0,93]	0,89 [0,78 ; 1]	Estimation
5cm	0,88 [0,81 ; 0,93]	0,89 [0,78 ; 1]	Estimation
10cm	0,83 [0,75 ; 0,89]	0,77 [0,58 ; 0,92]	Estimation
10cm	0,83 [0,75 ; 0,89]	0,77 [0,58 ; 0,92]	Estimation
15cm	0,77 [0,67 ; 0,84]	0,75 [0,5 ; 1]	Estimation
15cm	0,77 [0,67 ; 0,84]	0,75 [0,5 ; 1]	Estimation
20cm	0,69 [0,56 ; 0,79]	0,64 [0,36 ; 0,91]	Estimation
25cm	<b>0,59 [0,43 ; 0,73]</b>		<b>Interpolation</b>
30cm	0,49 [0,31 ; 0,68]	0,71 [0,43 ; 1]	Estimation
30cm	0,49 [0,31 ; 0,68]	0,71 [0,43 ; 1]	Estimation
35cm	0,39 [0,2 ; 0,62]	0 [0 ; 0]	Estimation
40cm	<b>0,3 [0,13 ; 0,56]</b>		<b>Interpolation</b>
50cm	0,16 [0,04 ; 0,45]	0,14 [0 ; 0,43]	Estimation

Les taux d'efficacité prédits des zones prospectées sont très variables en fonction du recouvrement végétales. Il est globalement bon mais diminue de façon importante lorsque les hauteurs de végétation dépassent les 30 cm. Les valeurs de détection vont de 0,16 au minimum (chaume de blé avec repousse à 30 cm de hauteur) à 0,92 au maximum (absence de végétation) suivant les milieux prospectés.

### 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 2ème passage ont été prises en compte (aucune découverte de cadavre n'a été réalisée lors du premier passage le 05/05/2017). En effet, les observations faites au 1er passage concernent des cas de mortalité qui ne se sont pas produits pendant la période du suivi mais antérieurement à celui-ci. Ainsi, le 1er 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. Par ailleurs, la découverte de 2 Milans royaux après la fin du suivi n'a pas été intégrée aux analyses de mortalité.

La probabilité de détection  $P(s,f)$  est faible de manière générale (entre 0.18 et 0.48 suivant les méthodes) et le coefficient surfacique (a) est moyen à bon (entre 48% et 93% de surfaces

## 2 Synthèse et analyse des résultats

prospectées). Par la combinaison des deux, les probabilités globales de détection varient de 0.09 à 0.35, c'est à dire un facteur démultiplicateur moyen de la mortalité observée allant respectivement de 2,9 à 11,1. **En ordre de grandeur, la mortalité probable de chaque éolienne est entre 3 et 11 fois plus importante que celle observée suivant les éoliennes et la méthode d'estimation sélectionnée. De plus, les intervalles de confiance sont de fait plutôt importants (détection globale faible).**

**L'éolienne E08 est l'éolienne qui a la plus faible probabilité de détection globale, E02 a les probabilités de détection globale les plus fortes mais qui reste dans l'absolu faibles.**

Tableau 13 Bilan des probabilités globales de détection par méthode d'estimation

	E01	E02	E03	E04	E05	E06	E07	E08	E09
Probabilités globales de détection P(s,f)									
Erickson et al. (2000)	0,43	0,48	0,36	0,29	0,28	0,35	0,37	0,29	0,44
Korner-Nievergelt et al. (2011)	0,35	0,43	0,27	0,18	0,17	0,27	0,29	0,18	0,39
Huso (2010)	0,42	0,47	0,36	0,29	0,28	0,35	0,37	0,29	0,42
Coefficient correcteur de surface a									
Taux surfaces prospectées pondérées par le temps	0,66	0,72	0,67	0,57	0,70	0,93	0,66	0,48	0,76
Probabilités globales de détection a x P(s,f)									
Erickson et al. (2000)	0,28	0,35	0,24	0,17	0,20	0,33	0,24	0,14	0,33
Korner-Nievergelt et al. (2011)	0,23	0,31	0,18	0,10	0,12	0,25	0,19	0,09	0,30
Huso (2010)	0,28	0,34	0,24	0,17	0,20	0,33	0,24	0,14	0,32

### Estimation de la mortalité des chiroptères

Tableau 14 : Estimation de la mortalité la plus probable de chiroptères au sein du parc des sources du Mistral sur la période du suivi

Estimateurs	E01	E02	E03	E04	E05	E06	E07	E08	E09	Total parc
Mortalité observée des chiroptères	1	0	1	2	0	3	0	2	0	9
Erickson et al. (2000) [IC 95%]	3 [1 ; 14]	0 [0 ; 7]	4 [1 ; 17]	12 [3 ; 36]	0 [0 ; 13]	9 [3 ; 20]	0 [0 ; 10]	14 [3 ; 43]	0 [0 ; 7]	42
Korner-Nievergelt et al. (2011) [IC 95%]	4 [1 ; 18]	0 [0 ; 8]	5 [1 ; 24]	19 [4 ; 60]	0 [0 ; 22]	11 [4 ; 28]	0 [0 ; 14]	22 [4 ; 69]	0 [0 ; 8]	61
Huso (2010) [IC 95%]	3 [1 ; 15]	0 [0 ; 7]	4 [1 ; 17]	12 [3 ; 37]	0 [0 ; 13]	9 [3 ; 21]	0 [0 ; 10]	14 [3 ; 43]	0 [0 ; 7]	42

Sur l'ensemble du parc, la mortalité estimée la plus probable des chiroptères est de 42 à 61 individus sur l'ensemble du suivi. Les intervalles de confiance donnent un minimum de 11 et un maximum de 251 chiroptères touchés par le parc éolien.

## 2 Synthèse et analyse des résultats

En moyenne, la mortalité par éolienne est estimée de 4,7 à 6,8 chiroptères sur la période de suivi. Toutefois, une certaine variabilité se dégage de l'analyse par éolienne. Les éoliennes E04 et E08 qui sont les plus proches de lisière de bosquet, présentent un taux de mortalité bien supérieur aux autres pour les chiroptères. Elles représentent à elles seules entre 60 et 70% de la mortalité sur le parc. L'éolienne E06 quant à elle présente un taux de mortalité assez important et représente environ 20% de la mortalité du parc éolien

Les indices de confiance permettent également de faire ressortir les éoliennes E04 et E08, ils mettent toutefois en évidence l'écart important pour ces 2 éoliennes entre le minimum de chauves-souris touchés et le maximum. Le nombre d'individus touchés est finalement le même que l'éolienne E06 (3 à 4 individus selon le modèle statistique).

Les éoliennes E01, E03, E05 et E06 ont un meilleur indice de confiance. Elles présentent un nombre d'individus possiblement touchés similaires, au maximum estimé entre 15 et 30 individus suivant l'éolienne et la formule statistique utilisée.

Les éoliennes E02 et E09 présentent le nombre maximum d'individu possiblement non détecté le plus faible (inférieur à 10 chauves-souris).

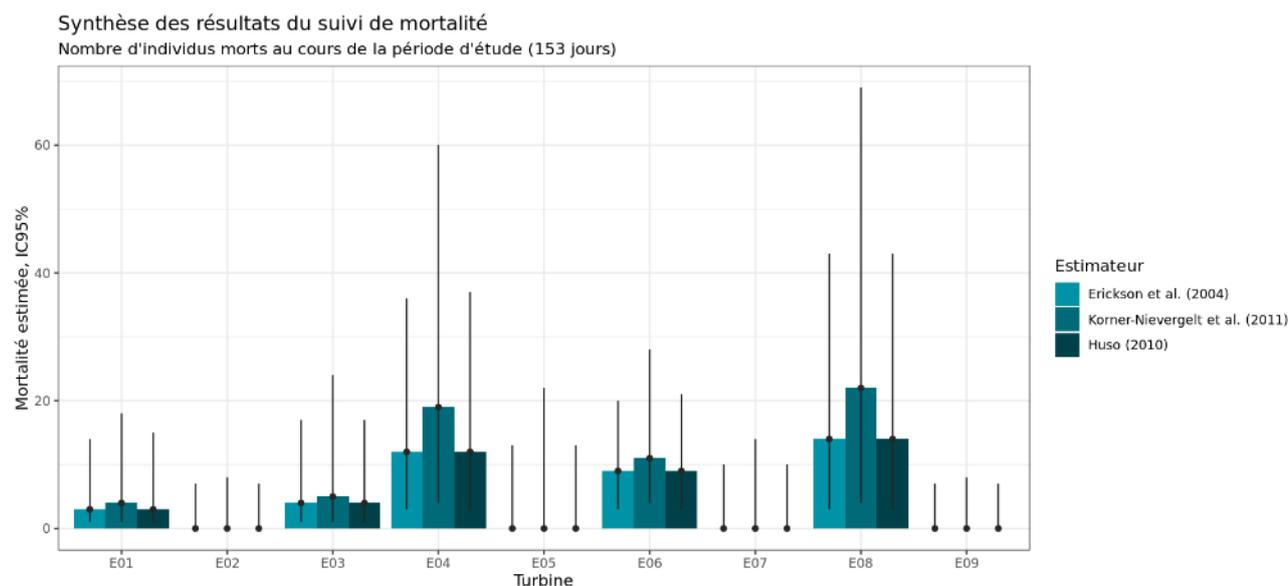


Figure 28 : Estimation de la mortalité la plus probable (et incertitude à 95%) pour les chiroptères sur le parc éolien des sources du Mistral au cours du suivi de mai à octobre 2019

### Estimation de la mortalité pour l'avifaune

Tableau 15 : Estimation de la mortalité la plus probable des oiseaux au sein du parc des sources du Mistral sur la période du suivi

Estimateurs	E01	E02	E03	E04	E05	E06	E07	E08	E09	Total parc
Mortalité observée de l'avifaune	0	4	0	0	1	0	0	1	2	8
Erickson et al. (2000) [IC 95%]	0 [0 ; 9]	11 [5 ; 23]	0 [0 ; 10]	0 [0 ; 16]	5 [1 ; 22]	0 [0 ; 7]	0 [0 ; 10]	7 [1 ; 32]	5 [2 ; 16]	28
Korner-	0 [0 ; 11]	12 [5 ; 27]	0 [0 ; 15]	0 [0 ; 27]	8 [1 ; 36]	0 [0 ; 10]	0 [0 ; 14]	11 [1 ; 51]	6 [2 ; 19]	37

## 2 Synthèse et analyse des résultats

Nievergelt et al. (2011) [IC 95%]										
Huso (2010) [IC 95%]	0 [0 ; 9]	11 [5 ; 24]	0 [0 ; 10]	0 [0 ; 16]	5 [1 ; 22]	0 [0 ; 7]	0 [0 ; 10]	7 [1 ; 32]	6 [2 ; 17]	29

Sur l'ensemble du parc éolien la mortalité des oiseaux est estimée entre 28 et 37 individus sur la période étudiée. Les intervalles de confiance nous donnant un minimum de 9 et un maximum de 210 oiseaux touchés par le parc éolien.

En moyenne, la mortalité par éolienne est estimée entre 3,1 et 4,1 oiseaux par éoliennes sur la période de suivi. Toutefois, de même que pour les chauves-souris, une variabilité inter-éoliennes se dégage des analyses. Les éoliennes E02 et E08 représentent à elles seules entre 60 et 65% de la mortalité des oiseaux sur le parc éolien. Les éoliennes E05 et E09 représentent les 40% restant.

Les indices de confiance mettent en évidence l'incertitude importante existant sur l'éolienne E08, variant de 1 individu touché à 51. L'éolienne E02 quant à elle présente un nombre maximum d'individu touché moins élevé que la E08 mais un nombre minimum plus important. Les indices de confiance mettent également en évidence une incertitude assez importante sur les éoliennes E04 et E05.

Les autres éoliennes, E01, E03, E06, E07 et E09 présentent, quant à elles, de meilleurs indices de confiance. Les éoliennes E03, E07 et E09 présentent un nombre maximal d'individus possiblement touchés inférieur à 20 oiseaux. Les éoliennes E01 et E06 présentent un nombre maximal d'environ 10 oiseaux.

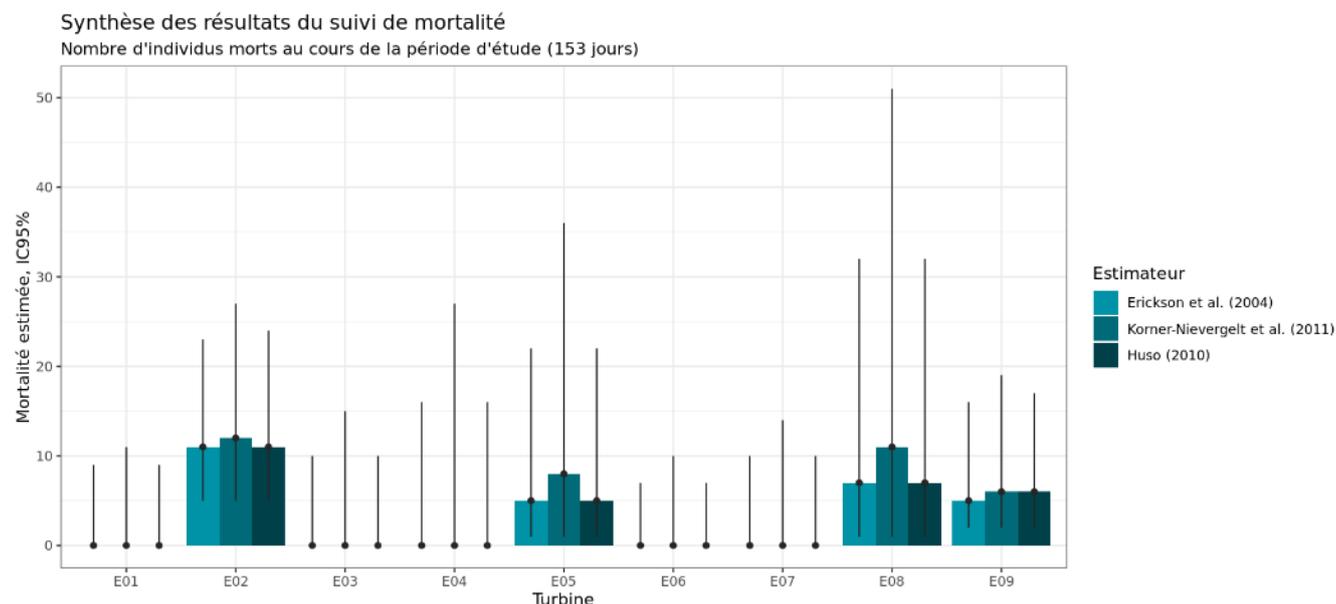


Figure 29 : Estimation de la mortalité la plus probable (et incertitude à 95%) pour les oiseaux pour le parc éolien des sources du Mistral au cours du suivi de mai à octobre 2019

## 2 Synthèse et analyse des résultats

### 2.2.3 Synthèse du suivi de mortalité

Le premier suivi de mortalité mené sur le parc éolien des sources du Mistral entre mai et octobre 2019 a permis l'observation de 8 cadavres d'oiseau et de 9-10 cadavres de chiroptères. Ce qui revient en moyenne à 2 cadavres par éolienne trouvé sur la période de suivi.

Les espèces touchées sont parmi les plus sensibles à l'éolien. Au vu des période de détection, la grande majorité des chauves-souris et la totalité des oiseaux touchés étaient certainement en sortie ou en entrée d'hibernation et en migration. Les espèces principalement touchées chez les oiseaux sont le Martinet noir (3 individus) et le Milan royal (1 individu lors du suivi mortalité et 2 individus hors protocole). Les espèces les plus touchées chez les chiroptères sont les Pipistrelles (9 individus) et notamment les Pipistrelles communes (3 individus) et de Kuhl (3 individus).

Deux tests de persistance des cadavres et deux tests de l'efficacité du chercheur principal ont été réalisés. Leur mise en place ainsi qu'une méthode de suivi très protocolée a permis l'utilisation de tests statistiques (Huso 2010 ; Korner-Nievergelt et al. 2011 ; Erickson et al. 2004) afin de réaliser une estimation du nombre réel d'oiseaux et de chiroptères touchés par le parc éolien.

L'utilisation des formules d'estimation de mortalité amène à estimer une mortalité de l'ordre de 42 à 61 cas de mortalité de chiroptères sur la période de suivi, principalement en période de sortie de gîte et de reproduction avant hibernation. En moyenne, 4,7 à 6,8 chauves-souris ont été impactées par éolienne sur la période de suivi. Les tests statistiques font ressortir principalement les éoliennes E04 et E08 ainsi que l'éolienne E06 dans une moindre mesure.

Concernant l'avifaune, une mortalité de l'ordre de 28 à 37 cas de mortalité d'oiseaux a été observée sur la période de suivi. Les observations ont été faites exclusivement en fin d'été, début d'automne, sur des oiseaux, donc, *a priori* migrants au vu des espèces et de la période. En moyenne la mortalité par éolienne est de 3,1 à 4,1 oiseaux. Les incertitudes par éoliennes pour la mortalité des oiseaux est assez importante. Bien que les éoliennes E02 et E08 ressortent principalement.

## 2 Synthèse et analyse des résultats

### 3 Zoom sur le Milan royal, *Milvus milvus* (Linné, 1758)

- Classe : Oiseaux
- Ordre : Accipitriformes
- Famille : Accipitridés

#### Statut et Protection

- Directive Oiseaux : Annexe I
- Protection nationale : Oui
- Liste rouge nationale : Vulnérable



Source : L. Hebert

#### Description de l'espèce

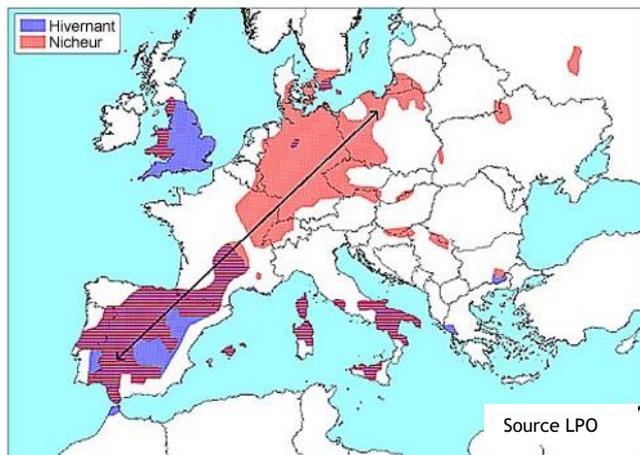
D'une envergure de 145 à 165 cm pour un poids de 720 à 1000 g, le milan royal se caractérise par sa couleur rousse et sa longue queue triangulaire, profondément échancrée. La tête est blanchâtre et le plumage brun rouge dessus et roux rayé de brun dessous. Les ailes sont tricolores dessus avec 2 taches blanches aux poignets.

#### Biologie et Ecologie

##### Habitats

Le Milan royal est typiquement une espèce des zones agricoles ouvertes associant l'élevage extensif et la polyculture. En France, les paysages vallonnés qui constituent le piémont des massifs montagneux lui conviennent parfaitement. Le milan royal ne dépasse guère la zone des 1 000 mètres d'altitude pour établir son nid. Toutefois il franchit régulièrement cette limite pour chercher sa nourriture.

#### Répartition en France et en Europe



##### Régime alimentaire

Le Milan royal est une espèce opportuniste qui se nourrit de mammifères, micromammifères, poissons, oiseaux, invertébrés, qu'ils soient vivants ou morts... Parfois, il chasse les vers de terre dans les prairies.

##### Reproduction et activités

La femelle pond 2 à 3 œufs de fin mars à avril. L'incubation dure 31 à 32 jours.

La plupart des couples de milans élèvent 1 à 3 jeunes à l'envol, rarement 4. Les jeunes deviennent indépendants, généralement au bout de 3 à 4 semaines.

La première reproduction n'intervient qu'à l'âge de deux ou trois ans. Il a déjà été noté des oiseaux immatures aidant un couple formé à construire un nid.

Le milan royal est essentiellement européen, en France, c'est un migrateur partiel.

En période de nidification, on le rencontre dans les zones tempérées et méditerranéennes occidentales, dans une étroite bande reliant les îles du Cap Vert à la Biélorussie. L'Ukraine constitue sa limite orientale de répartition. Plus à l'ouest, une petite population récemment établie occupe une partie de l'Angleterre.

## 2 Synthèse et analyse des résultats

### Etat des populations et tendances d'évolution des effectifs

La population mondiale est estimée entre 19 000 et 24 000 couples. En Europe, 5 pays abritent près de 90 % de la population nicheuse mondiale du milan royal (l'Allemagne, la France, l'Espagne, la Suisse et la Suède).

En France, la population nicheuse est estimée entre 3 000 et 3 900 couples (J.-M. Thiollay et V. Bretagnolle, 2004) soit près de 16 % de la population mondiale (second pays en termes d'effectif). En hiver, près de 5 000 individus sont présents dans les Pyrénées et dans le Massif central auxquels il faut ajouter la population corse sédentaire.

Suite à sa protection dans les années 1970, le Milan royal a pu reconstituer ses effectifs mis à mal par les destructions volontaires. L'aire de répartition s'est considérablement accrue et ce jusqu'à la fin des années 80. Le début des années 90 marque l'amorce d'une diminution qui se poursuit à l'heure actuelle. La régression touche surtout les populations du nord-est de la France, celles du Jura et celles situées sur les franges nord et est du Massif central. Les régions du centre, du sud-ouest et de la Corse paraissent épargnées.

Les principales menaces sont :

- Dégradation de l'habitat (progression des surfaces en culture aux dépens des prairies, pâtures et autres cultures),
- Empoisonnements par les rodenticides, les anticoagulants, les corvicides, les molluscicides, les insecticides et les herbicides.
- Destructions volontaires par tirs
- Collision avec des véhicules, des lignes électriques, des éoliennes,
- Dérangements en période de nidification

### En Bourgogne

En Bourgogne, le Milan royal est considéré comme un nicheur historique, et plus secondairement comme hivernant (MAURICE & STRENN, 2009). La population nicheuse régionale est associée au noyau de population du Nord-est français et est localisée principalement en Côte d'Or sur la région historique de l'Auxois.

La région se situe également sur l'axe migratoire de l'espèce, moins documenté que la nidification ou que sa migration sur d'autre région, des passages de l'espèce sont toutefois observés chaque année en migration postnuptiale sur le site d'observation de la Montagne de la Folie en Saône et Loire ([www.migraction.net](http://www.migraction.net)). La migration pré-nuptiale, plus diffuse est très peu documentée sur la région.

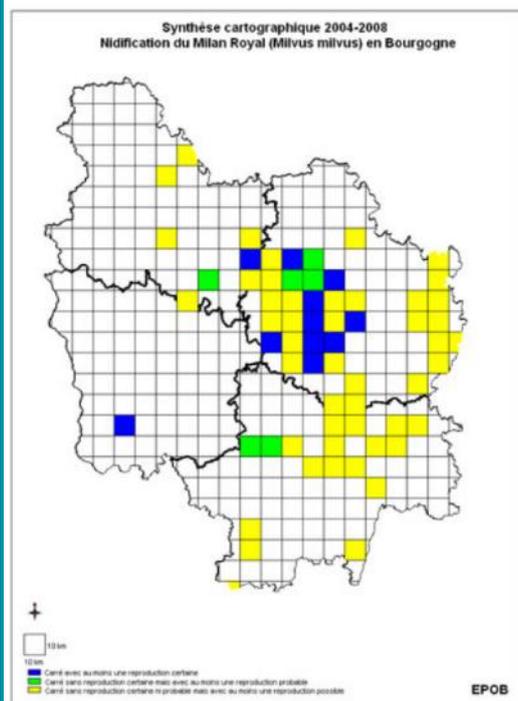


Figure 30 : Synthèse cartographique de la nidification du Milan royal en Bourgogne 2004-2008 (EPOB)

**Bleu** : reproduction certaine, **vert** : reproduction probable, **jaune** : reproduction possible.

## 2 Synthèse et analyse des résultats

Malgré ce manque de données, il est possible de connaître les périodes de passages plus importantes en extrapolant avec les données connues en Franche-Comté.

Bien que la période de migration soit étalée sur plusieurs mois, il semble que la phénologie observée en Franche-Comté fasse état d'un pic d'observation en mars pour la période prénuptiale et fin septembre/début octobre pour la période postnuptiale. Ce qui pourrait impliquer un passage fin février/Mars et Octobre en Bourgogne, ces périodes sont des estimations basées sur des données non locales et sur un document mis à jour en 2011. Une variabilité interannuelle peut être observée. Les suivis de migrations permettront de mieux définir les passages de Milans royal sur les secteurs et leur phénologie.

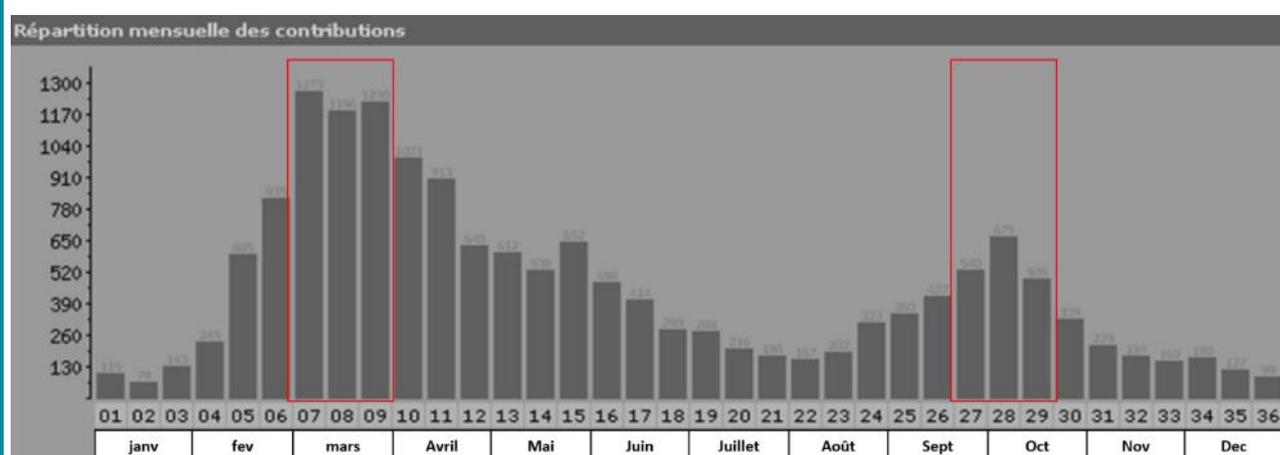


Figure 31 : phénologie de présence du Milan royal en Franche comté (Lecornu D. Milan royal *Milvus milvus* - Fiche espèce Liste rouge Franche-Comté, mis à jour en 2011 [en ligne]. Disponible sur : <http://files.biolovision.net/franche-comte.lpo.fr/userfiles/publications/FichesespecesLR/MilanroyalListerougeFC.pdf> > (consulté le 14.02.2020)

### Collision avec des éoliennes

Tableau 16 : Tableau de synthèse « empirique » de Dürr (mis à jour le 2 septembre 2019) des Milans royaux touchés par les parcs éoliens en Europe

Espèce/Pays	Rang Europe	Rang France	BE	D	DK	E	FR	LX	S	UK	Total
Milan royal	6	19	5	496	1	30	18	1	12	5	568

Légende : BE = Belgique, D = Allemagne, DK = Danemark, E = Espagne, FR = France, LX = Luxembourg, S = Suède, UK = Grande Bretagne

La mise à jour en 2019 de l'étude de DURR, récoltant les données brutes de mortalité des oiseaux et des chiroptères mettent en évidence l'importance du nombre de collisions pour le Milan royal à l'échelle européenne. Ces données ne sont toutefois pas exhaustives et une forte hétérogénéité existe entre les pays. Celle-ci provient en partie de l'accessibilité aux données variant d'un pays à l'autre pour l'équipe de recherche.

Dans leur étude de 2017 (Le parc éolien français et ses impacts sur l'avifaune), la LPO indique que la mortalité du Milan royal en France est essentiellement observée en période de migration. Toutefois l'espèce est connue pour être sensible à l'éolien et l'étude de Hötter, 2017 montre que le nombre de cas de mortalité recensé chez le Milan royal est directement corrélé à la proximité des nids avec les éoliennes. L'impact modéré des parcs éoliens français sur les individus nicheurs peut être lié notamment à la protection des aires vitales de l'espèce dans le cadre des projets éoliens.

## 2 Synthèse et analyse des résultats

### 4 Facteurs d'impact

#### 4.1 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 2019.

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	Analyse comparative
<b>Oiseaux</b>			
Martinet noir	Risque modéré à fort en période de migration postnuptiale / aucune observation	3	Le risque en période de migration postnuptiale était bien identifié lors de l'étude d'impact sans pouvoir être quantifié puisqu'aucun individu n'avait été observé. Le suivi de mortalité confirme la présence de cette espèce au niveau du site en période de migration et le risque de collision important (2 <sup>e</sup> espèce la plus touchée en France par l'éolien)
Roitelet à triple bandeau	Risque modéré de collision en période de migration postnuptiale / aucune observation	1	Peu observé sur le secteur du parc éolien, il reste une des espèces les plus touchées par les parcs éoliens en France. Renouveler le suivi de mortalité permettra d'identifier si l'espèce est touchée de façon régulière par le parc ou si cela reste ponctuel.
Gobemouche noir	Risque modéré de collision en période de migration postnuptiale / aucune observation	1	De même que le Roitelet triple bandeau, cette espèce est peu observée sur le secteur du parc éolien, renouveler le suivi de mortalité permettra d'identifier si l'espèce est touchée de façon régulière par le parc ou si cela reste ponctuel.
Milan noir	Risque fort de collision en migration / 2 individus en migration pré-nuptiale	1	Bien qu'observée uniquement en période de migration pré-nuptiale lors de l'étude d'impact, celle-ci identifie bien le risque de collision accrue pour les grands voiliers en migration postnuptiale. Renouveler le suivi de mortalité permettra d'identifier si l'espèce est touchée de façon régulière par le parc ou si cela reste ponctuel.
Milan royal	Risque fort de collision en migration postnuptiale / faible passage mais observation d'un rush courant octobre (5 individus)	1 (+ 2 hors protocole)	Le risque de collision pour cette espèce était bien mis en évidence dans l'étude d'impact. Le suivi de mortalité permet de confirmer ce risque. Un prolongement du suivi de mortalité sur le mois d'octobre complet permettra de bien identifier la période à risque.
Pouillot véloce	Risque modéré de collision en période de migration postnuptiale / Une dizaine de couples en période de nidification et une dizaine d'individus en migration pré-nuptiale (passage faible en	1	Cette espèce est présente toute l'année sur le site du parc éolien mais présente une sensibilité faible au risque de collision. Renouveler le suivi de mortalité permettra d'identifier si l'espèce est touchée de façon régulière par le parc ou si cela reste ponctuel.

## 2 Synthèse et analyse des résultats

Espèces	Niveau d'impact / effectifs quantifié dans l'état initial	Nombre de cas de mortalité	Analyse comparative
	postnuptiale)		
<b>Chiroptères</b>			
Pipistrelle commune	Risque moyen de collision / 80% des contacts de chiroptères, 6 gîtes identifiés à proximité	3	L'espèce était identifiée sur le site en grand nombre dû à la présence de gîte à proximité. Seul, un risque moyen de collision en période de chasse avait été identifié. Le suivi de mortalité permet d'identifier un risque plus important pour l'espèce, notamment en période de transit (pré et post hibernation) lorsque les individus ont une forte activité et volent à une altitude plus importante.
Pipistrelle de Kuhl	Pas d'indication / effectif faible	3	Les faibles effectifs contactés lors de l'étude d'impact n'ont pas permis de quantifier le risque. Toutefois, il s'agit d'une espèce assez sensible à l'éolien (écologie et comportement similaire à la Pipistrelle commune), le suivi de mortalité permet de mettre en évidence la présence de cette espèce en période et un risque important de collision en période de migration automnale.
Noctule de Leisle	Risque faible de collision / effectif faible	1	Cette espèce est une des plus sensible à l'éolien toutefois elle avait été identifiée en très faible nombre lors de l'étude d'impact. Le risque de collision était donc considéré comme faible. Avec un individu trouvé lors du suivi de mortalité il n'est pas possible de remettre en question les conclusions de l'étude d'impact. Renouveler le suivi de mortalité permettra d'identifier si l'espèce est touchée de façon régulière par le parc ou si cela reste ponctuel.

De manière générale, l'étude d'impact de 2011 avait relevé un risque modéré à fort pour l'avifaune, principalement en période de migration postnuptiale (grands voiliers et passereaux type Martinets/hirondelles) et un risque faible à moyen pour les chiroptères, principalement pour les pipistrelles communes dont plusieurs gîtes avaient été identifiés à proximité.

Le suivi de mortalité confirme le risque identifié pour les oiseaux en période de migration, notamment pour le Milan royal (1 individu a été découvert lors du suivi mortalité et 2 individus hors protocole) et le Martinet noir (3 individus découverts lors du suivi de mortalité). La mortalité est estimée pour l'avifaune de l'ordre de 28 à 37 cas sur la période de suivi. Un renouvellement du suivi permettra de confirmer le risque existant pour ces deux espèces et de mettre en évidence le caractère régulier ou ponctuel des risques de collision pour les autres espèces découvertes.

Il confirme également le risque pour la Pipistrelle commune (3 individus) et met en évidence la présence d'un risque important également pour la Pipistrelle de Kuhl (3 individus également). Ce risque semble particulièrement important en période de sortie et d'entrée en hivernage, lorsque les individus sont les plus actifs et se déplacent sur de plus grandes distances et à de plus hautes altitudes. Le suivi de mortalité a mis en évidence une plus grande mortalité sur les éoliennes à l'extrémité Est et l'utilisation des formules d'estimation de mortalité amène à estimer une mortalité de l'ordre de 42 à 61 cas de mortalité de chiroptères sur la période de suivi. L'analyse croisée avec les écoutes en altitude et un renouvellement du suivi de mortalité devra permettre de compléter et confirmer ces premiers résultats.

## 2 Synthèse et analyse des résultats

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

**Rappels :** Les enregistrements acoustiques en nacelle ont été réalisés au niveau de l'éolienne E3 et E8 entre le 06 mai 2019 et le 14 novembre 2019. Le nombre de nuits d'enregistrement des activités de chiroptères à hauteur de nacelle est de 193 nuits par éolienne. Le suivi de mortalité réalisé entre le 14 mai et le 07 octobre a permis de découvrir 10 chiroptères au niveau de différentes éoliennes. Plusieurs cas de mortalité ont été observés au niveau des éoliennes E3 et E8.

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

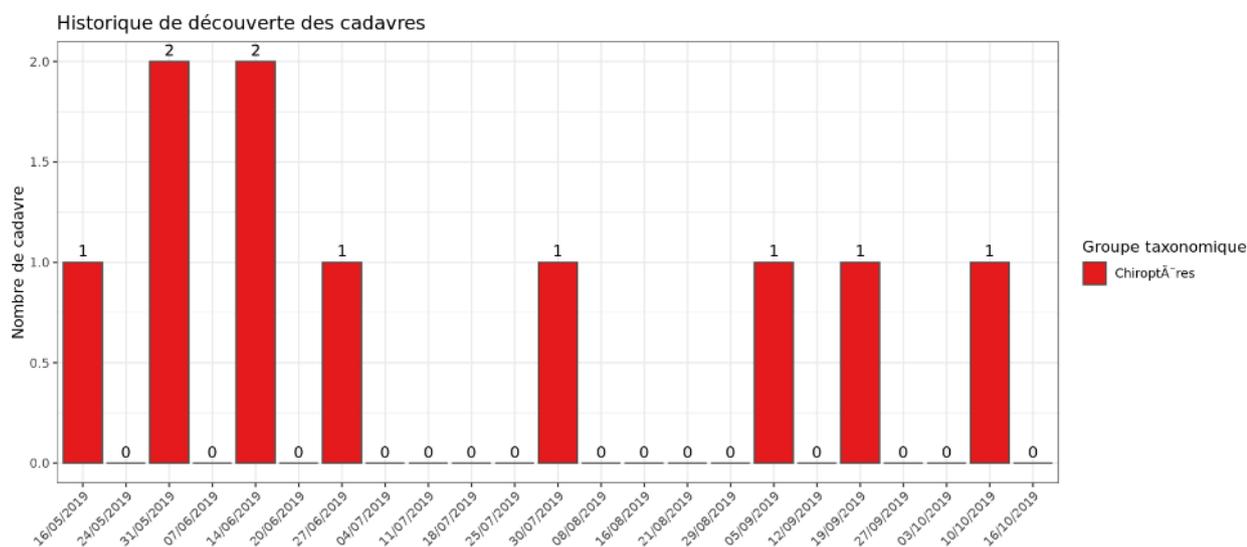


Figure 32 : Nombre de cadavres de chauves-souris trouvés par passage sur le parc éolien des Sources du Mistral.

Le nombre global de cadavres de chiroptères découverts durant le suivi de mortalité a été moyen (n=10). Les cadavres ont été observés globalement tout au long du suivi de mortalité, avec tout de même une concentration plus importante sur fin mai début juin.

## 2 Synthèse et analyse des résultats

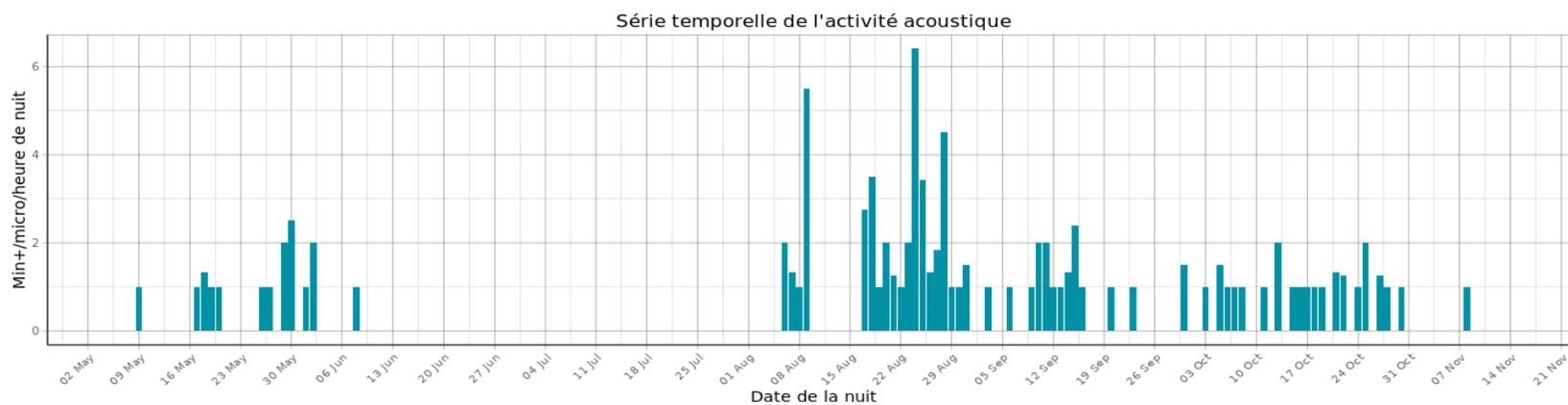


Figure 34 : Eolienne E3 -  
Activité journalière  
moyenne par heure,  
toutes espèces  
confondues.

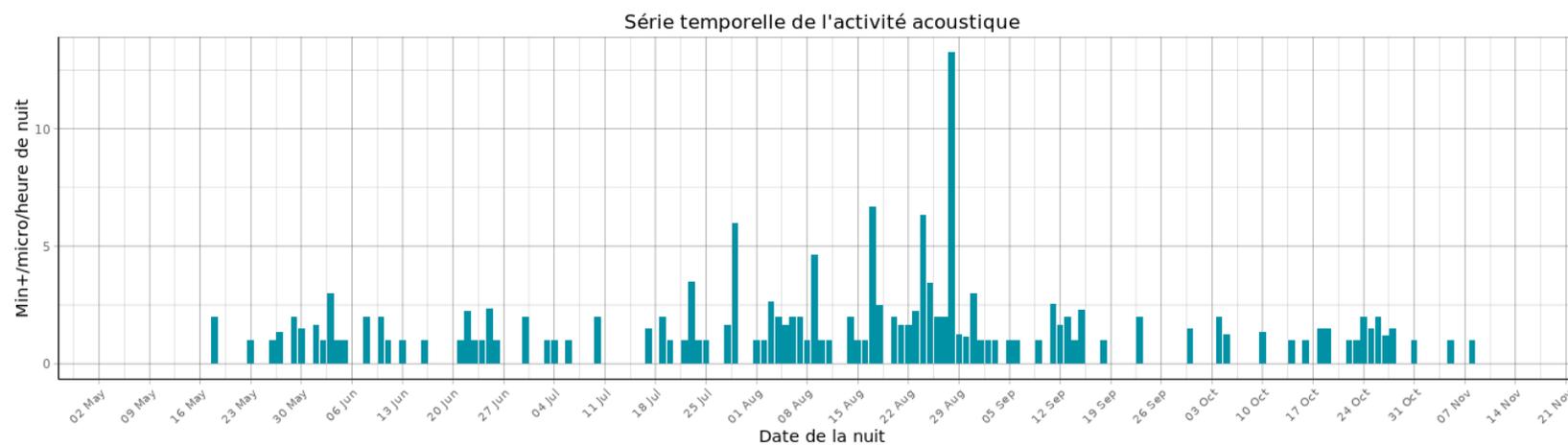


Figure 33 : Eolienne E8 -  
Activité journalière  
moyenne par heure,  
toutes espèces  
confondues.

## 2 Synthèse et analyse des résultats

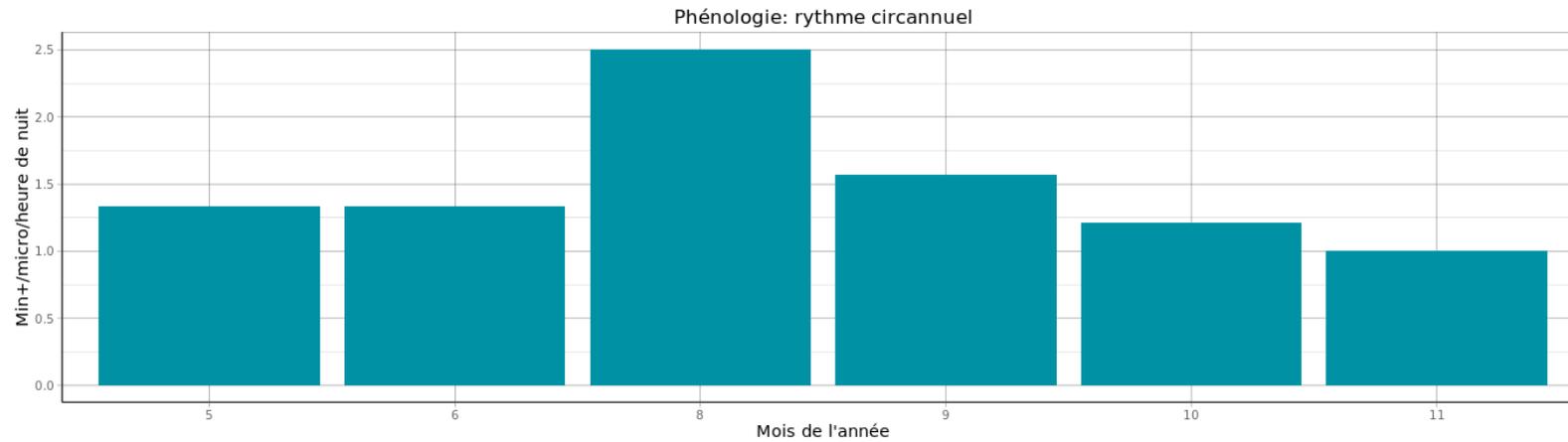


Figure 35 : Eolienne E3 -  
Nombre moyens de  
minutes positives  
mensuelles par heure,  
toutes espèces  
confondues, durant la  
période de réalisation du  
suivi mortalité

Aucune activité n'a été  
enregistrée au mois de  
juillet

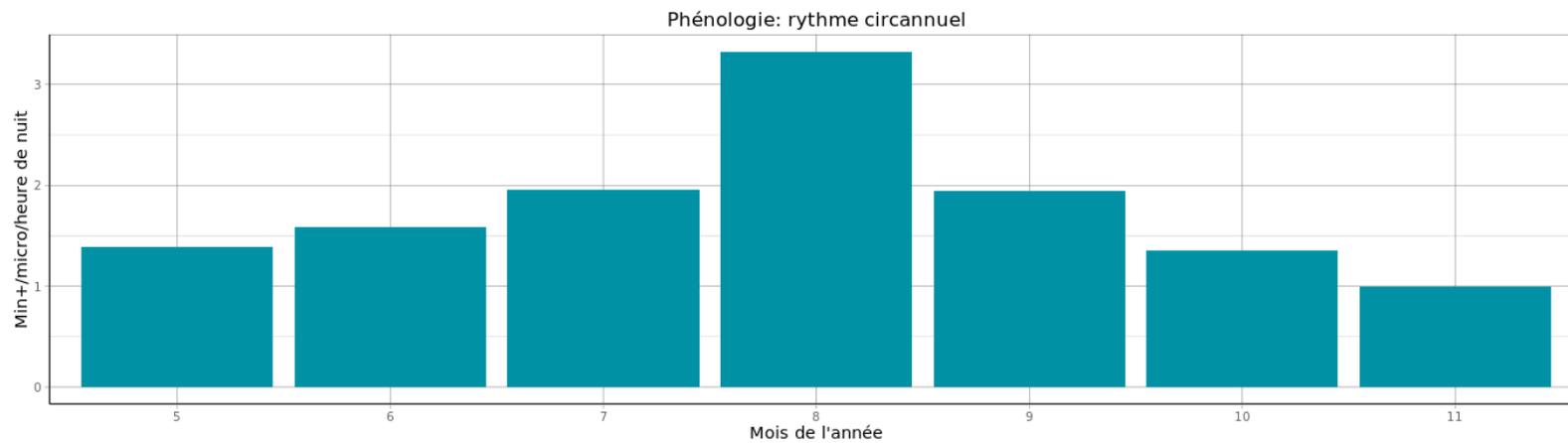


Figure 36 : Eolienne E8 -  
Nombre moyens de  
minutes positives  
mensuelles par heure,  
toutes espèces  
confondues, durant la  
période de réalisation  
du suivi mortalité

## 2 Synthèse et analyse des résultats

Toutes espèces confondues, on observe une variation de l'activité au cours des différents mois. Cette variation est globalement identique au niveau des deux éoliennes, mis à part sur le mois de juillet pour l'éolienne E3, qui n'a enregistré aucune activité de chiroptères.

L'activité augmente progressivement au cours de la période d'activité. Elle est maximale sur le mois d'août et diminue ensuite.

L'analyse des données par espèces montre également les mêmes tendances d'activité que ce soit au niveau de l'éolienne E3 ou E8.

La phénologie des découvertes de cadavres et celle de l'activité acoustique ne semblent pas vraiment concorder. Les découvertes de cadavres ont eu lieu tout au long de la période avec un pic sur fin mai début juin. Tandis que sur les deux éoliennes le pic d'activité acoustique est observé sur le mois d'août.

Ceci peut s'expliquer par une différence de comportement suivant la saison, qui induirait une augmentation du risque de collision pour les chauves-souris indépendamment de leur niveau d'activité.

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

Trois espèces de chauves-souris ont été observées lors du suivi mortalité, il s'agit de la Noctule de Leisler (n=1), de la Pipistrelle commune (n=3) et de la Pipistrelle de Kuhl (n=3). Trois cadavres ont été identifiés comme Pipistrelles sp.

Pour le suivi acoustique, certains contacts, n'offrant pas la possibilité d'identifier l'espèce avec certitude, ont été rattachés à des groupes d'espèces :

- Le groupe « Sérotules » regroupant la Sérotine commune, la Noctule commune et la Noctule de Leisler. Ces espèces sont très proches acoustiquement et ne peuvent être différenciées que dans certaines conditions de vol ;
- Le groupe Pipistrelle de Kuhl / Pipistrelle de Nathusius : ces espèces sont souvent difficilement identifiables avec certitude acoustiquement et seules certaines conditions de vol permettent de faire cette différence.

Les tableaux ci-après présentent le nombre de contacts obtenus par espèce lors des expertises :

Tableau 18 : Nombre de contacts/minutes positives obtenus pour chaque espèce/groupe d'espèces et part de ces contacts notés en altitude au niveau de l'éolienne E3

Nom vernaculaire / Nom scientifique	Eolienne E3			
	Nombre de contacts de 5 sec. totaux	Pourcentage par rapport à l'activité total (%)	Nombre de minutes positives totales	Pourcentage par rapport à l'activité total (%)
Pipistrelle commune <i>Pipistrellus pipistrellus</i>	62	11,46%	35	12,11%
Pipistrelle de Kuhl <i>Pipistrellus kuhlii</i>	2	0,37%	1	0,35%
Pipistrelle de Nathusius <i>Pipistrellus nathusii</i>	31	5,73%	22	7,61%

## 2 Synthèse et analyse des résultats

Noctule de Leisler <i>Nyctalus leisleri</i>	374	69,13%	192	66,44%
Noctule commune <i>Nyctalus noctula</i>	39	7,21%	17	5,88%
Groupe Sérotine indéterminées / Noctules indéterminées	23	4,25%	14	4,84%
Sérotine bicolore <i>Vespertilio murinus</i>	4	0,74%	2	0,69%
Groupe des Oreillards	2	0,37%	2	0,69%
Groupe Pipistrelle de Kuhl / P. de Nathusius	4	0,74%	4	1,38%
<b>Total</b>	<b>541</b>		<b>289</b>	

Tableau 19 : Nombre de contacts/minutes positives obtenus pour chaque espèce/groupe d'espèces et part de ces contacts notés en altitude au niveau de l'éolienne E8

Nom vernaculaire / Nom scientifique	Eolienne E8			
	Nombre de contacts de 5 sec. totaux	Pourcentage par rapport à l'activité total (%)	Nombre de minutes positives totales	Pourcentage par rapport à l'activité total (%)
Pipistrelle commune <i>Pipistrellus pipistrellus</i>	648	40,40%	153	25,08%
Pipistrelle de Kuhl <i>Pipistrellus kuhlii</i>	4	0,25%	1	0,16%
Pipistrelle de Nathusius <i>Pipistrellus nathusii</i>	40	2,49%	23	3,77%
Sérotine commune <i>Eptesicus serotinus</i>	6	0,37%	2	0,33%
Noctule de Leisler <i>Nyctalus leisleri</i>	672	41,90%	322	52,79%
Noctule commune <i>Nyctalus noctula</i>	108	6,73%	35	5,74%
Groupe Sérotine indéterminées / Noctules indéterminées	105	6,55%	67	10,98%
Groupe Pipistrelle de Kuhl / P. de Nathusius	21	1,31%	7	1,15%
<b>Total</b>	<b>1604</b>		<b>610</b>	

## 2 Synthèse et analyse des résultats

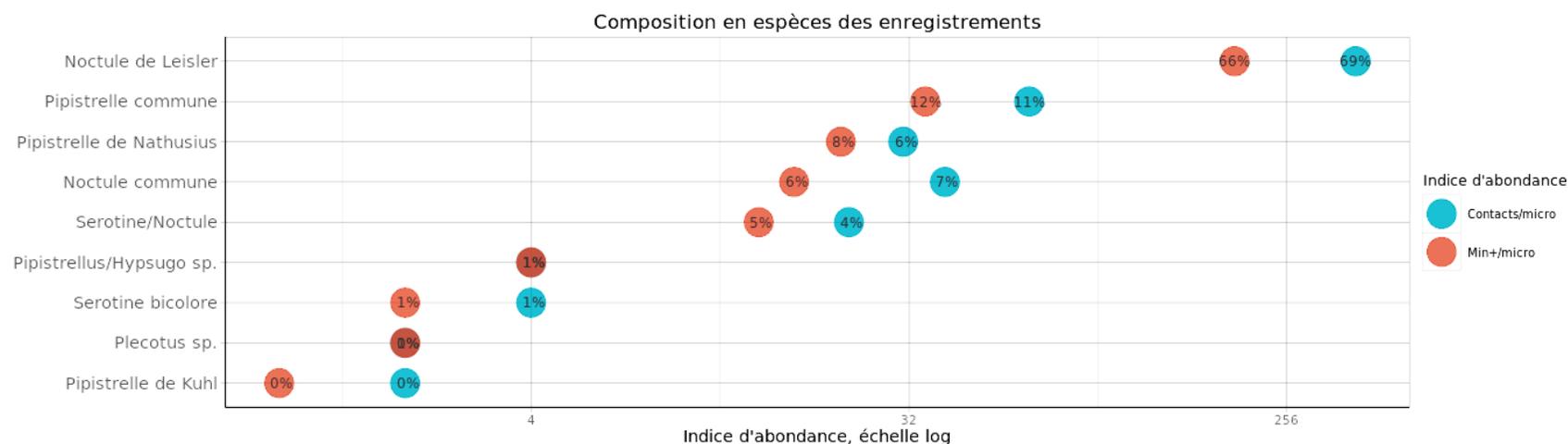


Figure 37 : Représentativité des espèces et groupes d'espèces contactés sur l'éolienne E3 (n = 541 contacts de 5 sec. et 289 min. pos.)

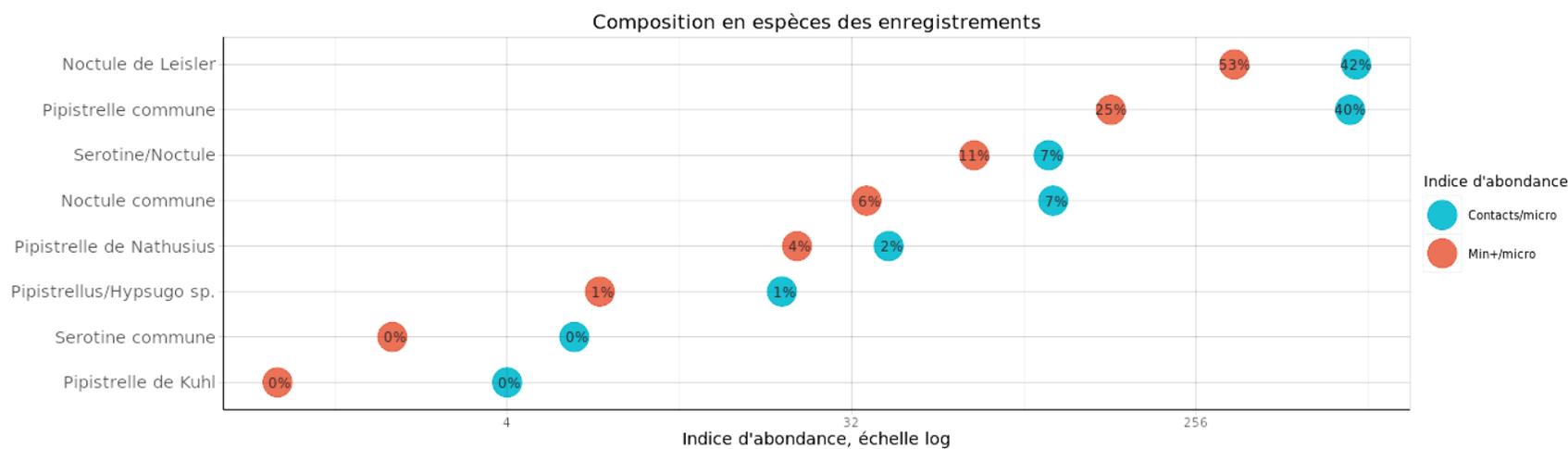


Figure 38 : Représentativité des espèces et groupes d'espèces contactés sur l'éolienne E8 (n = 1 604 contacts de 5 sec. et 610 min. pos.)

## 2 Synthèse et analyse des résultats

L'analyse réalisée montre une différence d'activité importante entre les deux éoliennes. En altitude, l'activité est globalement 3 fois plus importante au niveau de l'éolienne E8 qu'au niveau de l'éolienne E3.

Cette différence importante de nombre de contacts peut s'expliquer par la différence d'habitat au pied de ces deux éoliennes. L'éolienne E3 est localisée au milieu des cultures, à bonne distance des boisements. Tandis que l'éolienne E8 est située en lisière d'un boisement. La lisière du boisement et la canopée peut avoir un effet particulièrement attractif pour les chauves-souris (habitat de chasse).

Quel que soit l'éolienne, la composition des cortèges d'espèces en altitude sont sensiblement identiques. Les deux espèces les plus fréquentes sur les deux éoliennes sont la Noctule de Leisler et la Pipistrelle commune.

- La Noctule de Leisler **domine le peuplement chiroptérologique avec en minute positive 66 à 52 % du total des contacts obtenus (en fonction de l'éolienne)**. Cette espèce est classiquement très fortement représentée en altitude.
- La Pipistrelle commune **est également bien présente avec 25 à 12 % du total des minutes positives obtenues (en fonction de l'éolienne)**. Cette espèce vole régulièrement en altitude et fait partie des espèces les plus régulièrement découvertes au cours des suivis mortalités.

Les autres espèces montrent des pourcentages de contacts inférieurs à 10%. Parmi ces espèces, la Noctule commune et la Pipistrelle de Nathusius sont les deux espèces les plus fréquentes.

- La Noctule commune **représente environ 5% des minutes positives, quel que soit l'éolienne**. Cette espèce est classiquement très fortement représentée en altitude.
- La Pipistrelle de Nathusius représente entre **4 à 7 % du total des minutes positives obtenues (en fonction de l'éolienne)**.

Ce sont deux espèces connues pour voler très régulièrement en altitude.

### Eolienne E3 :

Sur l'ensemble des périodes d'enregistrements effectuées dans le cadre de cette étude, 289 minutes positives de chiroptères ont été enregistrées au niveau de la nacelle de l'éolienne E3 du parc de Sacquenay, sur un total de 193 nuits d'échantillonnage. On obtient une moyenne de minutes positives par nuit d'environ à 1,5.

### Eolienne E8 :

Sur l'ensemble des périodes d'enregistrements effectuées dans le cadre de cette étude, 610 minutes positives de chiroptères ont été enregistrées au niveau de la nacelle de l'éolienne E8 du parc de Sacquenay, sur un total de 193 nuits d'échantillonnage. On obtient une moyenne de minutes positives par nuit d'environ à 3,1.

Au regard du retour d'expérience sur l'étude de l'activité des chiroptères en altitude sur une trentaine de projets en France et Belgique, pour toutes espèces confondues, l'activité mesurée sur le site peut être considérée comme faible à moyenne, en fonction de l'éolienne. En effet, le nombre médian de minutes par nuit obtenus sur les différents sites en altitude en France et suivis par Biotope (au moment de la rédaction du rapport) est de 4,7 minutes par nuit.

---

Les deux principales espèces contactées lors des suivis en altitude correspondent à deux des espèces contactées lors des suivis mortalité. Il s'agit de la Noctule de Leisler et de la Pipistrelle commune. La Pipistrelle de Kuhl a été peu contactée lors des suivis en altitude.

---

## 2 Synthèse et analyse des résultats

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

Trois espèces de chauves-souris ont été observée lors du suivi mortalité, il s'agit de la Noctule de Leisler (n=1), de la Pipistrelle commune (n=3) et de la Pipistrelle de Kuhl (n=3). Trois cadavres ont été identifiés comme Pipistrelles sp.

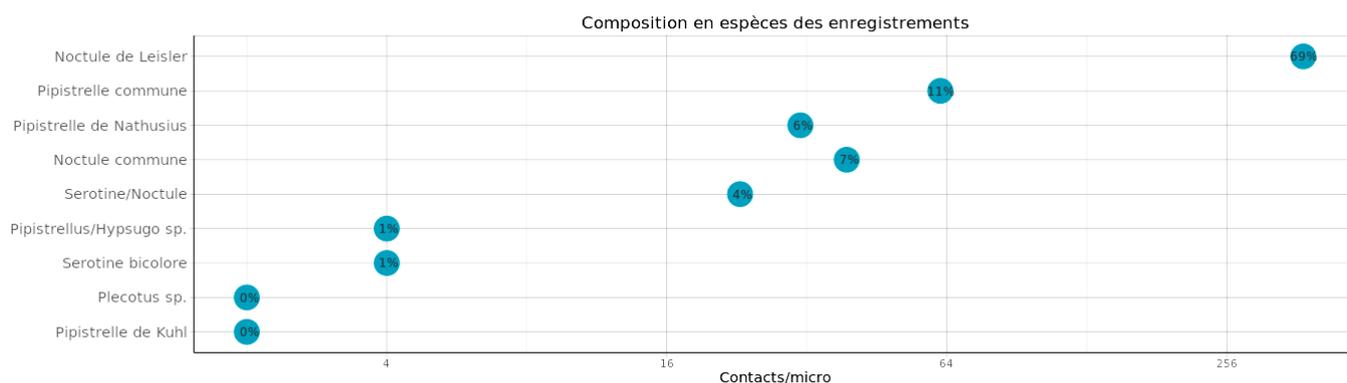


Figure 39 : Eolienne E3 - Cortège d'espèces de chiroptères identifié par le suivi acoustique en nacelle sur la période de réalisation du suivi mortalité

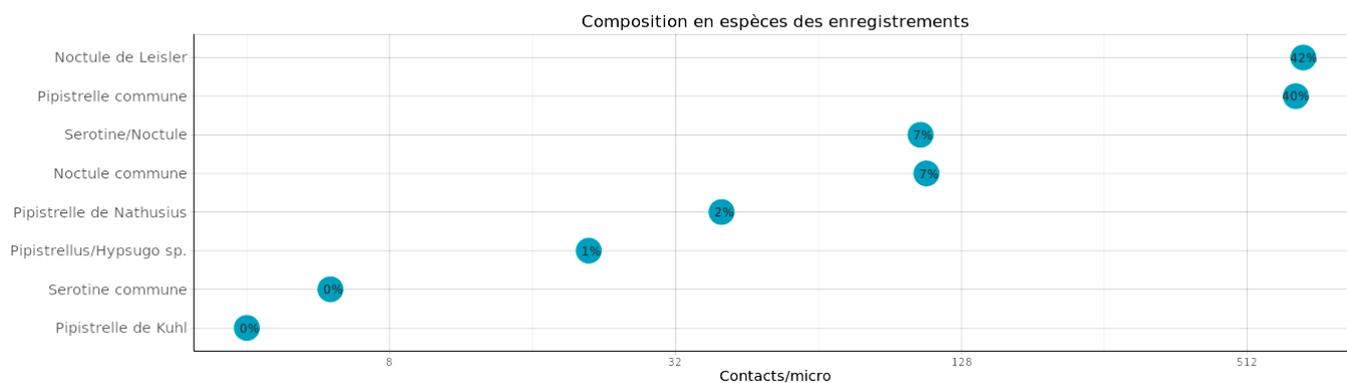


Figure 40 : Eolienne E8 - Cortège d'espèces de chiroptères identifié par le suivi acoustique en nacelle sur la période de réalisation du suivi mortalité

Pour le suivi acoustique, les espèces les plus fréquemment contactées sont la Noctule de Leisler (42 % à 69% selon l'éolienne) et suivie de la Pipistrelle commune (11 % à 40% selon l'éolienne). Les autres espèces et groupes d'espèce regroupe chacune moins de 10% des contacts.

Les deux principales espèces contactées lors des suivis en altitude correspondent à deux des espèces trouvées lors du suivi de mortalité. Il s'agit de la Noctule de Leisler et de la Pipistrelle commune. La Pipistrelle de Kuhl a été peu contactée lors des suivis en altitude.

## 2 Synthèse et analyse des résultats

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

#### Groupe des Pipistrelles

Pour la Pipistrelle commune, l'activité est principalement concentrée entre sur la fin du mois de mai-début juin et sur les mois d'août et septembre. Elle semble plus ponctuelle en dehors de ces périodes. L'activité a lieu essentiellement durant les premières heures de la nuit. Mais ponctuellement, elle peut être plus importante en milieu de nuit.

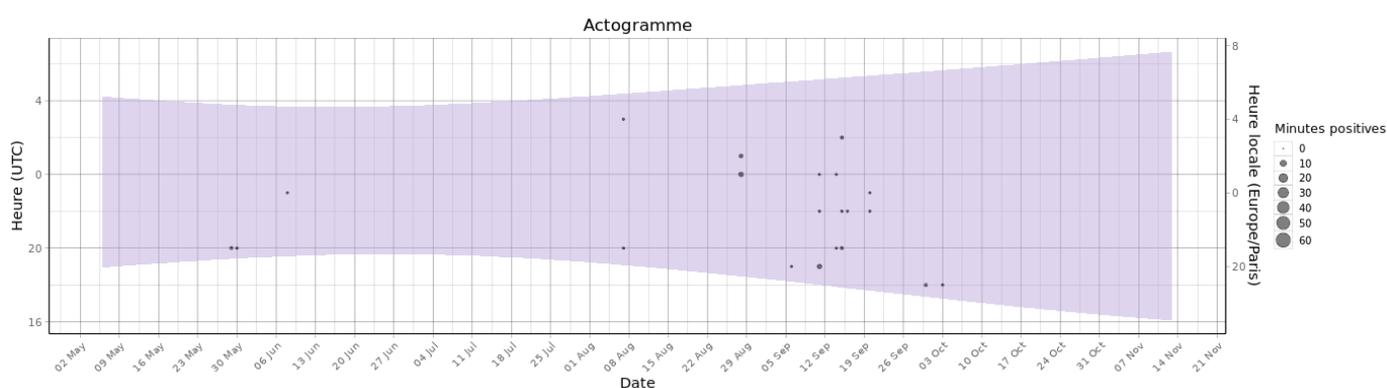


Figure 41 : Eolienne E3 - Actogramme de la Pipistrelle commune sur la période du suivi de mortalité. La nuit est représentée en gris par la bande longitudinale (délimitées par les heures de début et fin).

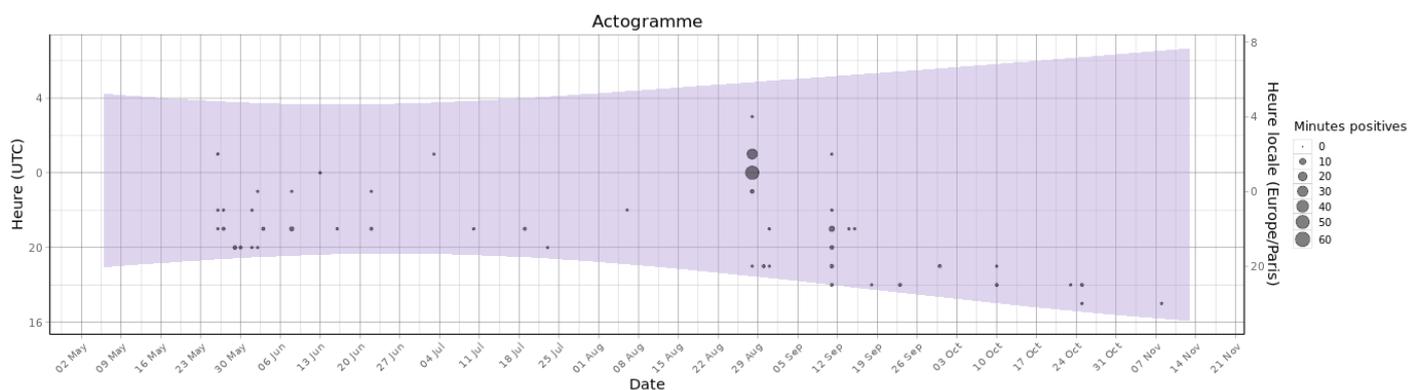


Figure 42 : Eolienne E8 - Actogramme de la Pipistrelle commune sur la période du suivi de mortalité. La nuit est représentée en gris par la bande longitudinale (délimitées par les heures de début et fin).

## 2 Synthèse et analyse des résultats

La Pipistrelle de Kuhl a été peu observée lors des écoutes. Au niveau de l'éolienne E3, elle a été observée à une seule reprise en octobre 2019. Au niveau de l'éolienne E8, la seule observation a été réalisée fin mai 2019.

L'activité du groupe pipistrelles (sauf Pipistrelle commune) est sensiblement identique à celle de la Pipistrelle commune, quelques soit l'éolienne. On observe une augmentation des contacts sur le mois d'octobre correspondant au Pipistrelle de Nathusius.

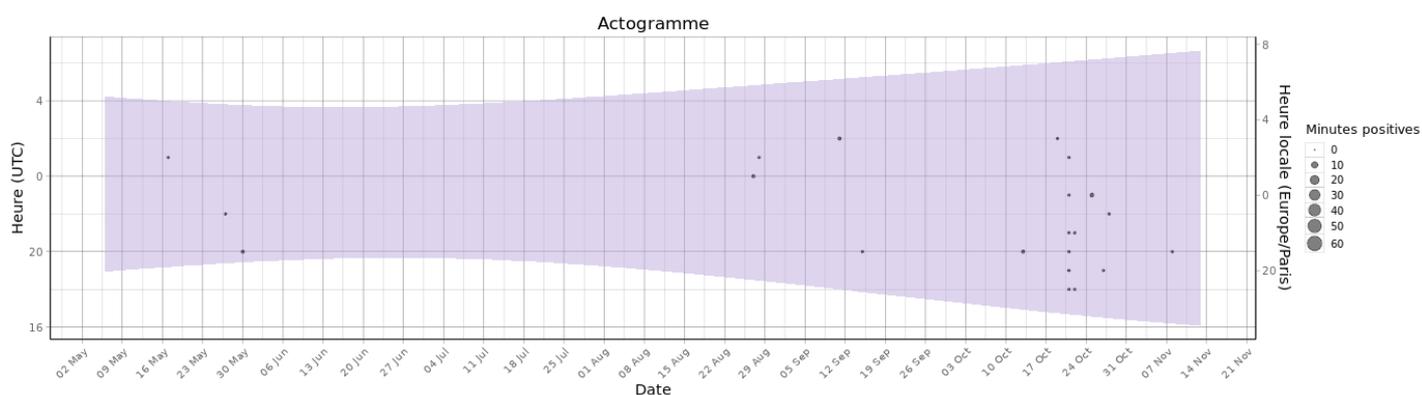


Figure 43 : Eolienne E3 - Actogramme du groupe de Pipistrelle (Sauf Pipistrelle commune) sur la période du suivi de mortalité. La nuit est représentée en gris par la bande longitudinale (délimitées par les heures de début et fin).

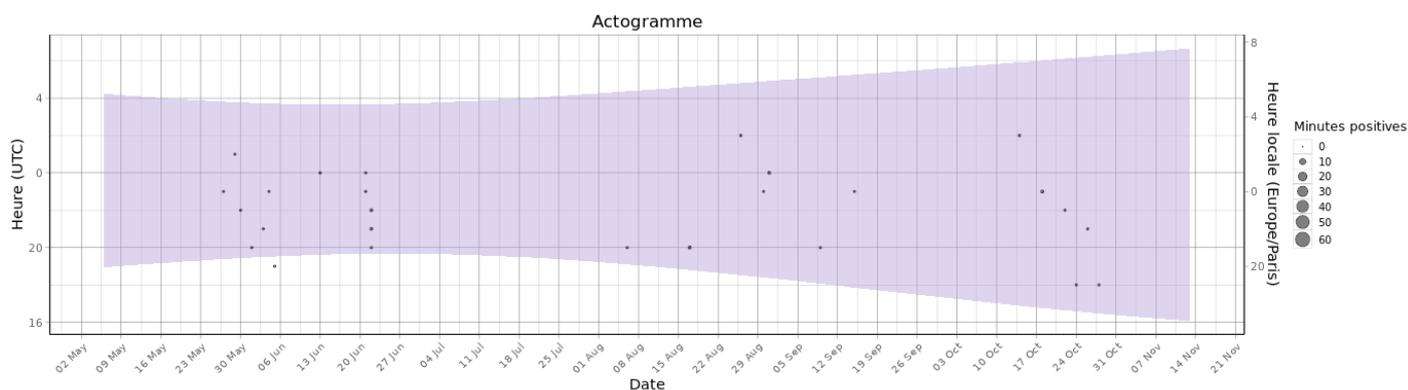


Figure 44 : Eolienne E8 - Actogramme du groupe de Pipistrelle (Sauf Pipistrelle commune) sur la période du suivi de mortalité. La nuit est représentée en gris par la bande longitudinale (délimitées par les heures de début et fin).

## 2 Synthèse et analyse des résultats

### Noctule de Leisler – *Nyctalus leisleri*

Pour la Noctule de Leisler, l'activité est principalement concentrée entre mi-juillet et fin août. Elle semble plus ponctuelle en dehors de cette période. L'activité a lieu essentiellement durant les premières heures de la nuit.

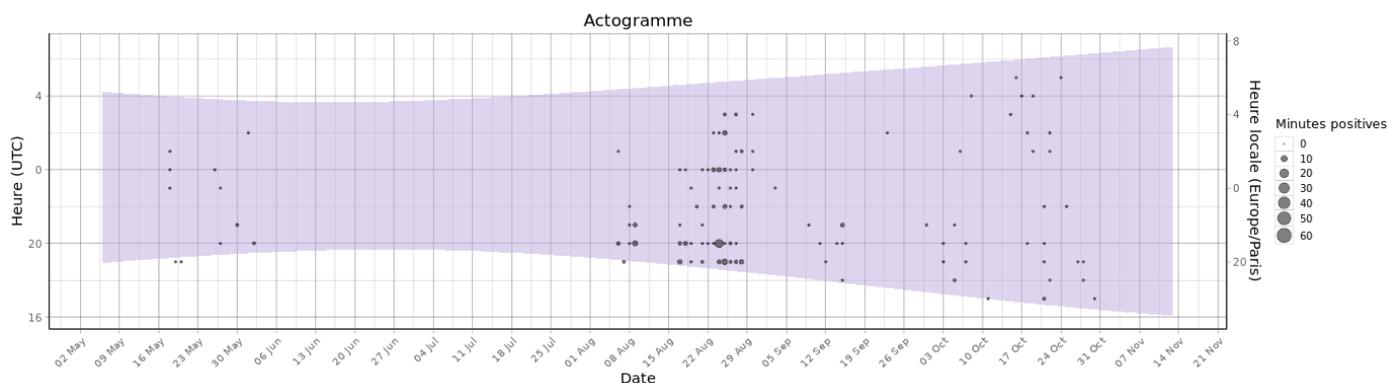


Figure 45 : Eolienne E3 - Actogramme de la Noctule de Leisler sur la période du suivi de mortalité. La nuit est représentée en gris par la bande longitudinale (délimitées par les heures de début et fin).

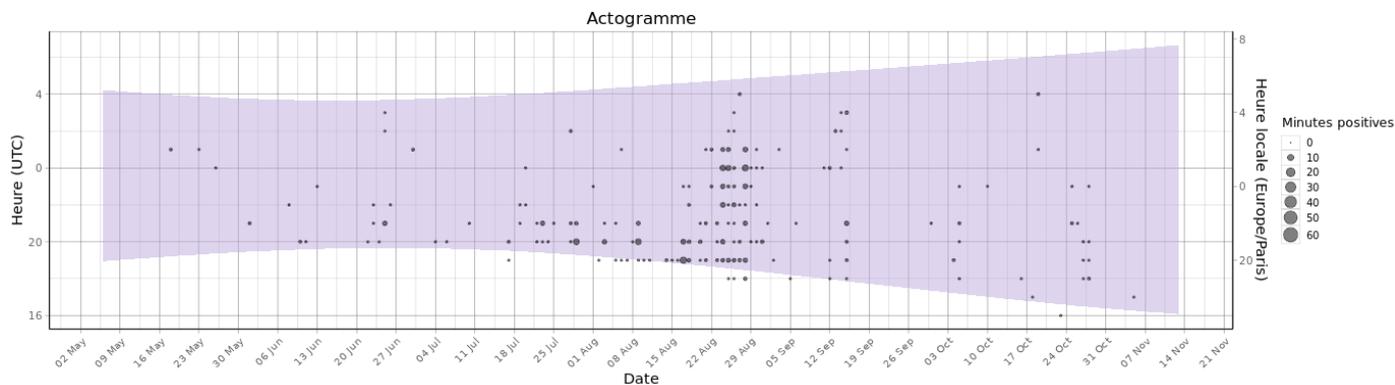


Figure 46 : Eolienne E8 - Actogramme de la Noctule de Leisler sur la période du suivi de mortalité. La nuit est représentée en gris par la bande longitudinale (délimitées par les heures de début et fin).

## 2 Synthèse et analyse des résultats

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

Tableau 20 : Phénologie du nombre de découvertes de cadavres par espèce et groupe d'espèces

Espèce	16/05/2019	31/05/2019	14/06/2019	27/06/2019	30/07/2019	05/09/2019	19/09/2019	10/10/2019	Total général
Pipistrelle commune		1 (E06)		1			1 (E03)	1 (E08)	3
Pipistrelle de Kuhl	1 (E09)	1 (E06)	1 (E08)						3
Noctule de Leisler			1 (E06)						1
Pipistrelle sp.				1 (E04)	1 (E04)	1 (E01)			3
<b>Total général</b>	1	2	2	1	1	1	1	1	10

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

Deux des espèces découvertes durant le suivi de mortalité correspondent aux deux principales espèces identifiées durant le suivi acoustique. Il s'agit de la Pipistrelle commune et de la Noctule de Leisler.

Au niveau de la phénologie, la découverte des cadavres des pipistrelles et de la Noctule de Leisler ne correspondent pas nécessairement aux périodes où les Pipistrelles et Noctules ont été le plus souvent contactées (fin mai début juin). L'analyse de l'activité de la Noctule de Leisler montre un pic d'activité particulièrement important sur le mois d'août (cf Figure 45 et Figure 46). Cette espèce est abondante et régulière en altitude sur cette période l'année. Ceci est également le cas pour la Pipistrelle commune où une activité importante de cette espèce a été observée durant quelques nuits fin août (cf Figure 40 et Figure 41).

Les principales espèces (noctules et pipistrelles) observées à hauteur de nacelles correspondent aux espèces observées habituellement en altitude (cf. Figure 47).

Sur l'ensemble des périodes d'enregistrements effectuées dans le cadre de cette étude, les niveaux d'activité observés au niveau de deux nacelles varient entre 1,5 et 3,1 minutes positives par nuit.

Au regard du retour d'expérience sur l'étude de l'activité des chiroptères en altitude sur une trentaine de projets en France et Belgique, pour toutes espèces confondues, l'activité mesurée sur le site peut être considérée comme faible à moyenne, en fonction de l'éolienne. En effet, le nombre médian de minutes par nuit obtenu sur les différents sites en altitude en France et suivis par Biotope (au moment de la rédaction du rapport) est de 4,7 minutes par nuit.

Il est à noter que malgré l'activité importante de la Noctule de Leisler enregistré, un seul cadavre de cette espèce a été observé lors du suivi de mortalité de 2019 du parc éolien des sources du Mistral.

Au niveau des deux éoliennes disposant d'un suivi acoustiques, trois cadavres ont été observés (2 Pipistrelles communes et 1 Pipistrelle de Kuhl).

## 2 Synthèse et analyse des résultats

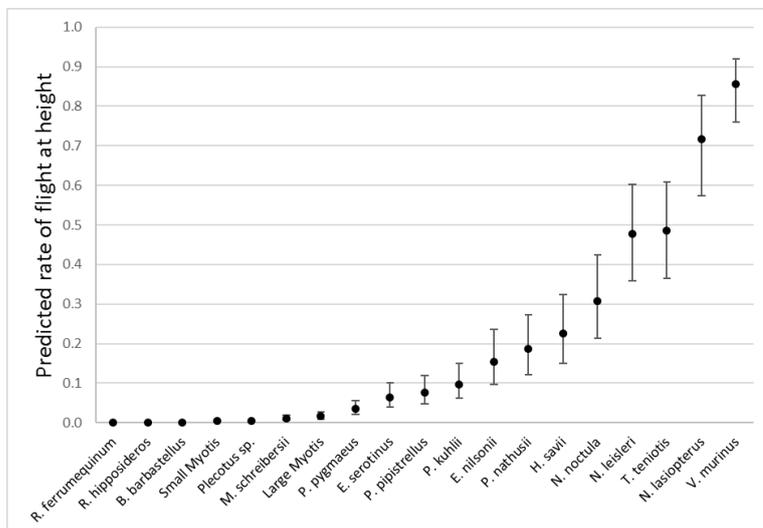


Figure 47 : Proportion de vol en altitude prédite pour différentes espèces à partir d'un modèle linéaire généralisé mixte (GLMM) avec l'espèce et la hauteur médiane des microphones en effet fixe (pour contrôler leur effet) et le site niché dans le groupe de sites comme effet aléatoire (Roemer, 2018).

**Limites du croisement des informations des suivis mortalité et acoustique :** La comparaison des données acoustiques issues de deux éoliennes (comparativement au suivi de mortalité qui est réalisé sur l'ensemble des éoliennes du parc) peut limiter l'interprétation du fait du manque de représentativité de l'activité locale de l'éolienne suivie en acoustique. Cette analyse comparative reste une analyse visuelle qui permet simplement de mettre en avant des éléments convergents ou non entre les deux types de suivis sur le même pas de temps.

### 4.3 Analyse croisée avec le suivi de migration

Tableau 21 Croisement des informations issues du suivi migration et du suivi mortalité

Espèces	Effectifs observés en migration postnuptiale / Comportement	Nombre de cas de mortalité	Analyse comparative
<b>Oiseaux</b>			
Martinet noir	Aucun individu n'a été observé en migration	3	Les collisions ont été observées en août, lors de la migration postnuptiale. De même qu'en 2011, le suivi de migration n'a pas permis de détecter l'espèce. Il est possible que cette espèce ne soit pas détectée, migrant principalement de nuit, ou à haute altitude en journée.
Roitelet à triple bandeau	Aucun individu n'a été observé en migration	1	Cette espèce n'avait pas non plus été détectée lors de l'étude d'impact. Les effectifs en migration sont certainement faibles et en migration rampante ce qui induit des difficultés de détection mais également un risque de collision moindre.

## 2 Synthèse et analyse des résultats

Espèces	Effectifs observés en migration postnuptiale / Comportement	Nombre de cas de mortalité	Analyse comparative
			Les suivis ultérieurs permettront potentiellement de détecter l'espèce et ainsi de décrire son comportement.
Gobemouche noir	Aucun individu n'a été observé en migration	1	De même que le Roitelet à triple bandeau, cette espèce n'avait pas non plus été détectée lors de l'étude d'impact. Les effectifs en migration sont certainement faibles et en migration rampante ce qui induit des difficultés de détection mais également un risque de collision moindre. Les suivis ultérieurs permettront potentiellement de détecter l'espèce et ainsi de décrire son comportement.
Milan noir	Aucun individu n'a été observé en migration	1	En 2011, deux Milans noirs avaient été détectés en migration pré-nuptiale. Cette espèce est difficile à contacter en migration postnuptiale car très précoce (mi-juillet) par rapport aux autres espèces de rapaces.  Cette espèce n'est pas fréquente sur le secteur du parc éolien. Toutefois le suivi de mortalité fait état d'au moins un cas de collision. Les suivis ultérieurs de mortalité et de migration pré-nuptiale permettront de comprendre l'utilisation du site par cette espèce et de vérifier si l'espèce est touchée de façon régulière par le parc ou si cela reste ponctuel.
Milan royal	12 individus ont été observés / Certains ont présenté des comportements d'évitement des éoliennes, toutefois la majorité n'a pas semblé adopté de comportement particulier.	1 (+ 2 hors protocole)	Le suivi de migration a permis de contacter le double d'individus par rapport aux effectifs observés en 2011. La période d'observation est toutefois la même que celle identifiée dans l'étude d'impact, avec ce même effet de « rush ». Le suivi de mortalité et les découvertes hors-protocole mettent en évidence la présence d'un risque pour cette espèce lors de ce rush aux alentours du 20 octobre.
Pouillot véloce	3 individus ont été observés / cette espèce ne présente pas de comportement particulier vis-à-vis des éoliennes, cependant ils n'ont pas été détectés à hauteur de pâles.	1	Les effectifs en migration de cette espèce sont certainement faibles et en migration rampante ce qui induit des difficultés de détection mais également un risque de collision moindre. Les suivis ultérieurs permettront potentiellement de détecter l'espèce et ainsi de décrire son comportement.

5 espèces ont été observées volant à hauteur de pâles, c'est-à-dire entre 50 et 150 mètres de haut : la Bondrée apivore, la Buse variable, le Geai des chênes, la Grue cendrée et le Milan royal. Chacune présente des comportements à risques, c'est-à-dire sans évitement particulier du parc éolien. C'est en particulier le cas de plusieurs Milans royaux ayant traversés le parc à hauteur de pâles.

## 2 Synthèse et analyse des résultats

Parmi ces 5 espèces, seule des cas de mortalité ont été détectés pour le Milan royal, il s'agit en effet d'une espèce connue pour sa sensibilité très forte à l'éolien.

Les autres espèces n'ont pas été découvertes lors du suivi de mortalité pourtant, la Buse variable présente une sensibilité forte à l'éolien. De même pour la Grue cendrée qui présente une sensibilité moyenne et des effectifs très importants sur le secteur en migration.

La Bondrée apivore et le Geai des chênes présentent quant à elle, une sensibilité très faible à l'éolien.

---

Le suivi de migration postnuptiale permet de mettre en évidence certains résultats déjà identifiés lors de l'étude d'impact, notamment le risque important pour le Milan royal courant octobre.

D'autre part, il met en évidence le comportement d'autres espèces sensibles aux collisions telles que la Buse variable et la Grue cendrée qui, toutefois n'ont pas été découvertes lors du suivi de mortalité en 2019.

---

## 2 Synthèse et analyse des résultats

# 5 Conclusion

Ce rapport constituant l'analyse de la première année de suivi, le nombre d'individu découverts sous les éoliennes n'est pas suffisant pour dégager de réelles conclusions quant à l'impact du parc éolien sur les espèces découvertes.

Toutefois, ces premiers résultats de suivi de mortalité indiquent des niveaux de mortalité significatifs nécessitant la réalisation d'investigations complémentaires.

Le suivi de mortalité a fait l'objet de deux tests de persistance des cadavres et deux tests de l'efficacité du chercheur principal ont été réalisés. Leur mise en place ainsi qu'une méthode de suivi très protocolée a permis l'utilisation de tests statistiques (Huso 2010 ; Korner-Nievergelt et al. 2011 ; Erickson et al. 2004) afin de réaliser une estimation du nombre réel d'oiseaux et de chiroptères touchés par le parc éolien.

Un suivi de la migration de l'avifaune a été réalisé de fin août à début novembre, à raison de un passage par mois.

Un suivi de l'activité des chiroptères a également été réalisé sur deux éoliennes du parc en parallèle du suivi de mortalité, de mai à novembre 2019 à raison de 193 nuits d'écoute par éoliennes.

### 5.1.1 L'avifaune

Le suivi de mortalité a permis de mettre en évidence une estimation de mortalité pour l'avifaune de l'ordre de 28 et 37 individus en 2019. Les observations ont été réalisées exclusivement en fin d'été, début d'automne, sur des individus donc, *a priori*, migrants au vu des espèces et de la période. Les incertitudes par éoliennes pour la mortalité des oiseaux sont assez importantes toutefois, des résultats de 2019, ressortent principalement les éoliennes E02 et E08.

La majorité des espèces observées lors du suivi de la migration postnuptiale sont communes (21 espèces sur 32) et/ou peu sensibles au risque de collision avec les éoliennes (22 espèces sur 32). Quelques espèces ont été observées volant à hauteur de pâles, c'est le cas notamment du Milan royal, dont certains individus ont évité le parc quand d'autres l'ont traversé. Plusieurs cadavres de cette espèce ont été découverts en 2019 (1 lors du suivi de mortalité et 2 hors protocole), confirmant ainsi le risque identifié lors de l'étude d'impact. Le risque de mortalité a également été confirmé pour le Martinet noir, dont le comportement en journée n'a pas pu être observé, cette espèce volant principalement de nuit en période de migration.

Le risque de collision est donc identifié pour les oiseaux principalement en période de migration. Le couloir de migration au niveau du parc reste diffus notamment dû à une topographie peu marquée. Les oiseaux nicheurs sensibles à l'éolien comme la Buse variable ou le Faucon crécerelle n'ont, quant à eux, pas été observés lors du suivi de mortalité.

### 5.1.2 Les Chiroptères

L'utilisation des formules d'estimation de mortalité amène à estimer une mortalité de l'ordre de 42 à 61 cas de mortalité de chiroptères sur la période de suivi, principalement en période de sortie de gîte et de reproduction avant hibernation. Ces tests statistiques font ressortir principalement les éoliennes E04 et E08 ainsi que l'éolienne E06 dans une moindre mesure.

Les espèces retrouvées lors du suivi de mortalité sont parmi les plus sensibles à l'éolien, elles appartiennent toutes aux groupes des Noctules (Noctule de Leisler) et des Pipistrelles (Pipistrelle commune, Pipistrelle pygmée, Pipistrelle de Kulh).

## 2 Synthèse et analyse des résultats

L'activité des chauves-souris à hauteur de nacelle est faible à moyenne, elle est maximale en août. Les deux éoliennes présentent la même tendance : une augmentation de l'activité au fur et à mesure de la période estivale, avec un pic en août et une diminution jusqu'à l'automne. Toutefois l'activité sur l'éolienne E8 est bien plus importante que celle de l'éolienne E3 : 3,1 minutes positives par nuit pour la première contre seulement 1,5 minutes positives par nuit pour la E3. Ceci peut s'expliquer par la différence de milieux, l'éolienne E8 étant localisée à proximité de lisières tandis que la E3 est localisée en culture. Cette observation pourrait expliquer également le nombre de cadavres plus important retrouvés au niveau des éoliennes E04 et E08, toutes deux implantées dans un contexte écologique et paysager similaire.

Les écoutes en altitude mettent toutefois en évidence que la période d'activité maximale (août) ne correspond pas à la période d'observation de la mortalité pour ce groupe. Ceci peut s'expliquer par une différence de comportement suivant la saison qui induirait une augmentation du risque de collision pour les chauves-souris indépendamment de leur niveau d'activité.

## 6 Mesures correctives

### 6.1.1 Expertises

#### **Suivi de mortalité**

- Le suivi de mortalité est renouvelé en 2020 afin de vérifier et consolider les résultats de 2019.  
Une troisième année de suivi de mortalité en 2021 est préconisée dans le cas où des mesures correctives de bridage seraient mise en place.
- Le suivi de mortalité de 2020 est prolongé jusqu'en semaine 44 (25 passages) afin de suivre entièrement le mois d'octobre, période identifiée comme particulièrement sensible pour le Milan royal, correspondant à un « rush » lors de la migration postnuptiale de cette espèce.  
Ce prolongement de période est également préconisé dans le cas d'un troisième suivi de mortalité en 2021.
- Afin de répondre plus précisément à la problématique du Milan royal, un suivi de mortalité (couplé au suivi de migration postnuptiale) spécifique à cette espèce sera mis en place en parallèle du suivi de mortalité « classique ».

En octobre, en parallèle du suivi de mortalité, un test de persistance spécifique au Milan royal sera réalisé avec des leurres au gabarit plus proche de cette espèce (type poule faisane). La réalisation de ce test de persistance particulier, est nécessaire si l'on souhaite conclure plus précisément de l'impact du parc éolien sur l'espèce.

#### **Écoutes en altitude**

- Nous préconisons également de renouveler les écoutes des chiroptères en altitude, en positionnant en 2020 un micro dans l'éolienne E04.  
En effet, les estimations de mortalité les plus fortes pour les chauves-souris ont été identifiées sur les éoliennes E04 et E08, toutefois le suivi d'écoute en altitude de 2019 a été réalisé sur les éoliennes E03 et E08. Suivre l'éolienne E04 permettra 1) d'avoir un lien plus fort sur le croisement des découvertes de cadavres sur l'éolienne 4 et l'activité acoustiques en altitude et 2) de compléter les données permettant, en croisant avec le suivi mortalité, afin de mettre en place un plan de bridage adapté si nécessaire.

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., KERNS 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. (2009). 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.
- DULAC. P. 2008. Evaluation de l'impact du parc éolien de Bouin (Vendée) sur l'avifaune et les chauves-souris. Bilan des 5 années de suivi. LPO Vendée, ADEME Pays de Loire, Région Pays de Loire, Nantes – La Roche-sur-Yon - 106 p.
- DÜRR T., 2015. Bat and bird fatalities at windturbines in Europe. <http://www.lfu.brandenburg.de/cms/detail.php/bb1.c.312579.de> Actualisé le 18 mai 2018.
- HUSO, M. 2010. An estimator of wildlife fatality from observed carcasses – Environmetrics, DOI: 10.1002/env.1052. 19 p.
- HUTTERER, R., IVANOVA, T., MEYER-CORDS, C. & RODRIGUES, L. 2005. Bat migrations in Europe: A review of literature and analysis of banding data. Naturschutz und Biologische Vielfalt No. 28: 1-172.
- JONES G., 2009. Determining the potential ecological impact of wind turbines on bat populations in Britain. Scoping and method development report. 158 p.
- KORNER-NIEVERGELT, Fränzi, KORNER-NIEVERGELT, Pius, BEHR, Oliver, 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.
- Ministère de l'Ecologie, du Développement Durable et de l'Energie (MEDDE), 2015, Protocole de suivi environnemental des parcs éoliens terrestre, Novembre 2015, 40p.
- TRAN, M. & Roux, D. 2012. Evaluation de la mortalité de l'avifaune et des chiroptères et suivi du comportement de l'avifaune du parc éolien de Bollène (Vaucluse). Bilan de 3 années de suivi. Rapport ONCFS, nov. 2012. 77 p.
- WINKELMAN J.E., 1984. - Bird impact by middle-sized wind turbines - on flight behaviour, victims, and disturbance (Dutch, English summary). RIN-report 84/7, Rijksinstituut voor Natuurbeheer, Arnhem.
- WINKELMAN J.E., 1985a. - Bird impact by middle-sized wind turbines - on flight behaviour, victims, and disturbance (Dutch, English summary). Limosa 58: 117-121.
- WINKELMAN J.E., 1985b. Impact of medium-sized wind turbines on birds: a survey on flight behaviour, victims, and disturbance. Neth. J. Agric. Sci. 33: 75-78.

#### Site internet :

- DURR, 2019 : <http://www.lfu.brandenburg.de/cms/detail.php/bb1.c.312579.de>

A

## Annexes

A Annexe 1 : Tableau récapitulatif des observations de cadavres

## Annexe 1 : Tableau récapitulatif des observations de cadavres

Tableau 22 : Résultats du suivi de mortalité

Date prospection	Éolienne	Nom latin	Nom vernaculaire	État	Age	Sexe	Raison estimée de la mort	Distance à l'éolienne (m)
16/05/2019	E09	<i>Pipistrellus Kuhlii</i>	Pipistrelle de Kuhl	Frais	Indéterminé	Femelle probable	Barotraumatisme	41,20
31/05/2019	E06	<i>Pipistrellus pipistrellus</i>	Pipistrelle commune	Frais	Adulte	Mâle	Barotraumatisme	5,35
31/05/2019	E06	<i>Pipistrellus Kuhlii</i>	Pipistrelle de Kuhl	Frais	Adulte	Mâle	Collision avec pale	18,97
14/06/2019	E06	<i>Nyctalus leisleri</i>	Noctule de Leisler	Sec	Indéterminé	Indéterminé	Collision avec pale	41,59
14/06/2019	E08	<i>Pipistrellus Kuhlii</i>	Pipistrelle de Kuhl	Frais	Indéterminé	Femelle	Barotraumatisme	19,13
18/07/2019	E02	<i>Milvus migrans</i>	Milan noir	Plumée	Adulte	Indéterminé	Collision avec pale	48,26
30/07/2019	E02	<i>Apus apus</i>	Martinet noir	Frais	Adulte	Indéterminé	Collision avec pale	46,69
30/07/2019	E02	<i>Regulus ignicapilla</i>	Roitelet à triple bandeau	Sec	Indéterminé	Indéterminé	Collision avec pale	49,98
30/07/2019	E04	<i>Pipistrellus sp</i>	Pipistrelle commune/pygmée	Sec	Indéterminé	Indéterminé	Barotraumatisme	11,50
08/08/2019	E05	<i>Apus apus</i>	Martinet noir	Plumée	Indéterminé	Indéterminé	Collision avec pale	10,81
16/08/2019	E02	<i>Apus apus</i>	Martinet noir	Plumée	Indéterminé	Indéterminé	Collision avec pale	45
05/09/2019	E01	<i>Pipistrellus sp</i>	Pipistrelle sp	Sec	Indéterminé	Indéterminé	Barotraumatisme	45,89
19/09/2019	E03	<i>Pipistrellus pipistrellus</i>	Pipistrelle commune	Frais	Indéterminé	Mâle	Barotraumatisme	16,66
27/09/2019	E09	<i>Ficedula hypoleuca</i>	Gobemouche noir	Plumée	Indéterminé	Indéterminé	Barotraumatisme	18,74

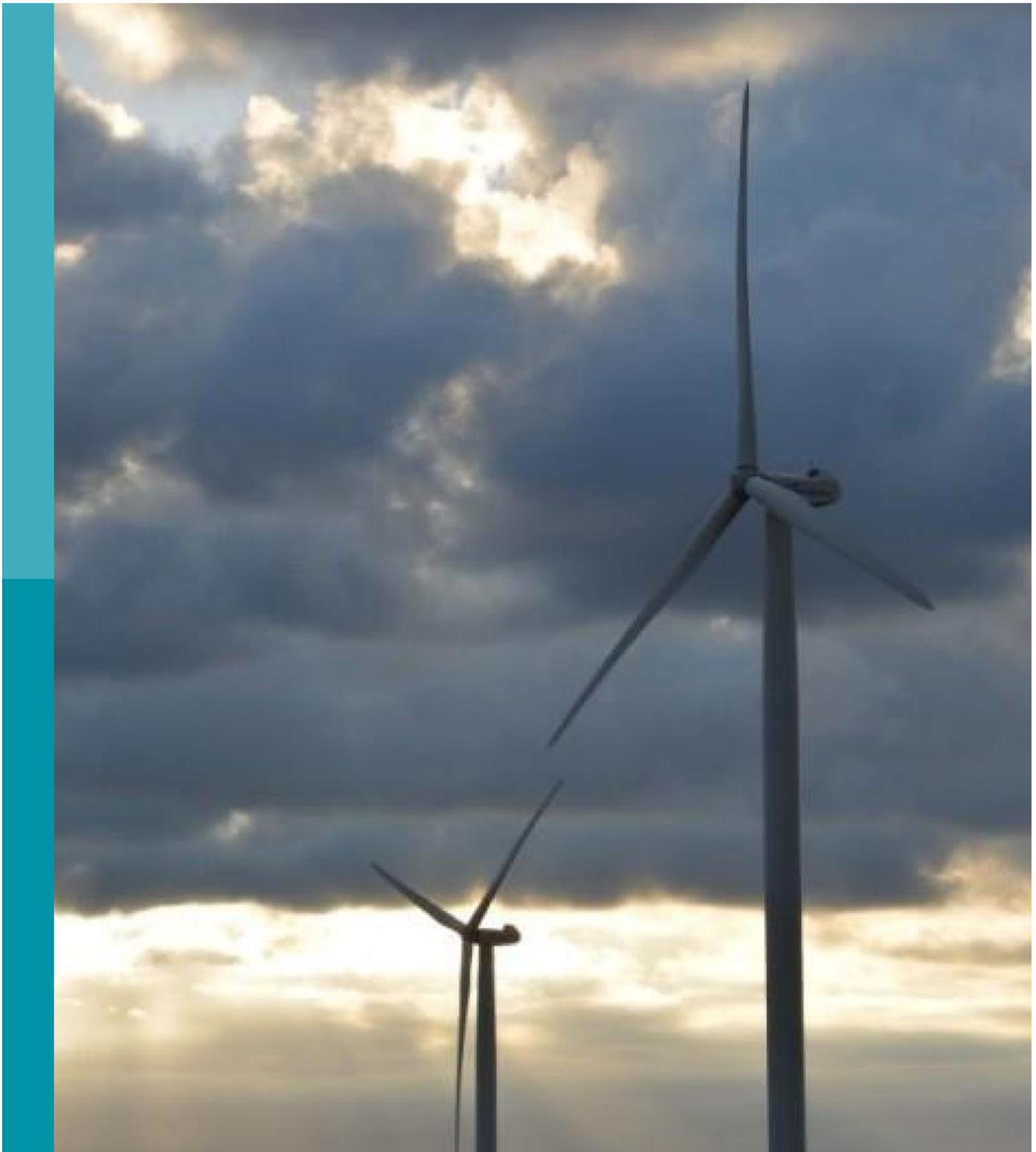
## A Annexe 1 : Tableau récapitulatif des observations de cadavres

27/09/2019	E09	<i>Milvus milvus</i>	Milan royal	Frais	Indéterminé	Indéterminé	Collision avec pale	36,75
03/10/2019	E08	<i>Phylloscopus collybita</i>	Pouillot véloce	Frais	Indéterminé	Indéterminé	Barotraumatisme	1,5
10/10/2019	E08	<i>Pipistrellus pipistrellus</i>	Pipistrelle commune	Frais	Indéterminé	Mâle	Barotraumatisme	6
27/06/2019	E04	<i>Pipistrellus sp</i>	Pipistrelle sp	Frais	Indéterminé	Indéterminé	Barotraumatisme	20

**A** Annexe 2 : Tableau récapitulatif des observations en migration postnuptiale

## Annexe 2 : Tableau récapitulatif des observations en migration postnuptiale

Nom commun	Nom scientifique	30/08	23/09	23/10	06/11	Total général
Alouette des champs	<i>Alauda arvensis</i>			13	8	21
Bec-croisé des sapins	<i>Loxia curvirostra</i>			1		1
Bergeronnette grise	<i>Motacilla alba</i>		2	6		8
Bondrée apivore	<i>Pernis apivorus</i>	1				1
Busard Saint-Martin	<i>Circus cyaneus</i>		1		1	2
Buse variable	<i>Buteo buteo</i>	4	3			7
Chardonneret élégant	<i>Carduelis carduelis</i>			1		1
Étourneau sansonnet	<i>Sturnus vulgaris</i>			17	35	52
Faucon crécerelle	<i>Falco tinnunculus</i>	3	5	1		9
Geai des chênes	<i>Garrulus glandarius</i>	2	2			4
Grive draine	<i>Turdus viscivorus</i>			3		3
Grive litorne	<i>Turdus pilaris</i>			1		1
Grue cendrée	<i>Grus grus</i>					129 (observées hors inventaires)
Hibou moyen-duc	<i>Asio otus</i>	1				1
Linotte mélodieuse	<i>Carduelis cannabina</i>		12			12
Mésange bleue	<i>Cyanistes caeruleus</i>		3			3
Mésange charbonnière	<i>Parus major</i>		38	11		49
Milan royal	<i>Milvus milvus</i>		7	5	20	32
Perdrix grise	<i>Perdix perdix</i>		1			1
Pic épeiche	<i>Dendrocopos major</i>	1		1		2
Pic vert, Pivert	<i>Picus viridis</i>			1		1
Pigeon ramier	<i>Columba palumbus</i>		105		80	185
Pinson des arbres	<i>Fringilla coelebs</i>			90	26	116
Pipit farlouse	<i>Anthus pratensis</i>			20		20
Pluvier doré	<i>Pluvialis apricaria</i>			1		1
Pouillot véloce	<i>Phylloscopus collybita</i>		2	1		3
Roitelet huppé	<i>Regulus regulus</i>			1		1
Rougegorge familier	<i>Erithacus rubecula</i>			2		2
Rougequeue noir	<i>Phoenicurus ochruros</i>			2		2
Tarier des prés	<i>Saxicola rubetra</i>			1		2
Traquet motteux	<i>Oenanthe oenanthe</i>		2			1
Verdier d'Europe	<i>Carduelis chloris</i>			7		7
		12	183	186	170	680



**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)