

BARUSSAUD EXPERTISE TERRITORIALE
SARL au capital de 10.000 euros
RCS Vannes 803 611 037
Camesquel
56190 ARZAL



Suivi environnemental du parc éolien de l'Oust à Saint-Congard (56)

Suivi oiseaux, mortalité, habitats



Décembre 2018

Sommaire

1. Contexte et objectifs de l'étude	3
2. Méthodologie.....	5
2.1. Méthodologie « Habitats ».....	5
2.2. Méthodologie « Oiseaux nicheurs ».....	6
2.3. Méthodologie « Oiseaux hivernants »	8
2.4. Méthodologie « Mortalité oiseaux et chiroptères »	8
3. Résultats.....	15
3.1. Résultats « Habitats ».....	15
3.2. Résultats « Oiseaux nicheurs ».....	19
3.3. Résultats « Oiseaux hivernants »	23
3.4. Résultats « Mortalité oiseaux et chiroptères »	25
4. Conclusions	30
Bibliographie	31

1. Contexte et objectifs de l'étude

Le parc éolien de l'Oust, situé sur la commune de Saint-Congard (56), est composé de quatre éoliennes et a été mis en service en 2014. L'état initial du site a été réalisé, pour la partie terrain, en 2006 (oiseaux), 2007 (chiroptères) et 2008 (habitats).

La hauteur du mat des éoliennes est de 100 mètres et la hauteur en bout de pales de 146,3 mètres. Les quatre éoliennes sont disposées sur un relief (altitude : 70 à 80 m) qui surplombe l'Oust (à l'est) et son affluent la Claie (au sud). Les éoliennes seront nommées E1, E2, E3 et E4 dans la suite du rapport (fig.1).

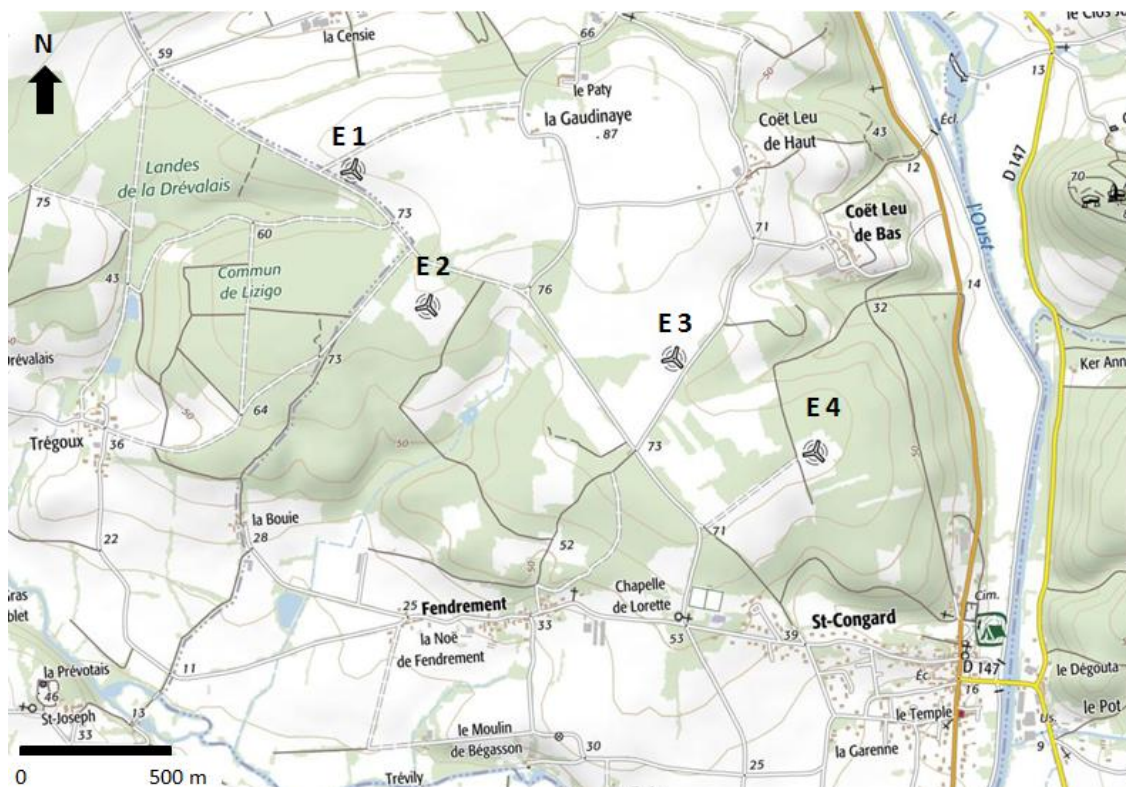


Fig.1 : Localisation des éoliennes



Fig.2 : Vue des éoliennes E2 (gauche) et E1 (à droite)

Le parc éolien se situe :

- à 800 mètres de la limite nord d'une vaste ZNIEFF de type II (43.000 ha) : les « Landes de Lanvaux » est un ensemble de boisements et de landes humides à tourbeuses qui abrite une flore spécifique, et une faune diversifiée : Loutre d'Europe, chiroptères, Escargot de Quimper, Engoulevent d'Europe, Busard Saint-Martin, Bondrée apivore, Faucon hobereau, Pic mar, Pic noir, Fauvette pitchou, orthoptères, etc. Cette vaste ZNIEFF inclut des ZNIEFF de type I de plus petites dimensions comme celle de « La Claie » (site à poissons migrateurs) située à 2,5 km du parc éolien.
- à 6 kilomètres de la zone Natura 2000 la plus proche : il s'agit du site « Vallée de l'Arz » (1232 ha), désignée en raison de la présence d'espèces de poissons (Saumon atlantique, Lamproie de Planer, Chabot), de chiroptères (Rhinolophes, Barbastelle), d'invertébrés (Agrion de Mercure) et de plantes inscrites à l'annexe II de la directive européenne « Habitats, faune, flore ».

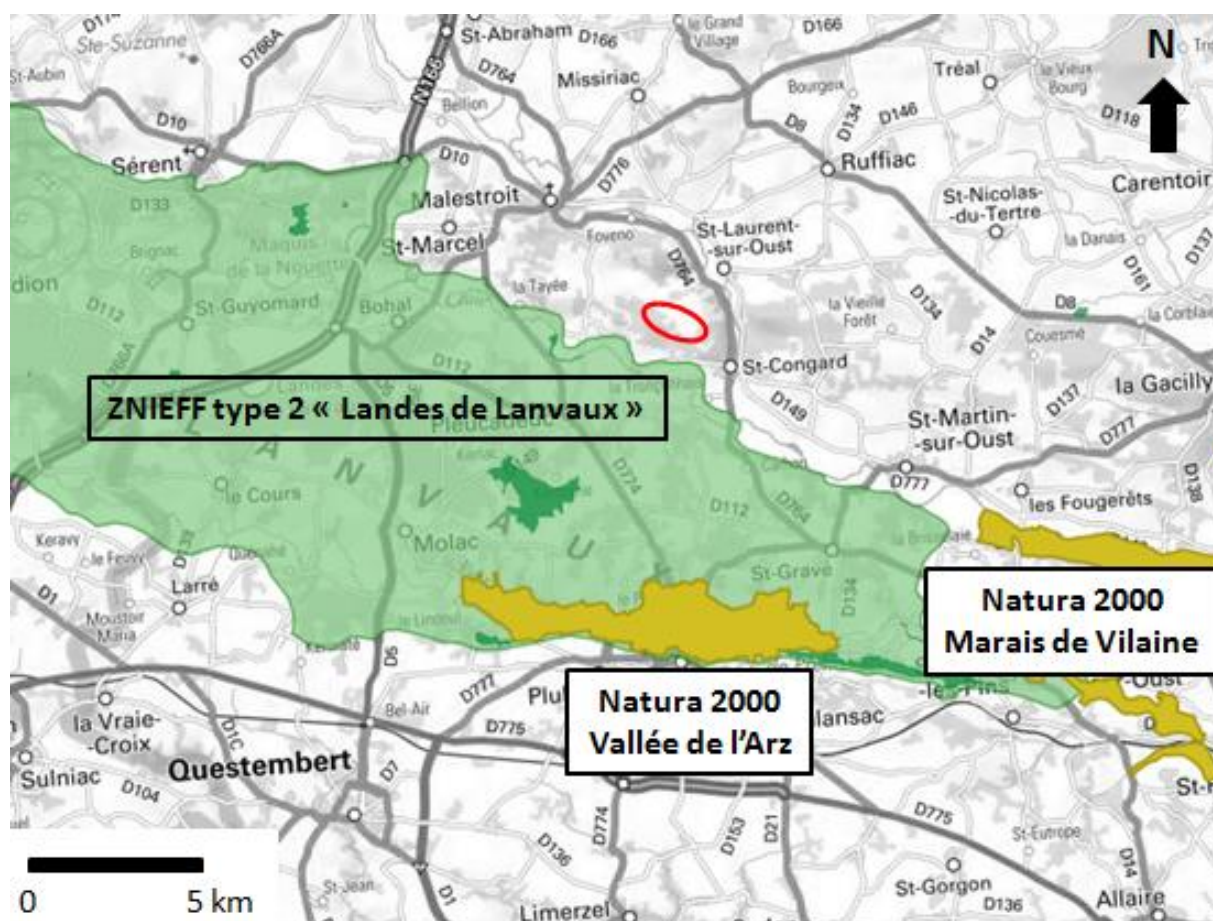


Fig.3 : Localisation du parc éolien par rapport aux ZNIEFF et sites Natura 2000

2. Méthodologie

2.1. Méthodologie « Habitats »

L'étude des habitats se base sur des relevés de terrain, réalisés au printemps et à l'été 2018, en même temps que les prospections relatives à l'avifaune, ainsi que sur l'analyse d'images aériennes prises depuis 2000. Elle a pour but :

- de caractériser et de cartographier les habitats autour des éoliennes en 2018
- de mettre en évidence les changements intervenus au niveau des habitats depuis l'état initial, réalisé de 2006 à 2008

La connaissance de l'état et de l'évolution des habitats – que cette dernière soit ou non en rapport avec le parc éolien – permet d'analyser de manière pertinente les données relatives à la faune.

Pour caractériser les habitats, nous avons tenu compte :

- des espèces végétales observées aux différentes strates (arborée, arbustive, basse) lors des relevés de terrain
- des évolutions constatées à partir des images aériennes

Les milieux dépendent ici fortement de l'activité sylvicole. Nous avons donc établi des classes d'habitats correspondant à des stades et à des types d'exploitation sylvicole différents, par exemple : boisement coupé récemment, boisement de feuillus ouvert avec lande, boisement de pins jeunes, boisements de pins adultes, etc. Au total, nous avons distingué 9 types de boisements et 6 autres habitats (haies, prairies, cultures...), soit un total de 15 classes d'habitats. Chaque classe présente une physionomie et un contenu floristique particulier.

2.2. Méthodologie « Oiseaux nicheurs »

Compte-tenu de la superficie du site (200 ha) et de la prédominance des boisements, il est impossible de réaliser un inventaire exhaustif des oiseaux nicheurs sur l'ensemble du site. Nous avons donc mis en place un **système d'échantillonnage** comme on en utilise dans les méthodes de type I.P.A. Nous avons réparti 15 points d'écoute et d'observation sur l'ensemble du site en prenant soin de couvrir ce dernier d'une manière homogène mais surtout représentative des milieux présents (fig.4 et 5). Les points se trouvent à une distance allant de 100 à 450 mètres à partir de l'éolienne la plus proche, afin de mettre en évidence un éventuel effet de répulsion. Sur chaque point, quatre passages ont été effectués à différentes dates, durant la période de reproduction :

- Le 12 avril 2018 (éclaircies, vent faible de nord-ouest, 15°C)
- Le 15 mai 2018 (soleil, rares nuages, vent d'ouest soutenu, 15°C)
- Le 22 juin 2018 (soleil, vent du nord modéré, 20°C)
- Le 10 juillet 2018 (soleil, vent d'ouest faible, 20 à 25°C)

À chaque date, un relevé de 10 minutes a été réalisé sur chacun des 15 points. Toutes les espèces observées ont été notées avec, le cas échéant, un indice de nidification associé (mâle chanteur, couple, cris d'alarme, jeunes, etc.). Au terme des 4 passages, seules les espèces pour lesquelles la nidification est jugée probable ou certaine sont retenues. On obtient donc pour chaque point une liste d'espèces nicheuses. Ces listes sont comparées et analysées afin de connaître l'avifaune du site et de mettre en évidence un éventuel impact du parc éolien sur cette dernière.

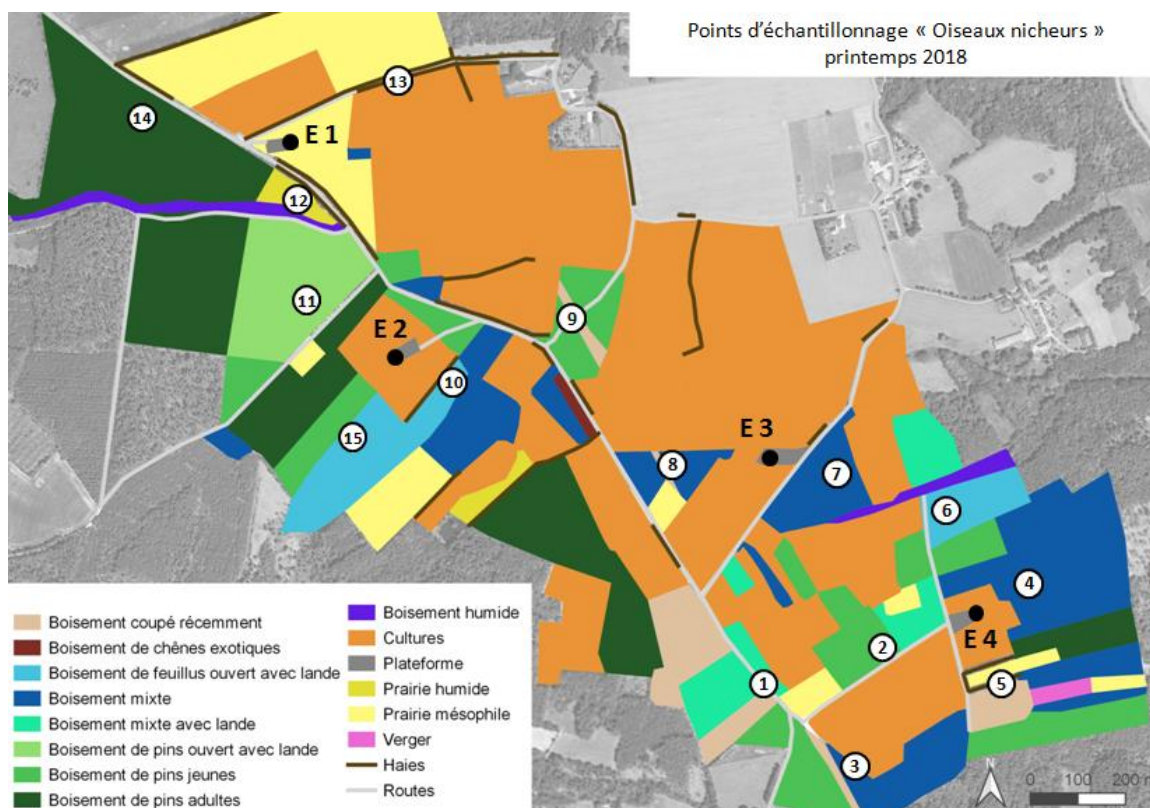


Fig.4 : Localisation des points d'échantillonnage « Oiseaux nicheurs »



Fig. 5 : Exemple de points d'échantillonnage « oiseaux nicheurs ». En haut à gauche « point 1 », en haut à droite « point 3 », au milieu à gauche « point 4 », au milieu à droite « point 7 », en bas à gauche « point 11 », en bas à droite « point 15 ».

2.3. Méthodologie « Oiseaux hivernants »

Concernant les oiseaux hivernants, compte-tenu de leur mobilité, une approche par points d'échantillonnage n'est pas pertinente. Nous avons choisi d'observer l'avifaune en nous déplaçant sur l'ensemble du site et de localiser précisément sur une image aérienne toutes les observations d'oiseaux, posés ou en vol, lors de deux matinées :

- Le 12 décembre 2017 (ensoleillé, vent d'ouest modéré, 0 à 5°C)
- Le 25 janvier 2018 (nuageux, vent de sud faible, 5°C)

Nous avons ensuite calculé, à partir des notes prises sur image aérienne, la distance entre les oiseaux observés et l'éolienne la plus proche. Nous obtenons ainsi une liste des espèces présentes sur le site en période d'hivernage et des listes d'espèces présentes dans un rayon de 50, 100, 200 et 500 mètres autour des éoliennes.

2.4. Méthodologie « Mortalité oiseaux et chiroptères »

Le **protocole de suivi environnemental des parcs éoliens terrestres a été utilisé comme référence méthodologique**, dans sa version de novembre 2015, soit celle en vigueur à la date du démarrage de l'étude (2017).

Les mois d'août et septembre constituent une période où les risques de collisions avec les éoliennes sont accrus pour les oiseaux comme pour les chiroptères. C'est durant cette période qu'ont lieu la migration postnuptiale pour les oiseaux, l'émancipation des jeunes puis la migration automnale pour les chiroptères. C'est donc généralement sur cette période que l'évaluation de la mortalité provoquée par un parc éolien donne les résultats les plus élevés, comme le montrent des études menées en Rhône-Alpes (Cornut et Vincent, 2010) et en Vendée (Dulac, 2008).

En hiver, la non-activité des chiroptères et la fin des grands mouvements migratoires des oiseaux limitent les risques.

Au printemps, la migration prénuptiale des oiseaux et la reprise de l'activité des chiroptères augmentent à nouveau le risque sans toutefois atteindre le niveau de la fin de l'été.

Le parc éolien de l'Oust a fait l'objet d'un suivi particulièrement poussé durant les périodes à risques avec **des séries de 4 sorties réalisées à 3 jours d'intervalle** en août puis en septembre 2017 puis en avril, mai, juin et juillet 2018 (tab.1). Soit un total de **24 sorties pour la recherche de cadavres d'oiseaux et de chiroptères**. L'intervalle de 3 jours entre deux prospections est celui préconisé dans le **protocole de suivi environnemental des parcs éoliens terrestre**. Comme le préconise ce document, toutes les éoliennes du parc ont été suivies.

Les recherches ont été réalisées dans un **rayon de 60 mètres autour des éoliennes**. Le protocole de suivi environnemental des parcs éoliens terrestre préconise aujourd'hui (mise à jour de 2018) un cercle d'un rayon de 50 mètres minimum, ou un carré d'un côté de 100 mètres minimum. Des tests ont par ailleurs montré qu'un cadavre d'oiseau tombant depuis la hauteur d'une éolienne atterrissait toujours à moins de 50 mètres du mât (Osborn et al. 2000). Enfin, lors du suivi de 6 parcs éoliens de Bretagne intérieure, 87,5 % des cadavres (oiseaux et chiroptères confondus) ont été retrouvés à une distance du mât comprise entre 20 et 40 mètres (E.BARUSSAUD, observations personnelles). Le rayon de 60 mètres retenu permet donc une certaine sécurité.

Lors de chaque passage, l'observateur note, dans le rayon de 60 mètres à prospecter, le pourcentage que représente chaque type de surface (fig.6) :

- **surface de type A** : surface où la prospection se fait dans des conditions idéales, c'est-à-dire avec une végétation nulle ou quasi-nulle. Cela peut par exemple être le cas sur les plateformes des éoliennes et les chemins d'accès ou encore dans les champs récemment labourés ou sarclés.
- **surface de type B** : surface à végétation basse, clairsemée ou sous forme de chaumes bas. La prospection y est possible mais moins efficace que sur une surface de type A. Ce biais de prospection imparfaite est corrigé par la suite.
- **surface de type C** : surface où la prospection est impossible en raison de la hauteur et de la densité du couvert végétal (bois, broussailles denses, maïs haut). Ce biais de non-prospection est corrigé par la suite.

août-17	16/08/2017	avr-18	03/04/2018	juin-18	19/06/2018
	19/08/2017		06/04/2018		22/06/2018
	22/08/2017		09/04/2018		25/06/2018
	25/08/2017		12/04/2018		28/06/2018
sept-17	12/09/2017	mai-18	15/05/2018	juil-18	10/07/2018
	15/09/2017		18/05/2018		13/07/2018
	18/09/2017		21/05/2018		16/07/2018
	21/09/2017		24/05/2018		19/07/2018

Tab.1 : Dates des prospections de terrain « mortalité » sur les 6 périodes de suivi



Fig. 6 : Exemple de surfaces de prospection. En haut, exemples de surfaces de type A (labour récent et plateforme), au milieu exemples de surfaces de type B (chaumes et prairie basse), en bas exemples de surfaces de type C (friche dense et maïs haut).

Plusieurs biais doivent être corrigés pour estimer la mortalité à partir du nombre de cadavres découverts :

- la probabilité que le cadavre disparaisse avant la recherche (prédation, décomposition)
- la probabilité pour l'observateur de détecter le cadavre
- le pourcentage de surface où la prospection est impossible dans le rayon de 60 mètres défini précédemment

La formule de correction des biais est la suivante :

$$N_{\text{estimé}} = N / (P \times Z \times S)$$

N est le nombre de cadavres découverts, P le taux de disparition, Z l'efficacité de l'observateur et S le coefficient de correction de surface non-prospectée.

Les valeurs P et Z disponibles dans la littérature scientifique ont été retenues, à savoir :

Coefficient P :

Dans une étude menée aux Etats-Unis (Osborn et al. 2000), des cadavres ont été disposés dans différents types de milieux et recherchés après 1 jour, puis 2 jours, puis 3 jours et jusqu'à 7 jours après avoir été déposés. Les résultats montrent :

- que le taux de disparition varie de manière à peu près linéaire au cours du temps : une régression linéaire effectuée sur cette série de données donne un coefficient de détermination $R^2 = 0,96$
- que le taux de disparition est de 3,7 % au bout d'un jour, 14,8 % au bout de deux jours, 20,37 % au bout de 3 jours, etc.

Dans notre cas, comme les cadavres recherchés appartiennent à des animaux morts durant les trois jours précédant la prospection, on établit une moyenne du taux de disparition sur ces trois jours, laquelle correspond au taux du deuxième jour, soit 14,8 %. Le coefficient de correction P serait donc dans ce cas de **0,852**.

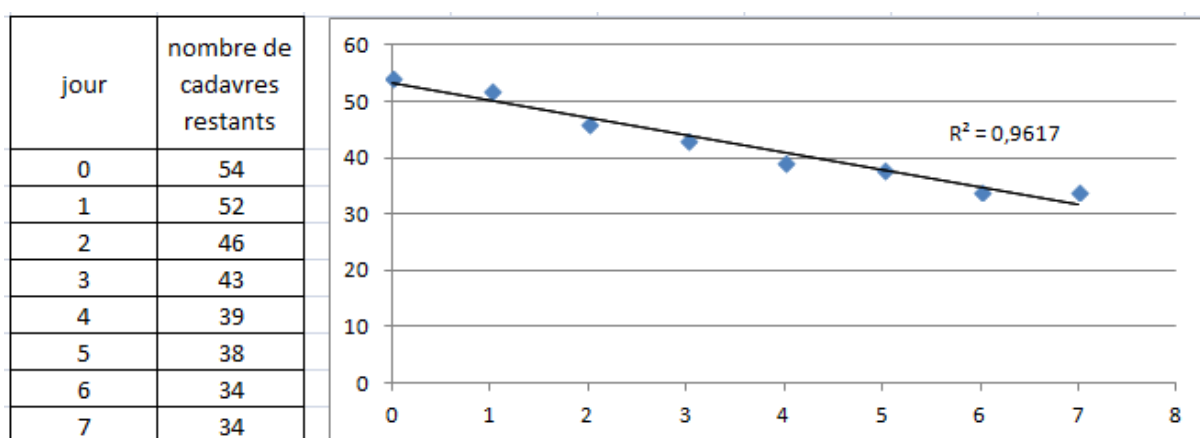


Fig. 7 : Régression linéaire : nombre de cadavres restants en fonction du nombre de jours passés, d'après les données obtenues sur le parc éolien de Buffalo Ridge (Osborn et al. 2000)

Sur le parc éolien de Bouin (Dulac, 2008), le taux de disparition des cadavres varie entre 15 et 55 % au bout de sept jours. Si l'on considère que ce taux de disparition varie de manière linéaire en fonction du temps (voir ci-dessus), on peut établir un taux de disparition compris entre 2,15 % et 7,85 % le premier jour, 4,3 % et 15,7 % après deux jours et entre 6,45 % et 23,55 % après trois jours. Comme les cadavres recherchés appartiennent à des animaux morts durant les trois jours précédant la prospection, on établit une moyenne du taux de disparition sur ces trois jours, laquelle correspond au taux du deuxième jour, soit entre 4,3 % et 15,7 %. Le coefficient de correction P est donc compris entre **0,843** et **0,957**. Ces valeurs sont proches de celle trouvée plus haut, dans l'étude américaine.

Les observations faites sur le parc éolien de l'Oust montrent une grande diversité de cas possibles, mais ne permettent pas de faire des statistiques, en raison du faible nombre de cadavres découverts. Un cadavre récent de pipistrelle, trouvé le 16 août au pied de l'éolienne n°1 a pu être retrouvé à la même place le 19 puis le 22 puis le 25, malgré un état de décomposition avancé. Ce cadavre est donc resté en place au moins une dizaine de jour. A l'inverse, un autre cadavre récent, trouvé au pied de l'éolienne n°4 le 18 septembre avait disparu le 21, soit 3 jours plus tard. Enfin, un cadavre de buse a priori récent – quoique incomplet – trouvé le 22 juin est retrouvé le 25 puis le 28 juin et des parties sont encore visibles en juillet, bien que l'oiseau ait été déplacé... On remarque donc que le temps de « persistance » d'un cadavre est très variable. Toutefois, l'ensemble des exemples évoqués ci-dessus montre qu'un intervalle de 3 jours entre deux passages permet de réduire fortement le biais.

Compte-tenu des références bibliographiques évoquées ci-dessus et de la variabilité du phénomène de disparition en fonction de plusieurs paramètres (espèce, saison, milieu), nous avons retenu une fourchette assez large :

$$P_{\min} = 0,84$$

$$P_{\max} = 0,96$$

Pourquoi nous ne réalisons pas de tests de disparition des cadavres :

Le temps de persistance d'un cadavre varie en fonction de multiples paramètres : espèce d'oiseau ou de chauve-souris concernée, saison, conditions météorologiques, milieu, etc. Réaliser des tests de disparition à une date donnée avec un type de leurre donné (généralement des cadavres de poussins) ne permet pas d'obtenir une valeur de P applicable pour l'ensemble de l'étude. Il faudrait, pour bien faire, réitérer les tests à chaque date (variation temporelle) et pour chacune des éoliennes (variation spatiale) avec différents types de leurres. Ce qui implique de disposer des leurres aux environs de chaque éolienne à chaque date... Outre le temps de travail supplémentaire que cela implique, cette méthode induit surtout un grave biais dans l'étude : l'accoutumance des charognards (comme le Renard roux, abondant en Bretagne) qui, attirés par les leurres, feraient du même coup disparaître les cadavres « réels ». Pour la fiabilité de l'étude, il apparaît donc plus pertinent d'utiliser des valeurs disponibles dans la littérature scientifique, quitte à prendre une fourchette de valeurs assez large, comme nous venons de le faire.

Coefficient Z :

Dans l'étude menée aux Etats-Unis (Osborn et al. 2000), l'efficacité de l'observateur varie entre 63,5 et 87,8 %. Sur le parc éolien de Bouin (Dulac, 2008), elle est comprise en moyenne entre 47 et 57 % pour les petits oiseaux et entre 57 et 87 % pour les grands oiseaux. L'analyse précise de la variation de ce taux en fonction de la couverture végétale n'est malheureusement pas disponible dans cette étude mais on apprend toutefois que les valeurs les plus basses concernent les cultures sur pieds et que des valeurs proches de 100 % sont obtenues sur les labours. En Allemagne (Brinkman et al. 2006), des tests réalisés avec des chauves-souris artificielles (fausse fourrure) donnent des taux de découverte de 84 % pour une végétation ouverte, de 77 % pour une végétation clairsemée et de 40 % pour une végétation abondante. En Rhône-Alpes, le taux d'efficacité – testé avec des cadavres de poussins et de cailles – varie entre 80 et 100 % sur le parc de La Répara où la prospection a lieu en milieu essentiellement ouvert. En revanche, elle peut chuter à 41 % ou même 30 % sur le parc du Pouzin où la prospection se fait dans des milieux essentiellement fermés (Cornut et Vincent, 2010). Tous ces exemples nous montrent que **l'efficacité de l'observateur peut atteindre 100 % dans les milieux les plus favorables comme les labours, varie entre 60 et 90 % dans une végétation assez ouverte ou clairsemée et ne chute sous les 50 % que dans le cas de milieux très fermés.**

Dans l'étude du parc éolien de l'Oust, il a été décidé de ne pas prospecter les zones à végétation abondante comme les champs de maïs. Ces milieux correspondent à nos « surfaces de type C » (voir plus haut). Ce biais de surface non prospectée est corrigé par le coefficient S.

Concernant les surfaces de type B, où la prospection est possible, on retient donc pour le coefficient Z une fourchette allant de **0,60 à 0,90**.

$$Z_{\min} = 0,60$$

$$Z_{\max} = 0,90$$

Ce coefficient ne sera pas appliqué aux surfaces où les conditions de recherche sont idéales, à savoir les « surfaces de type A » décrites précédemment. En effet, compte-tenu de la visibilité parfaite sur ces zones, l'efficacité de l'observateur peut y être estimée à 100 %, ce que confirme la bibliographie. Le coefficient appliqué sera pondéré par le rapport entre surface de type A et surface de type B :

$$Z_{\min \text{ pondéré}} = [B / (A+B)] * 0,60 + [A / (A+B)]$$

$$Z_{\max \text{ pondéré}} = [B / (A+B)] * 0,90 + [A / (A+B)]$$

Coefficient S :

Le coefficient de correction de surface prospectée est le rapport entre la surface effectivement prospectée (type A et type B) et la surface totale de prospection.

$$S = (A+B) / (A+B+C)$$

Les estimations de mortalité se font pour chacune des 6 périodes de suivi, à savoir : août, septembre, avril, mai, juin et juillet. Compte-tenu de la variation saisonnière de la mortalité, on ne peut pas réaliser d'extrapolation de ces données sur une année complète.

Lorsque le nombre de cadavre découvert est égal à 0, on utilise la valeur < 1 pour réaliser les calculs qui, sinon, donneraient quels que soient les biais une mortalité réelle de 0.

Pour chaque période de suivi, l'estimation porte sur une période de 12 jours consécutifs : de 3 jours avant le premier relevés jusqu'à la date du dernier relevé. Par exemple, pour le mois d'août 2017, les relevés ont été réalisés les 16, 19, 22 et 25 du mois : l'estimation de la mortalité porte donc sur la période allant du 13 au 25 août soit 12 jours.

Les conditions météorologiques ont été les suivantes sur les périodes de prospection :

- Août 2017 : Le temps est plutôt frais jusqu'au 21, puis chaud jusqu'au 29. Les pluies sont très faibles sur la période d'étude, hormis dans la nuit du 16 au 17. Les vents, principalement orientés ouest à nord-ouest, sont faibles, les dépressions se tenant à l'écart de la région.
- Septembre 2017 : Les températures sont nettement en-dessous de la normale jusqu'au 24. L'ensoleillement est limité et les pluies assez abondantes. Les vents d'ouest sont surtout forts du 10 au 14.
- Avril 2018 : Du 1 au 4, le temps est perturbé et les pluies quotidiennes. Des vents forts sont notés le 3 et le 4. Une embellie se produit le 5 avant le retour d'un temps pluvieux et parfois orageux. Les vents forts viennent surtout du sud-ouest.
- Mai 2018 : Si le début du mois est chaud et sec, avec notamment des hautes pressions du 14 au 20, la dernière décade est chaude et orageuse. Les précipitations sont quasiment nulles pendant toute la période de prospection. Les vents sont faibles dans l'ensemble et viennent surtout du nord.
- Juin 2018 : La fin du mois, période durant laquelle les prospections ont été menées, est estivale : forte insolation, températures allant de 25 à 30°C et absence de précipitations. Le vent est très faible.
- Juillet 2018 : Le mois de juillet est chaud et sec et particulièrement la période de prospection, durant laquelle les vents sont très faibles, l'ensoleillement généreux et les pluies inexistantes.

En juin 2017, la LPO a publié une étude de 91 pages intitulée « *Le parc éolien français et ses effets sur l'avifaune* ». Elle compile des données issues de 197 rapports de suivi datant de 1997 à 2015 portants sur 91 parcs éoliens (645 éoliennes). Nous comparons nos résultats de mortalité estimée, entre autres, avec cette référence récente et qui prend en compte la plus vaste quantité de données à l'échelle nationale.

3. Résultats

3.1. Résultats « Habitats »

Le parc éolien se situe à l'interface entre un plateau agricole dominé par les cultures (au nord) et des boisements occupant les reliefs plus escarpés (au sud). Les milieux, même boisés, sont peu naturels. Les cultures sont des milieux très artificialisés et de faible intérêt écologique. Une flore spontanée se développe sur leurs marges (fossés, bandes enherbées). Elle comporte de nombreuses espèces, pour la plupart très communes et souvent rudérales ou nitrophiles : *Achillea millefolium*, *Bellis perennis*, *Galium mollugo*, *Heracleum sphondylium*, *Leucanthemum vulgare*, *Plantago lanceolata*, *Poa annua*, *Rumex acetosa*, *Senecio vulgaris*, *Stellaria holostea*, *Sysimbrium officinale*, *Tripleurospermum inodorum*, *Urtica dioica*, *Veronica persica*, etc. Les prairies naturelles sont rares. On trouve dans la partie ouest du site une petite parcelle de prairie humide à Cirse d'Angleterre et joncs, bordée de saules et bouleaux, ainsi que deux prairies mésophiles fauchées et pâturées au cortège floristique appauvri. Les boisements sont essentiellement des plantations de Pins maritimes. Au stade le plus jeune, leur sous-bois est sombre et pauvre en espèces. En vieillissant, ces boisements « s'aèrent » progressivement et des espèces comme le Genêt à balais, la Bourdaine, le Bouleau verruqueux, la Bruyère ciliée, la Molinie bleue, l'Ajonc nain ou l'Ajonc d'Europe se développent... Lorsque la coupe intervient, les Pins maritimes disparaissent et laissent place pendant quelques années à une végétation de lande, parfois accompagnée des quelques grands feuillus (Chêne pédonculé, Bouleau pubescent, Châtaigner...) qui s'étaient développés en sous-bois. Par ailleurs, les haies, ainsi que quelques petits boisements mixtes, sont dominés par le Chêne pédonculé, le Châtaigner, accompagnés du Cerisier des bois, du Houx, de la Fougère-aigle, etc.

Malgré sa grande superficie et son apparence boisée, le site présente un potentiel limité vis-à-vis de la faune, et notamment des oiseaux et des chiroptères, du fait des choix sylvicoles (prédominance des résineux, rotations courtes) et agricoles (cultures intensives). La très faible part occupée par des milieux humides ou des landes est un autre facteur limitant.

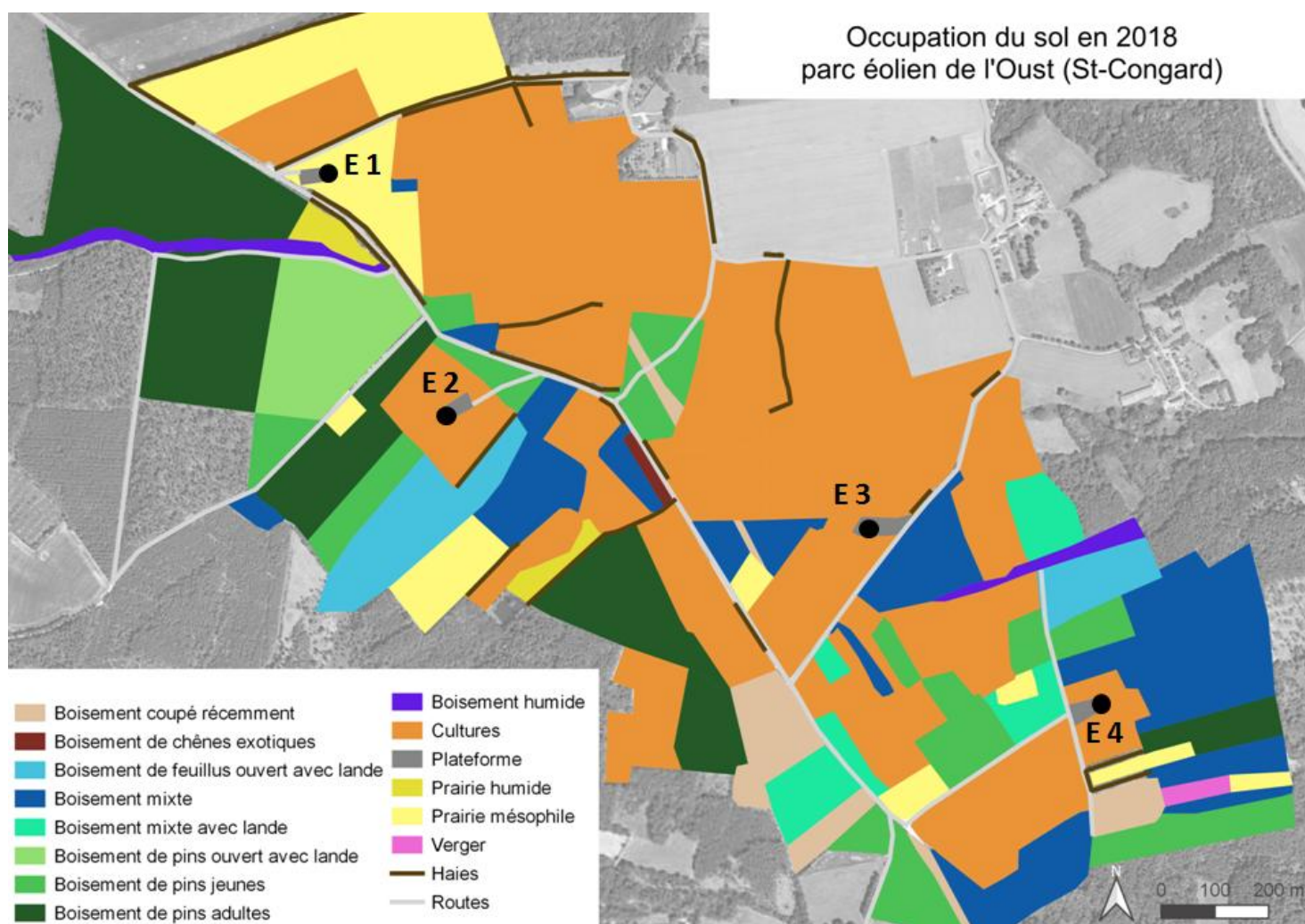


Fig.8 : Cartographie des milieux en 2018



Fig.9 : L'unique prairie humide du site (à gauche) et un boisement de Pins maritime à sous-bois dominé par la Fougère-aigle.

Les milieux n'ont quasiment pas évolué depuis l'état initial (2006-2008), à l'exception des parcelles boisées ayant été coupées et, inversement, des parcelles ouvertes où les jeunes pins ont poussé (fig.10). Il y a eu beaucoup de coupes dans le tiers sud-est, notamment fin 2017 / début 2018. Au nord, quelques parcelles autrefois en landes (anciennes coupes blanches) sont aujourd'hui couvertes de jeunes pins. Dans l'ensemble, le potentiel du site pour la faune a peu changé. On peut en revanche déplorer les coupes forestières intervenues en avril et mai 2018, c'est-à-dire en pleine période de nidification des oiseaux (fig.11).

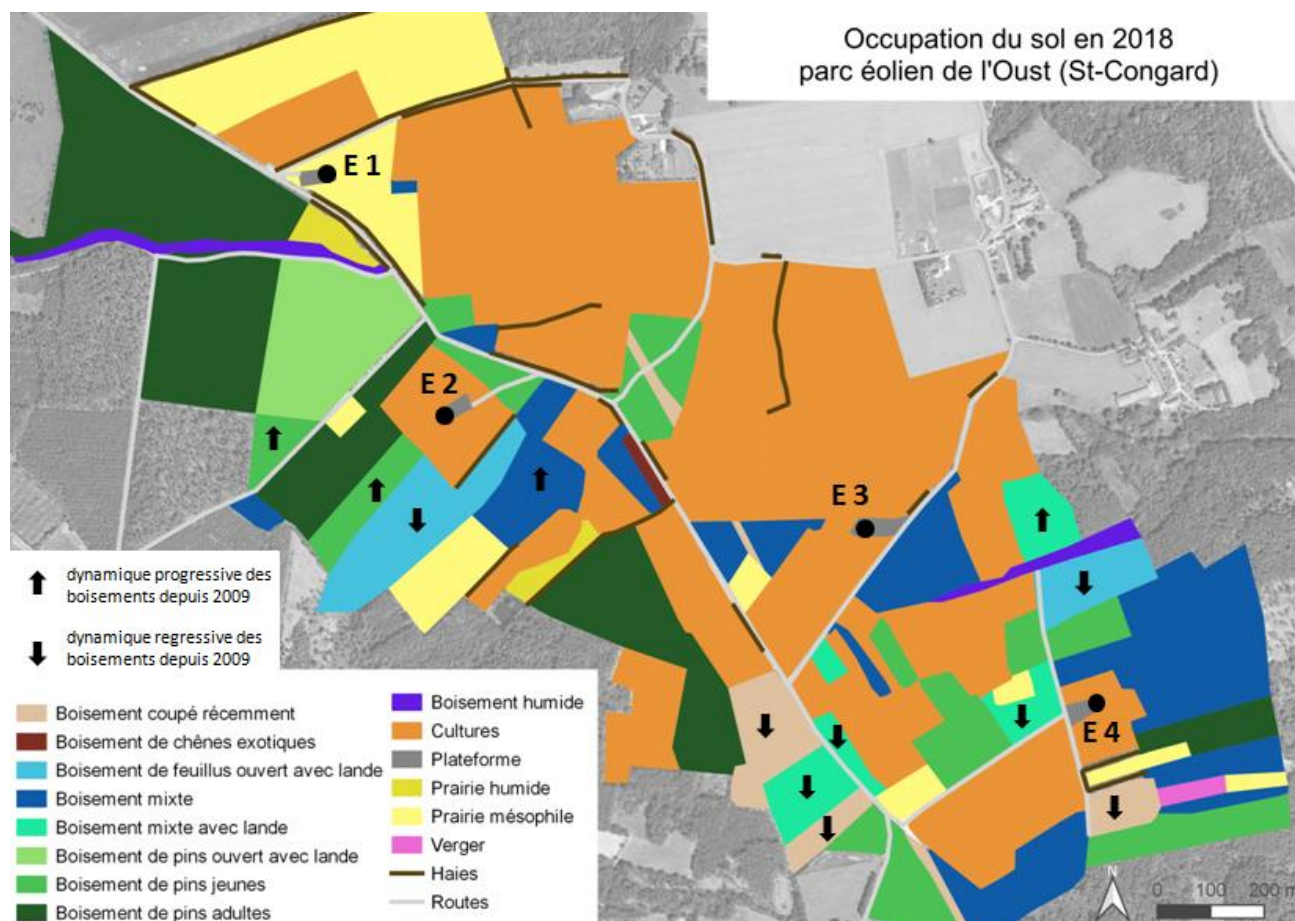


Fig.10 : Cartographie des milieux en 2018 et dynamique (progressive ou régressive) des boisements, par rapport à l'image aérienne de 2009.

La création des plateformes et des nouveaux chemins d'accès n'ont modifié les habitats que sur une superficie négligeable par rapport à l'ensemble du site : $4 \times 2500 \text{ m}^2 = 10000 \text{ m}^2$, soit 1 ha, soit 0,5 % des 200 ha étudiés. De plus, ces aménagements ont été réalisés sur des milieux écologiquement assez pauvres : prairie mésophile pâturée et fauchée pour l'éolienne E1, cultures intensives pour E2, E3 et E4. D'une certaine manière, on peut même dire que ces plateformes ont introduit un peu de diversité (flore, insectes, micromammifères...) par rapport aux cultures intensives qui les entourent (fig12).



Fig.11 : Coupe forestière intervenue dans la partie sud du site, en avril et mai 2018, soit en pleine période de reproduction de l'avifaune



Fig.12 : La végétation spontanée qui se développe au pied des éoliennes (ici E2) introduit un peu de diversité et des habitats favorables à la petite faune (insectes en particulier) dans des cultures intensives à très faible intérêt écologique.

3.2. Résultats « Oiseaux nicheurs »

Sur l'ensemble des 15 points d'échantillonnage prospectés en période de nidification, **36 espèces** ont été notées. Cette diversité est assez faible pour un site d'environ 200 hectares. Sur une telle surface, on peut s'attendre à trouver 50 à 60 espèces si les milieux sont plus favorables et diversifiés. Notons que la diversité relevée lors de l'état initial (P. Bourdon, 2006) n'est que de 21 espèces. La méthodologie de cet état initial de l'avifaune est toutefois assez légère (2 journées de prospection les 2 et 3 juin 2006) et il est donc difficile de pousser plus loin la comparaison entre la situation de 2006 et celle de 2018.

Parmi les espèces notées, on peut distinguer 3 grands cortèges :

- Celui des espèces très communes et ubiquistes que l'on peut retrouver dans une grande diversité de milieux, y compris artificialisés : Corneille noire, Mésange bleue, Mésange charbonnière, Merle noir, Pigeon ramier, Rougegorge familier, Pinson des arbres...
- Celui des espèces plus typiquement forestières : Pic épeiche, Pic noir, Geai des chênes, Mésange huppée, Sittelle torchepot, Roitelet huppé...
- Celui des espèces des milieux semi-ouverts de type landes, clairières ou bocage : Pipit des arbres, Linotte mélodieuse, Bruant jaune, Huppe fasciée, Alouette lulu...

La répartition de la diversité est assez homogène puisque sur les 15 points d'échantillonnage, 12 ont une diversité comprise entre 10 et 14 espèces. Seuls 3 points se détachent quelque peu : les points 10 et 12 avec 16 espèces chacun et enfin le point 5 avec 18 espèces. Ces trois points se situent à l'interface entre plusieurs milieux :

- Point 10 : cultures, haie bocagère, boisement ouvert et boisement mixte
- Point 12 : prairie humide, boisement humide, haie bocagère
- Point 5 : coupe récente, haie bocagère, prairie mésophile et boisement mixte

A l'inverse, les lieux où le milieu semble plus homogène (point 4 ou 6) présentent une diversité légèrement inférieure.

Les espèces les plus fréquentes sont :

- Le Pouillot véloce (12 points sur 15)
- Le Pinson des arbres et le Troglodyte mignon (11 points)
- Le Rougegorge familier (10 points)

Cette tête de liste n'est guère surprenante car elle se compose d'espèces écologiquement peu exigeantes, particulièrement abondantes à l'échelle nationale comme régionale. Toutefois, la suite réserve quelques surprises avec notamment le **Bruant jaune**, présent sur 7 points, ce qui montre que cette espèce, particulièrement en déclin à l'échelle nationale, est encore bien représentée sur la zone d'étude. La présence de la **Buse variable** et du **Faucon crécerelle** sur respectivement 7 et 4 points montre que le parc éolien n'a pas provoqué la disparition de ces rapaces par effarouchement ou mortalité directe. Enfin, la faible présence de la Linotte mélodieuse et du Chardonneret élégant (1 seul point) reflète l'inquiétante situation de ces espèces, en fort déclin à l'échelle nationale.

	point 1	point 2	point 3	point 4	point 5	point 6	point 7	point 8	point 9	point 10	point 11	point 12	point 13	point 14	point 15	Total espèce
Accenteur mouchet					1	1						1				3
Alouette lulu		1							1				1			3
Bergeronnette grise					1				1							2
Bruant jaune	1	1			1	1				1	1		1	1	1	9
Bruant zizi	1				1					1			1			4
Buse variable		1		1	1		1					1		1	1	7
Chardonneret élégant												1				1
Corneille noire			1					1	1	1						4
Coucou gris		1		1							1			1	1	5
Faucon crécerelle	1	1						1					1			4
Fauvette à tête noire	1	1		1	1			1	1	1		1			1	9
Geai des chênes				1		1	1					1			1	5
Grimpereau des jardins			1		1	1	1		1	1		1		1		8
Grive draine					1			1		1				1		4
Grive musicienne			1		1	1			1							4
Huppe fasciée	1				1	1		1								4
Linotte mélodieuse											1					1
Merle noir	1		1	1	1		1		1	1			1			8
Mésange huppée			1					1								2
Mésange à longue queue			1				1			1		1				4
Mésange bleue					1			1	1	1		1	1	1		7
Mésange charbonnière	1	1				1		1					1	1	1	7
Pic épeiche				1			1		1		1			1	1	6
Pic noir											1			1		2
Pic vert												1				1
Pigeon ramier					1	1	1	1	1	1	1	1	1			9
Pinson des arbres			1	1			1	1	1	1	1	1	1	1	1	11
Pipit des arbres		1			1				1	1	1	1	1			7
Pouillot véloce	1	1	1		1	1	1		1	1	1	1		1	1	12
Roitelet huppé									1	1				1		3
Roitelet triple-bandeau											1					1
Rougegorge familier			1	1	1		1	1		1	1	1	1	1		10
Sittelle torchepot					1						1	1				3
Tourterelle des bois	1							1							1	3
Troglodyte mignon	1	1	1	1	1	1	1	1		1		1			1	11
Verdier d'Europe	1			1												2
TOTAL point	11	10	10	10	18	10	11	13	14	16	12	16	11	13	11	186

Tab.2 : Résultats des points d'échantillonnage des oiseaux nicheurs en 2018

L'analyse de la relation entre la variable « distance à l'éolienne » et la variable « diversité des oiseaux nicheurs » ne met en évidence aucune corrélation. Le point 5 par exemple, qui est le plus riche en espèces, n'est distant que de 150 mètres de l'éolienne la plus proche. **Il ne semble donc y avoir aucun lien entre diversité de l'avifaune et proximité des éoliennes.**

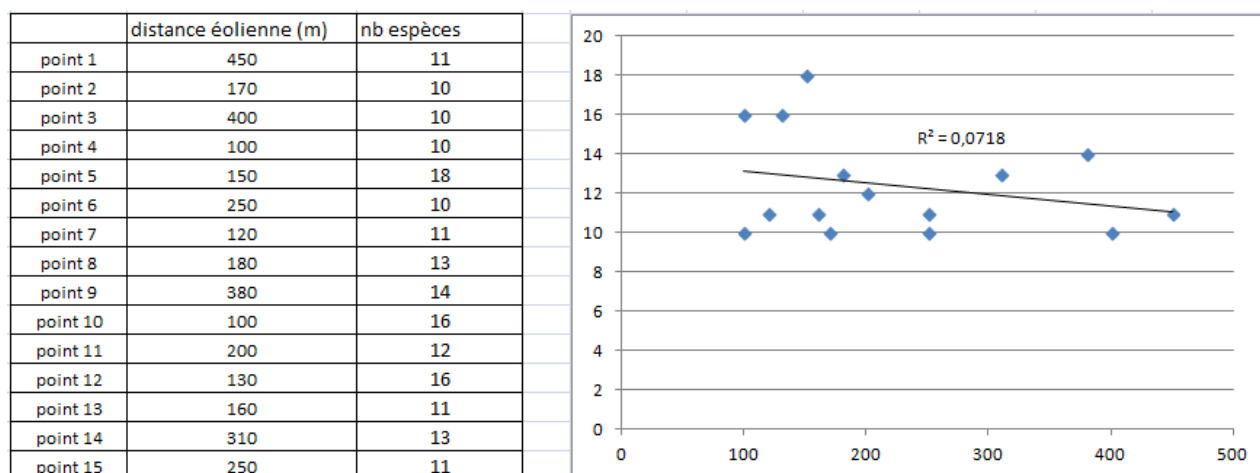


Fig. 13 : Relation entre distance à l'éolienne des points d'échantillonnage et nombre d'espèces en période de nidification

D'un point de vue qualitatif, aucune espèce ne présente de prédilection pour les points d'échantillonnage situés à une grande distance de l'éolienne. On ne trouve par exemple aucune espèce qui ne serait présente que sur les points situés au-delà de 250 ou de 300 mètres des éoliennes. **Les espèces se répartissent en fonction de leurs habitats de prédilection, indépendamment de la distance aux éoliennes.**

3.3. Résultats « Oiseaux hivernants »

Sur l'ensemble des deux sorties hivernales (12 décembre 2017 et 25 janvier 2018), 29 espèces ont été notées dans un rayon de 500 mètres autour des éoliennes. Très peu de déplacements en vol haut (>30 mètres) ont été notés. Ces déplacements ne concernent que 5 espèces. Le tableau page suivante présente les espèces dans l'ordre croissant de distance à une éolienne. On remarque que des oiseaux sont présents dans les environs immédiats des éoliennes : **20 espèces sont notées à moins de 100 mètres de l'éolienne la plus proche**. Les « records » de proximité concernant :

- le **Tarier pâtre** avec un individu posé sur un piquet de bois, au pied de l'éolienne E1,
- le **Pipit farlouse** avec un groupe d'une vingtaine d'oiseaux présents dans la prairie au pied de cette même éolienne,
- Le **Pinson des arbres** et le **Verdier d'Europe**, se nourrissant sur la plateforme de l'éolienne E4

Les espèces les plus lointaines sont essentiellement des espèces pour lesquelles il y a eu peu d'observations : Faucon crécerelle (1 seul oiseau observé), Chardonneret élégant (1 seule observation), Goéland argenté (2 oiseaux en vol), Alouette des champs (1 unique vol de 8 individus)...

Les éoliennes ne semblent donc pas beaucoup effaroucher les oiseaux, puisque certains se posent juste en-dessous et que les oiseaux en vol s'en approchent également : Corneille noire, Pigeon ramier et Mouette rieuse passent par exemple à moins de 100 mètres...

distance à une éolienne	nombre d'espèces
< 50 m	4
< 100 m	20
< 200 m	26
< 500 m	29

Tab.3 : Nombre d'espèces dans un rayon de 50, 100, 200 et 500 mètres autour des éoliennes en période d'hivernage (observations faites le 12 décembre 2017 et le 25 janvier 2018)

Ces résultats confirment ceux obtenus sur d'autres parcs éoliens de Bretagne intérieure. En effet, au cours de 36 sorties de terrain, réalisées entre 2012 et 2014 sur 8 parcs éoliens de Bretagne intérieure, nous avons observé 43 espèces dans un rayon de 100 mètres autour des éoliennes et 26 dans un rayon de 50 mètres (E.BARUSSAUD, observations personnelles). Le Pipit farlouse, le Pinson des arbres et la Bergeronnette grise sont les espèces les plus fréquemment observées au pied des éoliennes. Ces chiffres montrent que les oiseaux des milieux agricoles s'accommodent bien de la présence des éoliennes.

espèce	distance minimale à une éolienne (oiseau posé)	distance minimale à une éolienne (oiseau en vol haut)
Tarier pâtre	10	
Pipit farlouse	25	
Pinson des arbres	45	
Verdier d'Europe	45	
Mésange charbonnière	55	
Corneille noire	100	60
Pigeon ramier	120	60
Grive musicienne	70	
Merle noir	70	
Grive mauvis	70	
Mésange à longue queue	70	
Mésange bleue	75	
Alouette lulu	75	
Rougegorge familier	80	
Grimpereau des jardins	80	
Geai des chênes	85	
Bruant zizi	85	
Pouillot véloce	90	
Troglodyte mignon	90	
Mouette rieuse		90
Mésange huppée	100	
Buse variable	120	
Pic épeiche	130	
Roitelet à triple bandeau	150	
Alouette des champs		160
Accenteur mouchet	160	
Goéland argenté		200
Chardonneret élégant	250	
Faucon crécerelle	450	

Tab.4 : Distance à l'éolienne la plus proche des espèces d'oiseaux observées autour des éoliennes en période d'hivernage (12 décembre 2017 et 25 janvier 2018)

3.4. Résultats « Mortalité oiseaux et chiroptères »

Les conditions de recherche des cadavres ont beaucoup varié en fonction des dates et des éoliennes. Par exemple, la surface de type C (=prospection impossible) a varié de 20 % lors des prospections de septembre 2017 à 54 % lors des prospections d'avril 2018. Les éoliennes E2 et E4 ont été les mieux prospectées avec seulement 31,96 % et 33,67 % de surface de type C. Les conditions de prospection ont été plus défavorables sous les éoliennes E1 et E3, avec 42,33 % et 48,38 % de surface de type C. Sous l'éolienne E1, la hauteur de l'herbe de la prairie et les activités agricoles (fauche, présence de bétail) ont limité les possibilités de prospection à certaines dates. Pour E3, ce sont essentiellement les cultures hautes et denses qui ont gêné les recherches. Au total, pour l'ensemble des dates et des éoliennes, **la proportion de surface de type A (prospection « idéale ») est de 22 %**, les surfaces de type B (prospection possible) et de type C (prospection impossible) représentent chacune 39 % du total.

Sur l'ensemble des 24 sorties de terrain, **4 cadavres ont été découverts** : 2 chiroptères en août 2017, 1 chiroptère en septembre 2017 et 1 oiseau en juin 2018. Cette phénologie correspond bien aux principales périodes « à risques » décrites dans la méthodologie. Notons que l'éolienne E2, la mieux prospectée, est la seule sous laquelle aucun cadavre n'a été retrouvé.

		août-17				sept-17				avr-18				mai-18				juin-18				juil-18				TOTAL par éolienne
		16/08/2017	19/08/2017	22/08/2017	25/08/2017	12/09/2017	15/09/2017	18/09/2017	21/09/2017	03/04/2018	06/04/2018	09/04/2018	12/04/2018	15/05/2018	18/05/2018	21/05/2018	24/05/2018	19/06/2018	22/06/2018	25/06/2018	28/06/2018	10/07/2018	13/07/2018	16/07/2018	19/07/2018	
éolienne E1	surface A	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	0	14	14	14	14	17	17	17	17	17	17	17	17	14,42
	surface B	6	6	6	6	86	86	86	86	6	6	6	0	86	86	0	0	0	80	0	80	80	80	80	80	43,25
	surface C	80	80	80	80	0	0	0	0	80	80	80	100	0	0	86	86	83	3	83	3	3	3	3	3	42,33
	nb cadavres	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	2
éolienne E2	surface A	11	93	93	93	11	11	11	11	11	11	11	0	93	93	93	93	14	14	14	14	14	14	14	14	35,46
	surface B	89	7	7	7	89	7	7	7	89	89	89	0	7	7	7	0	82	82	82	28	0	0	0	0	32,58
	surface C	0	0	0	0	0	82	82	82	0	0	0	100	0	0	0	7	4	4	4	58	86	86	86	86	31,96
	nb cadavres	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
éolienne E3	surface A	43	43	43	43	23	23	23	23	14	14	14	14	0	0	0	0	5	5	5	5	5	5	5	5	15,00
	surface B	10	10	10	10	57	57	57	57	10	10	10	10	24	24	24	24	19	19	19	66	86	86	90	90	36,63
	surface C	47	47	47	47	20	20	20	20	76	76	76	76	76	76	76	76	76	76	76	29	9	9	5	5	48,38
	nb cadavres	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
éolienne E4	surface A	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	94	94	94	94	3	3	3	3	0	3	0	3	23,42
	surface B	12	56	56	56	86	86	86	86	56	56	56	56	6	6	6	6	67	67	67	23	0	17	0	17	42,92
	surface C	74	30	30	30	0	0	0	0	30	30	30	30	0	0	0	0	30	30	30	74	100	80	100	80	33,67
	nb cadavres	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
TOTAL 4 éoliennes par date	surface A	21	41	41	41	16	16	16	16	13	13	13	7	50	50	50	50	9,8	9,8	9,8	9,8	9	9,8	9	9,8	22,07
	surface B	29	20	20	20	80	59	59	59	40	40	40	17	31	31	9,3	7,5	42	62	42	49	42	46	43	47	38,84
	surface C	50	39	39	39	5	26	26	26	47	47	47	77	19	19	41	42	48	28	48	41	50	45	49	44	39,08
	nb cadavres	2	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	4

Tab.5 : Résultats des prospections « mortalité » sur le parc éolien de l'Oust (août 2017 à juillet 2018)

Les cadavres découverts sont :

- Une Pipistrelle de Kuhl découverte le 16/08/17 à 25 mètres du mât de l'éolienne E1
- Une Pipistrelle indéterminée (cadavre abîmé) découverte le 16/02/17 à 20 mètres du mât de l'éolienne E3
- Une Pipistrelle de Nathusius découverte 18/09/17 à 20 mètres de l'éolienne E4
- Une Buse variable (cadavre incomplet) découverte le 22/06/18 à 25 mètres de l'éolienne E1

Toutes les espèces de chiroptères ainsi que toutes les espèces de rapaces de France sont protégées à l'échelle nationale. Si la Buse variable, rapace le plus abondant de France, et la Pipistrelle de Kuhl, largement répandue, ne semblent pas menacées, la Pipistrelle de Nathusius est considérée comme « quasi-menacée » à l'échelle nationale. Cette espèce migratrice traverse la Bretagne en automne, parfois en grand nombre. Les individus migrants sont essentiellement originaires d'Europe de l'est (Groupe Mammalogique Breton, 2015).



Fig.14 : Les 4 cadavres découverts d'août 2017 à juillet 2018. En haut à gauche Pipistrelle de Kuhl sous E1, en haut à droite Pipistrelle sp. sous E3, en bas à gauche Pipistrelle de Nathusius sous E4, en bas à droite Buse variable (cadavre incomplet) sous E1.



Fig.15 : Décomposition du cadavre de chiroptère découvert sous E1. La photo du haut montre un cadavre – a priori récent car en bon état – lors de sa découverte le 16 août 2017. La photo du bas montre le même cadavre photographié le 19 août, soit 3 jours plus tard. Il sera encore retrouvé à la même place les 22 puis 25 août, gardant à peu près la même apparence.

L'estimation de la mortalité réelle, obtenue en corrigeant les différents biais, donne les résultats suivants (tab.6) :

- la mortalité estimée pour les chauves-souris varie de 4,84 individus en 12 jours (août, hypothèse haute) à 1,42 individu en 12 jours (septembre, hypothèse basse)
- la mortalité estimée pour les oiseaux varie de 3,05 individus en 12 jours (juin, hypothèse haute) à moins de 1,42 individu en 12 jours (septembre, hypothèse basse)

	Mortalité réelle estimée (nombre d'animaux tués sur une période de 12 jours)			
	chauves-souris hypothèse haute	chauves-souris hypothèse basse	oiseaux hypothèse haute	oiseaux hypothèse basse
13 au 25 août 2017	4,84	3,73	< 2,42	< 1,87
9 au 21 sept 2017	2,21	1,42	< 2,21	< 1,42
31 mars au 12 avril 2018	< 3,69	< 2,45	< 3,69	< 2,45
12 au 24 mai 2018	< 1,92	< 1,54	< 1,92	< 1,54
16 au 28 juin 2018	< 3,05	< 1,94	3,05	1,94
7 au 19 juillet 2018	< 3,32	< 2,12	< 3,32	< 2,12

Tab.6 : Mortalité réelle estimée après correction des biais sur les 6 périodes de prospection (rappel : méthodologique : lorsque le nombre de cadavre retrouvé = 0, on prend comme valeur < 1 pour réaliser les calculs)

	Nbre de cadavres trouvés		Conditions de prospection			Correction du biais de disparition		Correction du biais de détection				Correction de la surface non prospectée
	chauves-souris	oiseaux	Surface type A	Surface type B	Surface type C	P min	P max	Z min	Z max	Z min pondéré	Z max pondéré	S
13 au 25 août 2017	2	0	35,88	22,13	42,00	0,84	0,96	0,60	0,90	0,85	0,96	0,58
9 au 21 sept 2017	1	0	15,50	64,13	20,38	0,84	0,96	0,60	0,90	0,68	0,92	0,80
31 mars au 12 avril 2018	0	0	11,69	34,31	54,00	0,84	0,96	0,60	0,90	0,70	0,93	0,46
12 au 24 mai 2018	0	0	50,25	19,56	30,19	0,84	0,96	0,60	0,90	0,89	0,97	0,70
16 au 28 juin 2018	0	1	9,75	48,81	41,44	0,84	0,96	0,60	0,90	0,67	0,92	0,59
7 au 19 juillet 2018	0	0	9,38	44,13	46,50	0,84	0,96	0,60	0,90	0,67	0,92	0,54

Tab.7 : Détail des calculs pour la correction des biais sur les 6 périodes de prospection

L'extrapolation ne peut être faite sur une année complète. On peut toutefois estimer que le reste de l'année, en particulier durant la période hivernale, la mortalité est très probablement inférieure pour les oiseaux et inférieure voire nulle (en plein hiver) pour les chiroptères.

On peut en revanche extrapoler nos résultats pour obtenir une valeur mensuelle, sans grand risque d'erreur. On obtient ainsi une mortalité mensuelle comprise entre **3,5 et 12 chiroptères par mois**, et entre **3 et 7,6 oiseaux par mois** sur le parc éolien de l'Oust.

En Allemagne, une étude de la mortalité des chiroptères donne pour résultats une moyenne de 0,73 (moyenne) ou 0,46 (médiane) individus / éolienne / semaine sur une période allant de juillet à septembre (BRINKMAN et al. 2011). Soit, ramené à un parc de quatre éoliennes sur un mois, une mortalité de **7 à 12 individus par mois**, résultat proche du notre.

D'après la compilation réalisée en 2017 par la L.P.O, le nombre d'oiseaux tué par an et par éolienne, varie de 6,6 à 7,2, chiffres obtenus en se basant uniquement sur les rapports les plus fiables. Cela nous donnerait théoriquement une moyenne mensuelle de 0,55 à 0,6 oiseaux par mois, mais il faut tenir compte du fait que la quasi-totalité de la mortalité est enregistrée sur environ la moitié des mois de l'année. On atteint donc probablement, sur la période « sensible », une valeur de l'ordre de 1,1 à 1,2 oiseaux par éolienne et par mois, ce qui, ramené à un parc de 4 éoliennes, donne **4,4 à 4,8 oiseaux par mois**. Là encore, on a une valeur cohérente avec celle obtenue dans notre étude.

Enfin, les résultats obtenus pour le parc éolien de l'Oust sont également du même ordre de grandeur que ceux obtenus sur d'autres parcs éoliens de Bretagne intérieure, présentant des caractéristiques comparables (E.BARUSSAUD, observations personnelles).

Comparons maintenant avec d'autres sources de mortalité non naturelle :

Selon une étude menée aux Pays-Bas (KOOPS, 1987), les lignes à haute tension provoqueraient environ **14 collisions par mois et par kilomètre de réseau**. Ce chiffre est supérieur à la mortalité la plus élevée estimée sur le parc éolien de l'Oust.

Les routes tueraient chaque année 30 à 75 millions d'oiseaux en France (GIRARD, 2011) et 80 millions aux Etats-Unis (ERICKSON et al. 2011), soit entre **1 et 6 oiseaux par mois et par kilomètre**, auxquels on peut ajouter les mammifères, batraciens, reptiles et invertébrés, également concernés.

Les collisions avec des fenêtres et des baies vitrées tueraient 1 à 10 oiseaux par maison et par an (KLEM, 1990), soit entre **0,083 et 0,83 oiseaux par maison tous les mois**.

La mortalité provoquée par le parc éolien de l'Oust est donc comparable à celle que provoqueraient :

- un peu moins d'un kilomètre de ligne à haute tension
- environ deux kilomètres de route
- les fenêtres et baies vitrées d'une vingtaine de maisons

4. Conclusions

Le parc éolien de l'Oust, mis en service en 2014, a été implanté à l'interface entre un massif boisé et un plateau cultivé. Le milieu, s'il paraît au premier abord assez « naturel » du fait de son aspect boisé, se révèle assez décevant d'un point de vue écologique en raison des pratiques agricoles (cultures intensives, peu de prairies) et sylvicoles (prédominance du Pin maritime, coupes à blanc à des périodes préjudiciables à la faune). Ainsi, le suivi de l'avifaune révèle la présence de 36 espèces nicheuses et de 29 espèces hivernantes : ce total est assez faible pour la superficie étudiée (200 ha). Du reste, **le parc éolien ne semble pas responsable de cette relative pauvreté**. D'une part, la relation entre diversité et distance aux éoliennes, analysée en période de reproduction (oiseaux cantonnés) sur 15 points d'échantillonnage, ne montre aucun lien entre ces deux variables. Les points d'échantillonnage situés à proximité des éoliennes ne se distinguent pas de ceux qui en sont fortement éloignés. D'autre part, les relevés réalisés en période hivernale, durant laquelle les oiseaux sont plus mobiles, montrent que ces derniers fréquentent les abords immédiats des éoliennes. En effet, 20 espèces sur 29 ont été observées dans un rayon de 100 mètres autour des mâts. Quatre espèces ont même été vues à moins de 50 mètres ! L'effet d'effarouchement semble donc très faible, tout du moins en ce qui concerne les oiseaux que l'on observe habituellement dans les paysages agricoles de Bretagne intérieure.

La mortalité a été évaluée sur 6 périodes de 12 jours chacune, avec un effort de prospection conséquent : 24 sorties de terrain ont été réalisées durant la période allant d'avril à septembre. Sur cette période, qui correspond donc à la période « sensible » pour les chiroptères comme pour les oiseaux, quatre cadavres ont été découverts. Après correction des biais liés à la disparition des cadavres et à leur détectabilité, la mortalité réelle estimée est comprise entre **3,5 et 12 chiroptères par mois** et entre **3 et 7,6 oiseaux par mois durant la période sensible**. Ces valeurs sont dans la moyenne de ce qui est constaté ailleurs, en France ou en Allemagne. L'autre moitié de l'année, en particulier le plein hiver, présente un risque bien plus réduit, voire nul (hibernation des chiroptères) comme le montre d'ailleurs la bibliographie. **On peut donc dire que le parc éolien de l'Oust ne se distingue pas des autres parcs éoliens bretons, français, voire européens, en termes de mortalité**. Si la destruction d'espèce, qui plus est protégées, est dommageable, la mortalité induite reste marginale par rapport à celle que provoquent les routes, les lignes à haute tension ou même les fenêtres et baies vitrées. Cette étude confirme par ailleurs que la période d'août et septembre est bien la plus « risquée » pour les chauves-souris et que la Buse variable, rapace le plus abondant de France, est bien l'un des oiseaux les plus fréquemment impactés en Bretagne (E.BARUSSAUD, observations personnelles).

Bibliographie

BRINKAMN R., SCHAUER-WEISSHAHN H. & BONTADINA F. – 2006 - *Untersuchungen zu möglichen betriebsbedingten Auswirkungen von Windkraftanlagen auf Fledermäuse im Regierungsbezirk Freiburg*. Regierungspräsidium Freiburg - Referat 56, Naturschutz und Landschaftspflege gefördert durch Stiftung Naturschutzfonds Baden-Württemberg, 66 pages. (traduction Marie-Jo Dubourg-Davage)

BRINKMANN R., O. BEHR, I. NIERMANN et M. REICH (éditeurs) (2011). *Entwicklung von Methoden zur Untersuchung und Reduktion des Kollisionsrisikos von Fledermäusen an Onshore-Windenergieanlagen*. - Umwelt und Raum Bd. 4, 457 S., Cuvillier Verlag, Göttingen
(*Développement de méthodes pour étudier et réduire le risque de collision de chauves-souris avec les éoliennes terrestres*. – Environnement et espaces vol. 4, 457 p., éditions Cuvillier, Göttingen.).

CORNUT J., VINCENT S., 2010. Suivi de la mortalité des chiroptères sur deux parcs éoliens du sud de la région Rhône-Alpes. LPO Drôme. 43 p.

DULAC P. 2008. *Evaluation de l'impact du parc éolien de Bouin (Vendée) sur l'avifaune et les chauves-souris. Bilan de cinq années de suivi*. Ligue pour la Protection des Oiseaux délégation Vendée / ADEME Pays de la Loire / Conseil Régional des Pays de la Loire, La Roche-sur-Yon – Nantes, 106 p.

ERICKSON W. P., JOHNSON G. D., YOUNG D. P. Jr. 2005. *A Summary and Comparison of Bird Mortality from Anthropogenic Causes with an Emphasis on Collisions*. USDA Forest Service General Technical Report. PSW-GTR-191

GIRARD O., 2011. *La mortalité aviaire due à la circulation routière en France*. Alauda 79 : 249-257 (première partie) et Alauda 80 : 3-12 (deuxième partie).

Groupe Mammalogique Breton, 2015. *Atlas des mammifères de Bretagne*. Locus Solus, 304 p.

KLEM D. Jr., 1990. *Collisions between birds and windows: mortality and prevention*. Journal of field ornithology 61(1) : 120-128.

KOOPS F. B. J., 1987. *Collision victims of high-tension lines in the Netherlands and effects on marking*. KRMA Report 01282-MOB 86-3048.

Ligue de Protection des Oiseaux, 2017. *Le parc éolien français et ses impacts sur l'avifaune. Etude des suivis de mortalité réalisés en France de 1997 à 2015*. 92 p.

OSBORN R., Higgins K.F., Usgaard R.E., Dieter C.D. & Neiger R.D. 2000. *Bird Mortality Associated with Wind Turbines at the Buffalo Ridge Wind Resource Area, Minnesota*. American Midland Naturalist 143 (1) : 41-52.

Arrêté du 29 octobre 2009 fixant la liste des oiseaux protégés sur l'ensemble du territoire et les modalités de leur protection

Arrêté du 23 avril 2007 fixant la liste des mammifères terrestres protégés sur l'ensemble du territoire et les modalités de leur protection

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

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