

aventron

IEL EXPLOITATION 25

Parc éolien de Saint Thégonnec (29)

Note de suivi environnemental 2018



SOMMAIRE

1) CONTEXTE ET OBJET DE L'ETUDE	P.01
1.1 – DEVELOPPEMENT DE L'EOLIEN	P.01
1.1.1 – Développement de l'éolien au niveau national et régional	P.01
1.1.2 – Schéma Régional Eolien	P.01
1.2 – PRESENTATION DU PARC EOLIEN DE SAINT THEGONNEC	P.02
1.2.1 – Situation du parc éolien	P.02
1.2.2 – Caractéristiques du parc éolien	P.03
1.2.3 – Contexte environnemental du parc éolien	P.04
1.3 – CONTEXTE DU SUIVI	P.05
1.3.1 – Réglementation relative à la mortalité de la faune	P.05
1.3.2 – Evaluation de la mortalité due aux éoliennes en France	P.06
1.4 – OBJET DU PRESENT SUIVI	P.06
2) METHODE DU SUIVI	P.07
2.1 – PRINCIPES DE REALISATION DU SUIVI	P.07
2.2 – PROTOCOLES APPLIQUES	P.07
2.2.1 – Suivi de la mortalité	P.07
2.2.2 – Activité de l'avifaune	P.08
2.2.3 – Tests du suivi de mortalité	P.10
2.2.4 – Estimation de la mortalité	P.17
3) RESULTATS DU SUIVI	P.19
3.1 – HABITATS RECENSES AU NIVEAU DU PARC	P.19
3.2 – ACTIVITE DE L'AVIFAUNE	P.22
3.2.1 – Résultats bruts	P.22
3.2.2 – Analyse des résultats	P.23
3.2.3 – Analyse du comportement des espèces	P.23
3.3 – MORTALITE DE L'AVIFAUNE ET DES CHIROP TERES	P.24
3.3.1 – Résultats bruts	P.24
3.3.2 – Efficacité de l'observateur	P.25
3.3.3 – Evaluation de la prédatation sur le site	P.25
3.3.4 – Coefficient correcteur de surface	P.28
3.3.5 – Estimation finale de la mortalité	P.28
3.3.6 – Analyse des résultats	P.30
3.3.7 – Comparaison avec d'autres sites éoliens	P.30
3.4 – FACTEURS INFLUANT SUR LA MORTALITE ET LEUR ESTIMATION	P.31
3.4.1 – Adaptabilité des espèces	P.31
3.4.2 – Contexte géographique	P.32
3.4.3 – Conditions climatiques	P.32
3.4.4 – Limites de la méthode	P.32
4) CONCLUSION	P.33

Chargé de mission : Damien MERCERON
 Assisté de Ludovic TABLEAU pour les tests d'efficacité.

BIBLIOGRAPHIE

Sites internet

http://www.thewindpower.net/statistics_countries_fr.php
<http://fee.asso.fr/>
<http://inpn.mnhn.fr/>

Ouvrages / Etudes

ANDRE Y. (2004). Protocoles de suivis pour l'étude des impacts d'un parc éolien sur l'avifaune. Document LPO.

21 pages.

ARNETT, E.B. & SCHIRMACHER, M., 2009. Annual Report Prepared for the Bats and Wind Energy Cooperative and the Pennsylvania Game Conservation.

ARNETT, E.B., technical editor. (2005). Relationships between Bats and Wind Turbines in Pennsylvania and West

Virginia: An Assessment of Bat Fatality Search Protocols, Patterns of Fatality and Behavioral Interactions with

Wind Turbines. Final report submitted to the Bats and Wind Energy Cooperative. Bat Conservation International.

Austin, Texas, USA. In NWCC, Mitigation Toolbox, Compiled by NWCC Mitigation Subgroup & Jennie Rectenwald, Consultant. May 2007.

CORNUT J. & VINCENT S. (2010). Suivi de la mortalité des chiroptères sur deux parc de la région Rhône Alpes.

Document LPO Drome, 43 p.

DREAL Pays de la Loire (2013). Schéma régional éolien terrestre des Pays de la Loire, 47 pages

DULAC P. (2008). Evaluation de l'impact du parc éolien de Bouin (Vendée) sur l'avifaune et les chauves-souris.

Bilan de 5 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 pages

CHOINARD S. & ARHUR R. (2014). Suivi de l'impact du fonctionnement du parc éolien de l'Île d'Olonne sur l'avifaune et les chiroptères. ADEV, 58 p

HUSO M., ERCKSON W., 2013. A comment on "Novel scavenger removal trials increase wind turbine-caused avian fatality estimates". The journal of Wildlife Management, volume 72, numero 2, p 213-215.

HUSO M., 2010. An estimator of wildlife fatality from observed carcasses- Environmetric, 19 pages

1 – CONTEXTE ET OBJET DE L'ETUDE

1.1 – Développement de l'éolien

1.1.1 – Développement de l'éolien au niveau national et régional

La transition énergétique voulue et engagée par les pouvoirs publics depuis plusieurs années a offert de nouvelles perspectives environnementales, économiques et sociales, symbolisées par les énergies renouvelables, notamment l'éolien.

La France se situe en 4^{ème} position européenne en termes de capacités installées, avec 12 065,3 MW (31 décembre 2016).

La part relative de l'éolien terrestre, dans la consommation électrique nationale d'électricité, devrait augmenter dans les 15 années à venir pour représenter un pourcentage allant de 10 à 15% de la consommation totale (France Énergie Éolienne).

A titre de comparaison, fin 2012, la puissance installée était de 7 449 MW, pour environ 4500 éoliennes installées, contre 5970 MW en 2010 et 1567 MW en 2006.

Avec un fort potentiel en vent, le territoire terrestre français voit l'occasion de se développer depuis la simplification d'un certains nombres de mesures et le vote de la loi de transition énergétique. (France Énergie Éolienne).

Le Grand Ouest de la France est doté du second gisement éolien français, grâce à ses deux façades maritimes (Manche et Atlantique).

Potentiel longtemps sous-exploité, le territoire prend conscience de la nécessité de développer les énergies renouvelables. Il s'est donc doté de schémas de planification ambitieux dont l'objectif est le raccordement de 5250 à 6480 MW d'éolien terrestre d'ici à 2020 et 3000 MW d'éolien maritime d'ici 2023.

La région Bretagne a atteint, fin 2015, une puissance de 913 MW pour 160 parcs éoliens.

1.1.2 – Schéma Régional Eolien

La loi du 12 juillet 2010 portant engagement national pour l'environnement a prescrit l'adoption, dans chaque région, d'un schéma régional de l'éolien (SRE).

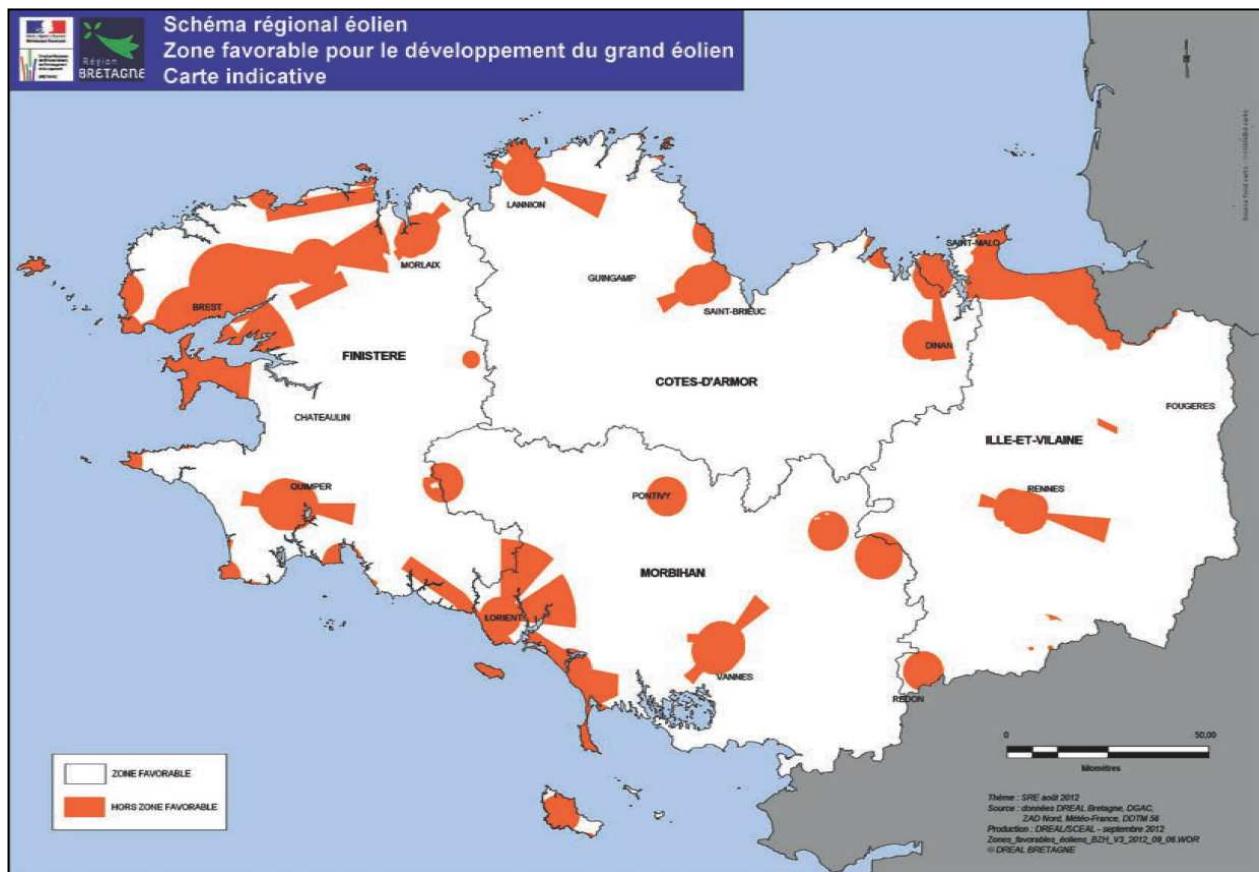
Co-élaboré par l'État et la Région, le SRE a pour objectif de favoriser le développement de l'énergie éolienne terrestre, tout en identifiant, au sein du territoire régional, les zones favorables au développement de l'énergie éolienne compte tenu du potentiel du vent, des contraintes techniques et des sensibilités environnementales (paysages, patrimoine, biodiversité).

Il formule par ailleurs un certain nombre de recommandations visant à favoriser l'insertion des projets éoliens dans leur environnement.

Le schéma régional éolien breton a été arrêté par le préfet de région le 28 septembre 2012, puis annulé par un jugement du Tribunal Administratif de Rennes du 23 octobre 2015.

Toutefois, et en application de l'article L.553-1 du code de l'environnement :

- L'instauration d'un SRE n'est pas une condition préalable à l'octroi d'une autorisation.
- L'annulation du SRE de Bretagne est sans effet sur les procédures d'autorisation de construire et d'exploiter des parcs éoliens déjà accordés ou à venir.



1.2 – Présentation du parc éolien de Saint Thégonnec

1.2.1 – Situation du parc éolien

Saint Thégonnec est une commune arrière littorale du Finistère, située à une dizaine de kilomètres au sud-ouest de Morlaix.

Le parc éolien se situe dans le bocage lâche de Saint Thégonnec, entre les vallées boisées et encaissées de la Penzé à l'ouest et de son affluent le Coat Toulzac'h à l'est.

Il est constitué de 5 éoliennes, mises en exploitation depuis 2016, et est exploité par le groupe IEL.

SITUATION DE LA COMMUNE DE SAINT THEGONNEC ET DE SON PARC EOLIEN



Source : Extrait de la carte IGN - Géoportail

1.2.2 – Caractéristiques du parc éolien

Les études du projet de création d'un parc éolien, sur les hauteurs de la commune de Saint Thégonnec, ont été lancées en 2010.

Installé et mis en service en 2016, le parc se compose de 5 éoliennes de 800 kW chacune, soit une puissance totale de 4 MW.

La production annuelle totale du parc, de l'ordre de 730 milles kWh, doit permettre de produire l'équivalent de la consommation électrique de près de 6 300 foyers (hors chauffage) donc 2 800 habitants, à raison de 2,3 personnes par foyer.

Chaque éolienne a une hauteur de tour de 76 m, avec un diamètre de rotor de 53 m. Le sommet des pâles culmine à plus de 100 m au-dessus du sol.

1.2.3 – Contexte environnemental du parc éolien

Le parc éolien est implanté dans un contexte bocager lâche, mêlant des espaces de cultures (cultures intensives), des prairies mésophiles à pâturage bovin et des vallons boisés et plus humides aux abords des cours d'eau.

La diversité et la qualité des habitats situés autour du parc, ceci en position rétro-littorale, permettent de considérer que le parc de Saint Thégonnec se situe dans un contexte environnemental riche.

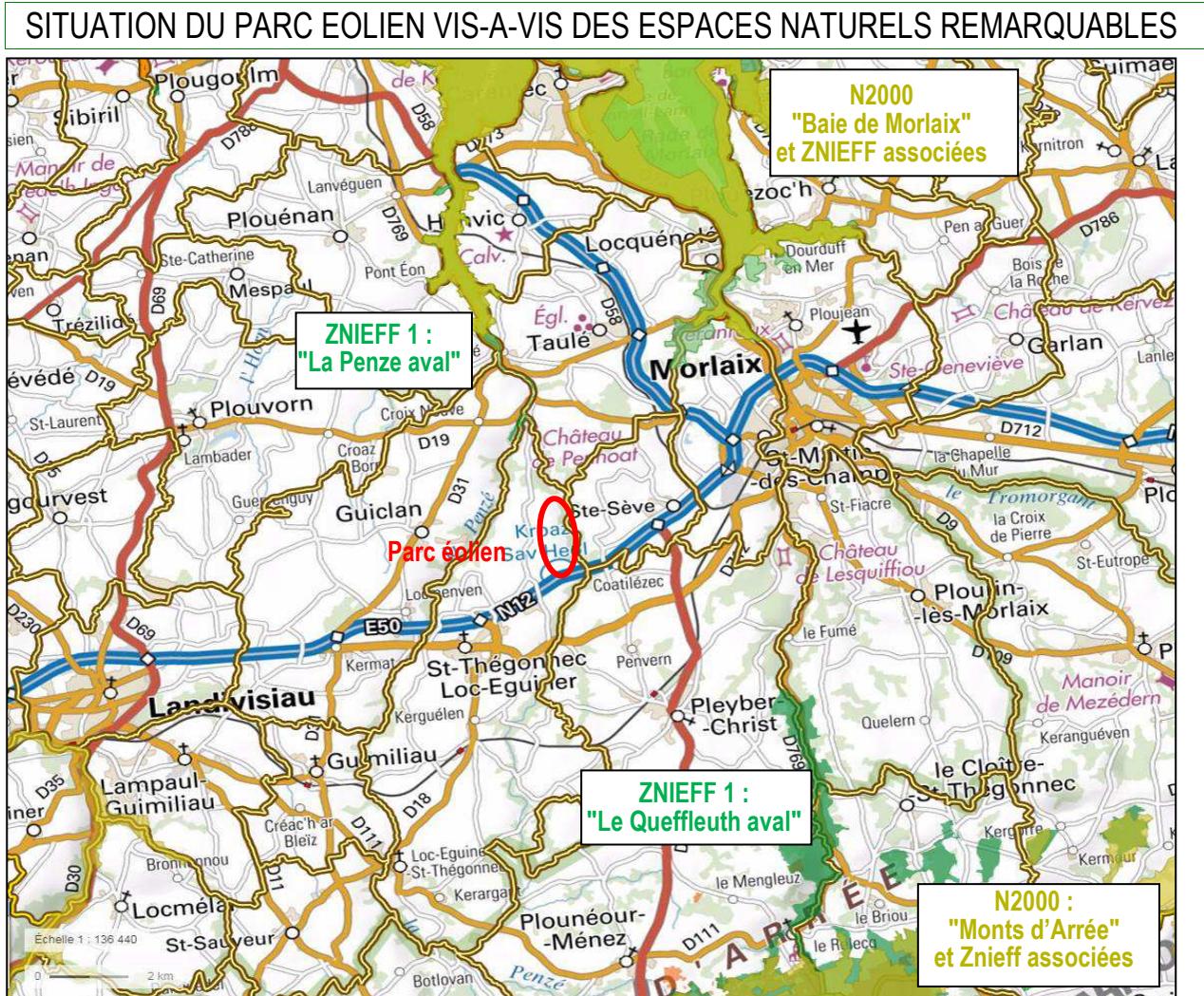


Vallée de la Coat Toulzac'h

Bien que la commune ne soit pas concernée directement par le périmètre de ZNIEFF (Zone Naturelle d'Intérêt Ecologique, Faunistique et Floristique) ou de sites Natura 2000, les espaces remarquables, situés dans un rayon de 10 à 15 km autour, témoignent des richesses écologiques locales :

- ZNIEFF de type 1 : "La Penze aval" (530020073).
- Site Natura 2000 "Monts d'Arrée centre et est" (FR5300013) et ZNIEFF associées :
 - ZNIEFF de type 1 : "Le Queffleuth aval" (530120019).
 - ZNIEFF de type 1 : "Rochers, landes, tourbières, étangs nord roc'h Trédudon - le Relecq" (530020087).
 - ZNIEFF de type 1 : "Landes et tourbières de Quillien – Source du Briou" (530030054).
- Site Natura 2000 "Baie de Morlaix" (FR5310073) et ZNIEFF associées :
 - ZNIEFF de type 1 : "Estuaires de la rivière de Morlaix et du Dourduff – Anse de Térénez" (530030154).
 - ZNIEFF de type 1: "Estuaire de la Penze" (530030176).
 - ZNIEFF de type 2 : "Baie de Morlaix" (530030177).

Ces espaces remarquables se situent dans un rayon proche du parc éolien, notamment la ZNIEFF 1 "La Penze aval", dont les limites se situent à moins de 2 km au nord.



Source : Carte IGN - Géoportail

1.3 – Contexte du suivi

1.3.1 – Réglementation relative à la mortalité de la faune

L'installation de parcs éoliens conduit à impacter les oiseaux et les chiroptères.

Les différentes études réalisées montrent que cet impact est produit de plusieurs façons :

- Dérangement en phase de chantier, qui peut engendrer une perte d'habitat.
- Création d'un effet barrière par la ligne d'éoliennes, faisant obstacle au passage des oiseaux (André, 2005)
- Collisions avec les éoliennes. De nombreux cas de mortalité, oiseaux et chauves-souris, dus à des collisions avec des éoliennes, sont recensés un peu partout en Europe et en Amérique.

Depuis janvier 2012, les parcs éoliens sont soumis à une nouvelle réglementation, en référence à l'arrêté du 26 août 2011 relatif aux installations de production d'électricité utilisant l'énergie mécanique du vent au sein d'une installation soumise à autorisation au titre de la rubrique 2980 de la législation des installations classées pour la protection de l'environnement.

En effet, en référence à l'article 12 de cet arrêté, les exploitants des parcs doivent mettre en place une étude de suivi environnemental permettant d'évaluer la mortalité produite par les parcs.

"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."

1.3.2 – Evaluation de la mortalité due aux éoliennes en France

La première étude réalisée pour étudier les effets de l'éolien sur la mortalité des chiroptères et des oiseaux en France concernait le parc éolien de Bouin (85), suivi par la LPO (2004-2006).

Plusieurs études pluriannuelles ont par la suite été entreprises, notamment :

- en 2008, par Aves Environnement et le Groupe Chiroptères de Provence, sur le parc du Mas de Leuze (Bouches-du-Rhône) ;
- en 2009, par la LPO Vienne et Vienne Nature (Gailledrat,2009), sur le parc de Rochereau en Vienne ;
- en 2010 sur le parc de Castelnau-Pegayrols dans l'Aveyron (Beucher et al.,2010).

D'autres études de mortalité ont été menées à l'étranger notamment en Allemagne (Brinkmann et al., 2006) ou aux Etats-Unis (Fiedler et al., 2007).

Toutes ces études indiquent un effet des éoliennes sur la mortalité des oiseaux et des chiroptères, avec toutefois des variations importantes selon les parcs et leur contexte biotique et abiotique plus ou moins proche.

Les chiroptères apparaissent comme le taxon le plus impacté, l'espèce la plus touchée étant la pipistrelle commune (*Pipistrellus pipistrellus*).

D'après une étude récente, établie par la LPO (analyse des études de suivis de mortalités réalisées en France de 1997 à 2015), portant sur les impacts des parcs éoliens français sur l'avifaune, il ressort que 81 % des cadavres retrouvés appartiennent à des espèces protégées, ou présentant une préoccupation majeure quant à leur état de conservation.

Les rapaces diurnes (faucon crécerelle et crécerellette, milans noir et royal, busard cendré, buse variable, etc.) sont les premières victimes des éoliennes au regard de leurs effectifs de population, d'autant que dans la majorité des cas, ce sont des individus nicheurs en France qui sont impactés.

1.4 – Objet du présent du suivi

Le suivi environnemental (activité et mortalité) du parc a été réalisé en 2017, qui comprenait :

- Le suivi de l'évolution des habitats et de la flore ;
- Le suivi de l'activité de l'avifaune et des chiroptères ;
- Le suivi de la mortalité induite par les éoliennes sur les oiseaux et les chiroptères.

Le suivi objet de ce dossier, réalisé en 2018, est un complément au suivi initial de 2017. Non obligatoire réglementairement, il porte principalement sur le suivi de la mortalité, avec en parallèle le relevé de l'activité avifaune.

2 – MÉTHODE DU SUIVI

2.1 – Principes de réalisation du suivi

Le présent suivi est entièrement basé sur le protocole de suivi environnemental du MEDDE, applicable aux éoliennes terrestres soumises à autorisation.

Il comprend :

- Un suivi mortalité de l'avifaune.
- Un suivi mortalité des chiroptères.
- Un suivi de l'activité de l'avifaune (oiseaux nicheurs, migrants et hivernants).
- Un suivi de l'activité des chiroptères.
- Un suivi de l'évolution des habitats naturels liés aux espèces protégées fréquentant les parcs.

Ce protocole détermine la typologie et la pression d'inventaires à réaliser sur le parc, en fonction des espèces mises en avant dans le cadre de la réalisation de l'étude d'impact du parc.

Ainsi les espèces ayant la plus forte sensibilité aux éoliennes, recensées dans le cadre de cette étude, sont :

- La buse variable pour l'avifaune nicheuse ;
- La bergeronnette grise pour l'avifaune hivernante ;
- La pipistrelle commune pour les chiroptères.

Ces espèces déterminent donc le nombre de passages à réaliser, à minima, sur le parc éolien.

2.2 – Protocoles appliqués

2.2.1 – Suivi de la mortalité

Le suivi de mortalité permet de vérifier que les populations d'oiseaux et de chauves-souris présentes au niveau de chaque éolienne, ne sont pas affectées de manière significative par le fonctionnement des aérogénérateurs. La méthode utilisée pour le suivi complémentaire de 2018 est identique à celle appliquée pour le suivi 2017.

⇒ **Fréquence de passage**

L'intensité des suivis de mortalité pour les oiseaux et les chauves-souris étant relativement proches, lorsqu'un suivi de la mortalité est nécessaire à la fois pour l'avifaune et les chiroptères, l'intensité de suivi retenue est celle de l'espèce (recensée à l'étude d'impact) ayant l'indice de vulnérabilité le plus élevé (pondération entre le statut règlementaire de l'espèce et son niveau de sensibilité à l'éolien).

Dans le cas présent, l'espèce retenue (recensée à l'étude d'impact), ayant l'indice de vulnérabilité le plus élevé, est la pipistrelle commune (note de 3).

Selon le protocole national de suivi environnemental des parcs éoliens terrestres, la note de 3 nécessite la fréquence de **4 passages par éolienne sur 4 mois stratégiques** (avril, mai, juin, août ou septembre). Chaque passage doit être espacé de 3 jours.

⇒ Horaires de passage et durée du suivi

Les suivis sont réalisés en tout début de matinée pour limiter les risques de prédateurs et donc de disparition des cadavres. Ils débutent environ ½ heure (par beau temps) à 1 heure (temps couvert) après le lever du soleil pour une meilleure visibilité durant les relevés.

La durée de relevé est d'environ ¾ d'heure par éolienne, bien que l'évolution des cultures, au cours des mois, rende les relevés plus chronophages.

⇒ Surfaces et transects de prospection

Le protocole EUROBATS indique que le rayon d'intervention autour du mât d'éolienne doit être équivalent à la hauteur du mât (soit 76 mètres dans le cas présent). Cependant, pour faciliter la mise en place du protocole et avoir de meilleurs repères, il a été choisi de s'appuyer sur le protocole LPO (André, 2004) qui préconise de prospector un carré de 100 mètres de côté autour de chaque éolienne.

Pour prospector l'ensemble de la surface, les transects varient entre 3 et 5 mètres selon la végétation (3 m : végétation haute ; 4 m : végétation basse ; 5 m végétation absente).

⇒ Personnes associées au suivi

Les relevés sont réalisés par 2 personnes attitrées, pour une meilleure homogénéité dans les recherches ; dans le cas présent ils ont été réalisés par :

- Damien MERCERON : personne en charge des relevés et de l'étude ;
- Ludovic TABLEAU : personne intervenant en complément pour les tests sur l'efficacité des relevés (détail du test dans le chapitre suivant).

2.2.2 – Activité de l'avifaune

Les inventaires avifaunistiques se réalisent dans un périmètre allant jusqu'à 300 m (minimum) autour des éoliennes.

Les protocoles d'inventaires sont basés sur la méthode des Indices Ponctuels d'Abondances (IPA), qui consiste à réaliser plusieurs points d'écoute et d'observation répartis sur l'ensemble du périmètre établi.

Les inventaires ont également pour but de déterminer le nombre et l'activité de chaque espèce ainsi que l'utilisation qu'elles font du site.

Le statut de présence des individus observés est déterminé en fonction de leur activité et de la qualité du milieu pour l'espèce.

Les catégories suivantes sont utilisées :

Ali : l'oiseau s'alimente sur le site sans que sa nidification soit attestée ou possible.

P : l'oiseau est posé sans manifester de comportement particulier.

V : l'oiseau est observé en transit sur le site, sans s'y arrêter.

M : l'oiseau est en migration.

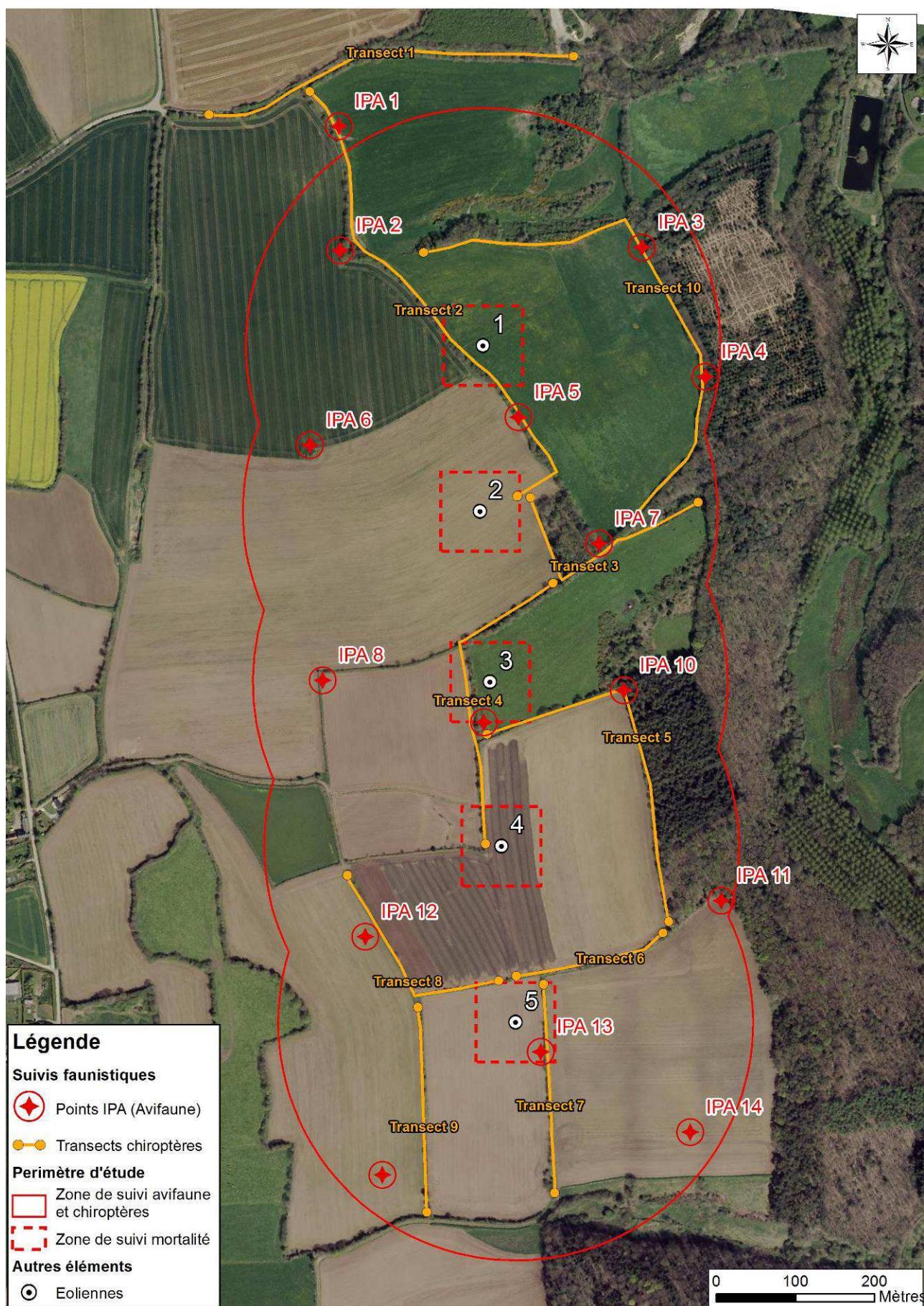
NPO : Nidification possible : observation d'un mâle chanteur en période de reproduction, ou présence d'un individu dans un habitat favorable pour nicher.

NPR : Nidification probable : observation d'un couple dans un milieu favorable pour nicher, parades nuptiales, comportement territorial marqué, présence de plaques incubatrices, etc.

NC : Nidification certaine : présence d'adultes en train de nourrir, jeunes fraîchement éclos ou envolés, etc.

Un minimum d'un inventaire par campagne a été réalisé, avec divers compléments de données recueillies de manière aléatoire durant les suivis de mortalité.

LOCALISATION DES RELEVES DE SUIVI



2.2.3 – Tests du suivi de mortalité

Lors du suivi de mortalité sur les parcs éoliens, tous les cadavres ne peuvent pas être détectés. Il est donc nécessaire de réaliser une estimation de la mortalité en prenant en compte divers paramètres qui influencent les relevés :

⇒ L'efficacité de l'observateur

L'efficacité de l'observateur, ou taux de détection, varie selon les conditions d'observations et de l'observateur lui-même, notamment de ses facultés à repérer les cadavres.

L'efficacité de l'observateur est évaluée à l'aide d'un test, réalisé à 3 reprises sur les différentes entités végétales.

Ce test consiste à déterminer le taux de détection de l'observateur à partir d'un nombre connu de leurres déposés aléatoirement sur le terrain (par une autre personne que l'observateur), tout en testant de manière proportionnelle les différentes entités végétales.

Les recherches se font en parallèle des relevés de mortalité habituels, pour ainsi être exercées dans les mêmes conditions.

L'efficacité moyenne de l'observateur est calculée en réalisant une moyenne pondérée par la surface de chaque classe de visibilité (hauteur de la végétation).

⇒ Le taux de prédation

Le taux de prédation renseigne sur la durée de persistance d'un cadavre une fois au sol. Ce facteur prédation est principalement dû aux diverses espèces de charognards ou nécrophages (mammifères, insectes, limaces, oiseaux,...), présentes sur ou à proximité du site suivi.

Les personnes en charge du suivi réalisent également 3 tests de prédation en disposant des appâts entre deux passages, pour déterminer le coefficient de prédation à appliquer dans l'analyse (Taux de persistance).

Les appâts utilisés en 2017 étaient des souris, types blanchons. En 2018, le choix a été fait d'opter pour des poussins comme appâts. L'objectif est de comparer le taux de prédation entre deux appâts ayant plusieurs différences, notamment en termes de résistance dans le temps (le blanchon marquant une certaine fragilité dans le temps), de couleur, d'odeur, de taille,...

Ainsi, 5 cadavres par test sont déposés au sein des différentes végétations autour de chaque éolienne. La présence ou l'absence de cadavres est vérifiée chaque matin, pendant 10 jours. Les cadavres sont déposés en fin de journée, et le premier relevé est fait le lendemain matin au lever du jour.

En fonction du nombre d'individus retrouvés, le taux de prédation est ainsi défini par éolienne.

⇒ La proportion entre la surface théorique à inventorier et la surface réellement prospectée

La proportion entre la surface théorique à inventorier et la surface réellement prospectée, varie selon la stratification et la densité végétale (ex : une haie ou un bois dense ne pourra pas être prospecté de manière efficace, ces surfaces non prospectées sont donc à prendre en compte dans les estimations de mortalité).

La surface à prospecter dans le rayon défini peut, selon les caractéristiques biotiques (hauteur et densité de la végétation) ou abiotiques (topographie dans des régions vallonnées) du site, être différente de la surface réellement prospectée.

Cette surface prospectée peut également varier selon les saisons : c'est notamment le cas des parcelles cultivées sur lesquelles les cultures (colza, blé ou maïs), peuvent rapidement devenir difficile à prospecter lorsque la taille et la densité des cultures deviennent importantes.

A titre d'exemple, au niveau du parc éolien de Bouin (Dulac, 2008) situé sur un polder agricole, il a été constaté que, selon les saisons, les cultures empêchaient une prospection complète. Ainsi à certaines périodes, seulement 5% de la surface totale a été prospectée durant l'étude, et il a été estimé que 67% des oiseaux en moyenne et 37% des chauves-souris en moyenne n'avaient pas été trouvés lors de prospections incomplètes.

Dans ce contexte, les méthodes de calcul de la mortalité intègrent toutes un coefficient correcteur de surface **A** (coefficient global obtenu selon la moyenne calculée pour chaque saison). Ainsi, le résultat de chaque formule est multiplié par ce coefficient correcteur de surface (A).

Afin de se rapprocher de la surface d'échantillonnage de 1 ha préconisée par André (2004), seuls les cercles de rayon inférieur à 56 m ont été intégrés au calcul pour que la surface considérée (surface total $\pi \times r^2$ proche de 1 ha) soit comparable aux autres études.

Des cercles de 14, 28, 42 et 56 m de rayon ont ainsi été utilisés pour les calculs ; ce coefficient s'obtient par la formule suivante :

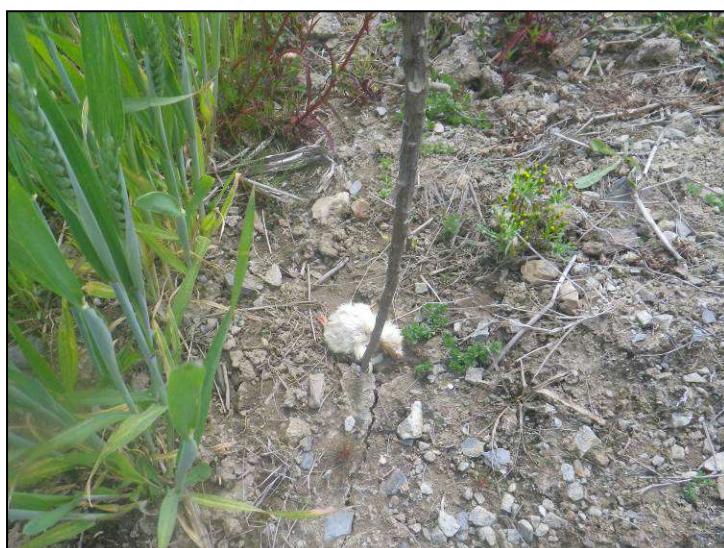
$$A = \frac{\sum_k^4 C_k / S_k}{\sum_k^4 C_k}$$

Sk : Proportion de la surface prospectée du cercle K
Ck : Nombre de cadavres retrouvés au sein du cercle K

La découverte d'un cadavre d'oiseau ou de chiroptère fait l'objet d'une fiche détaillée permettant la saisie standardisée de l'espèce et des conditions de mortalité constatée.

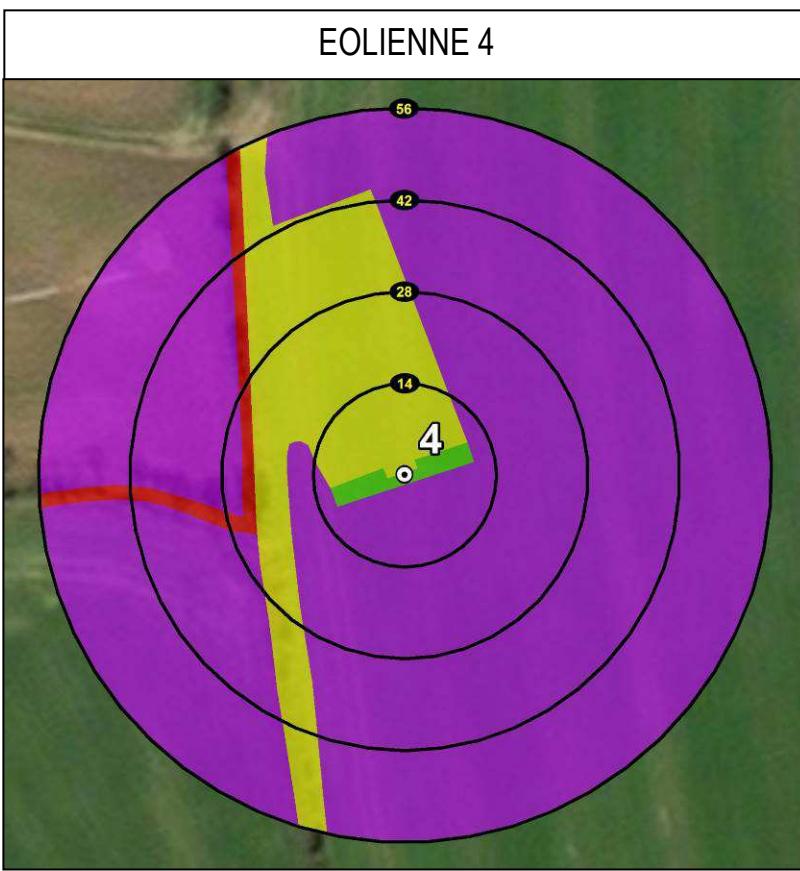
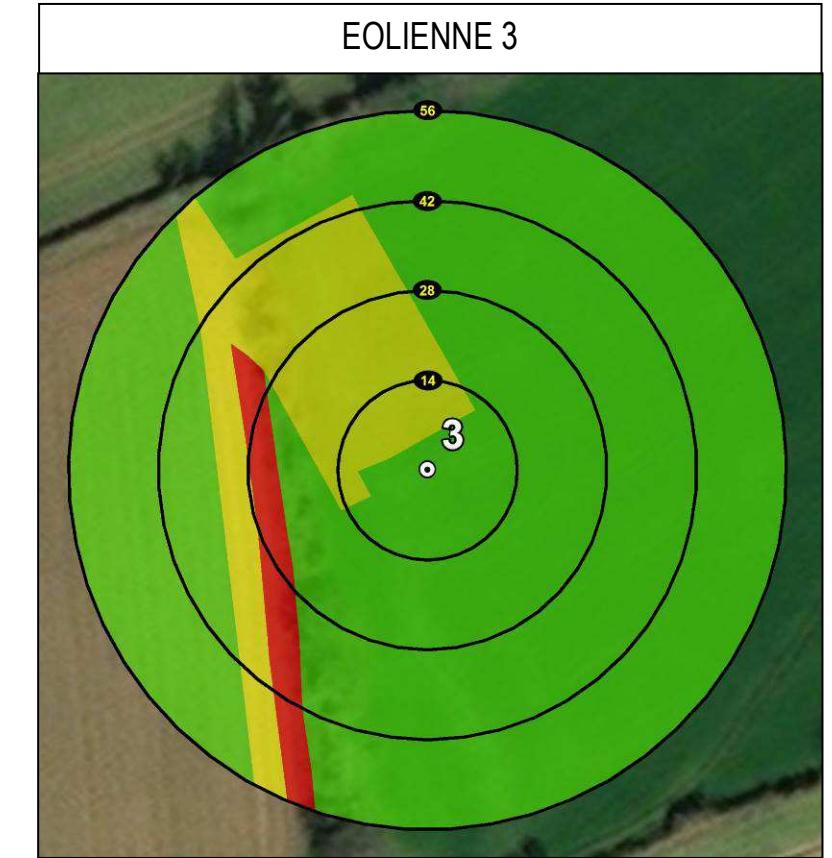
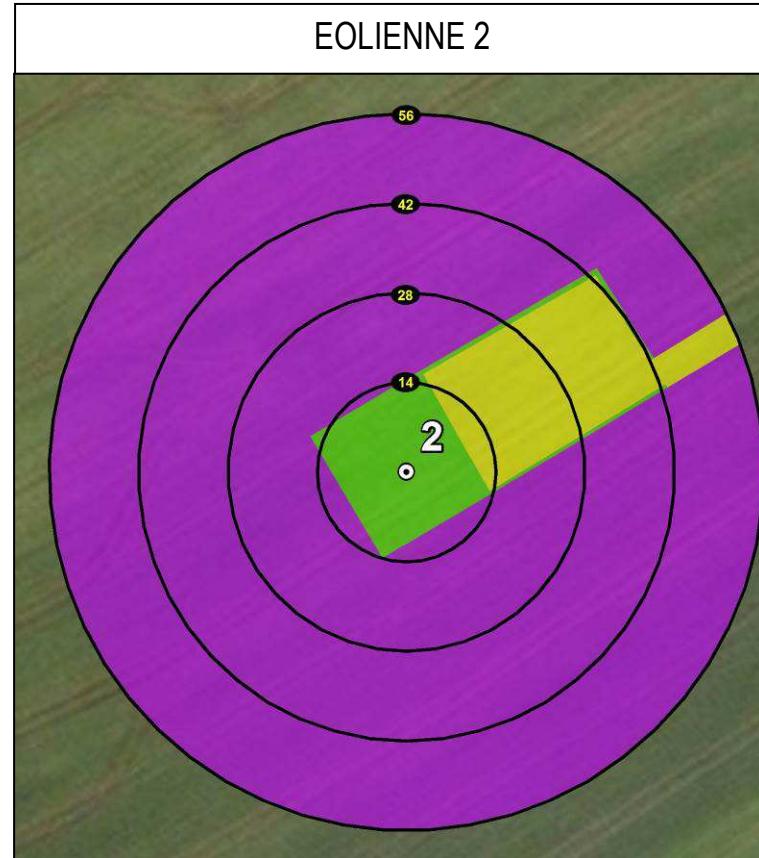
Les tests d'efficacité de l'observateur et le taux de prédation ne sont cependant pas stables. Ils peuvent, en effet, évoluer dans le temps selon plusieurs facteurs (croissance de la végétation, taux de prédation variables selon les conditions météorologiques ou les périodes).

Afin de limiter la variance des coefficients correcteurs relative à ces paramètres et d'être le plus homogène possible dans les résultats, il est nécessaire de réaliser les tests sur les entités présentant une stratification et une densité végétale différentes.



Leurre pour test prédation

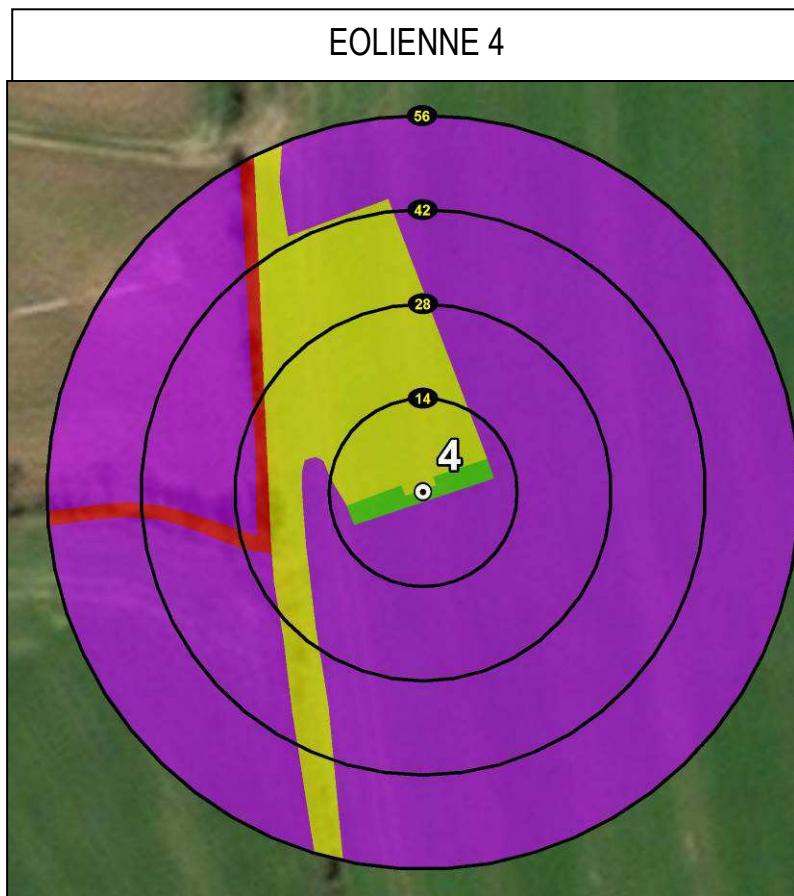
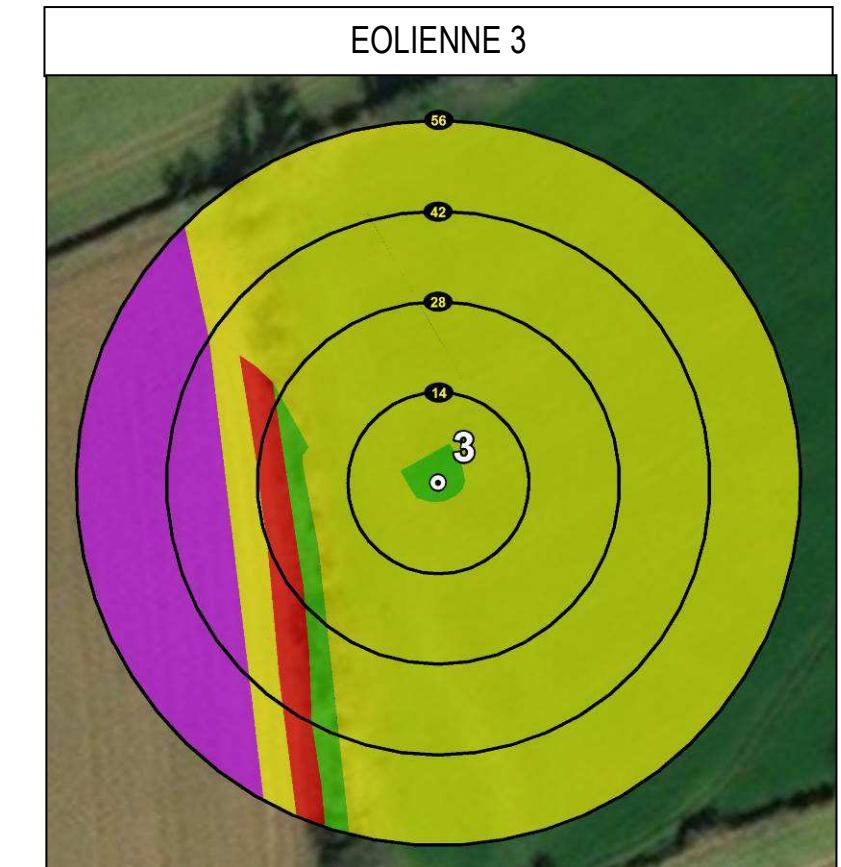
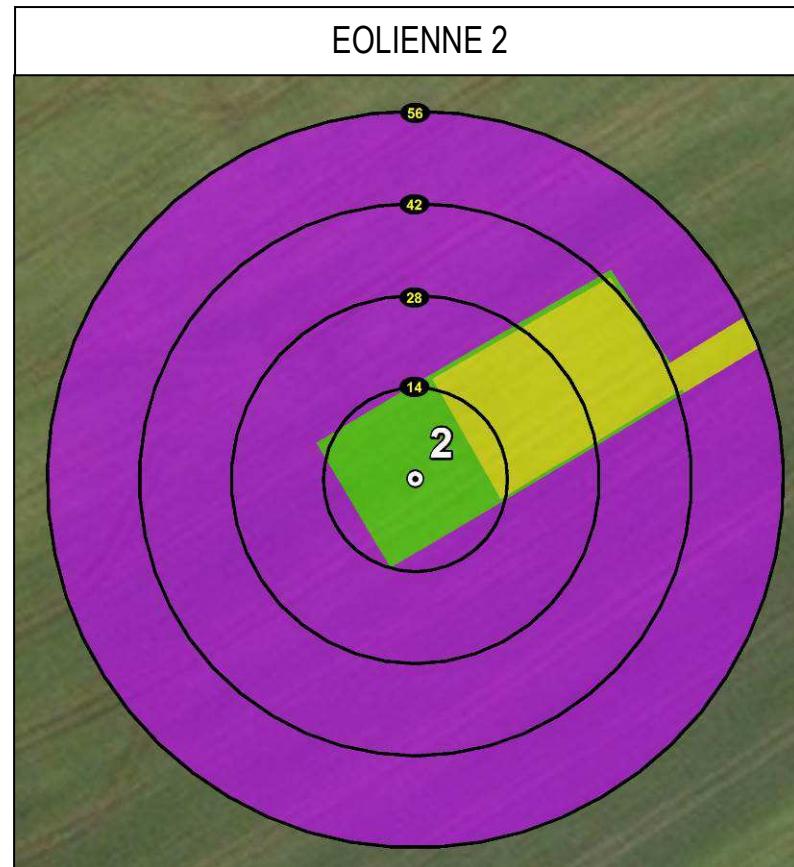
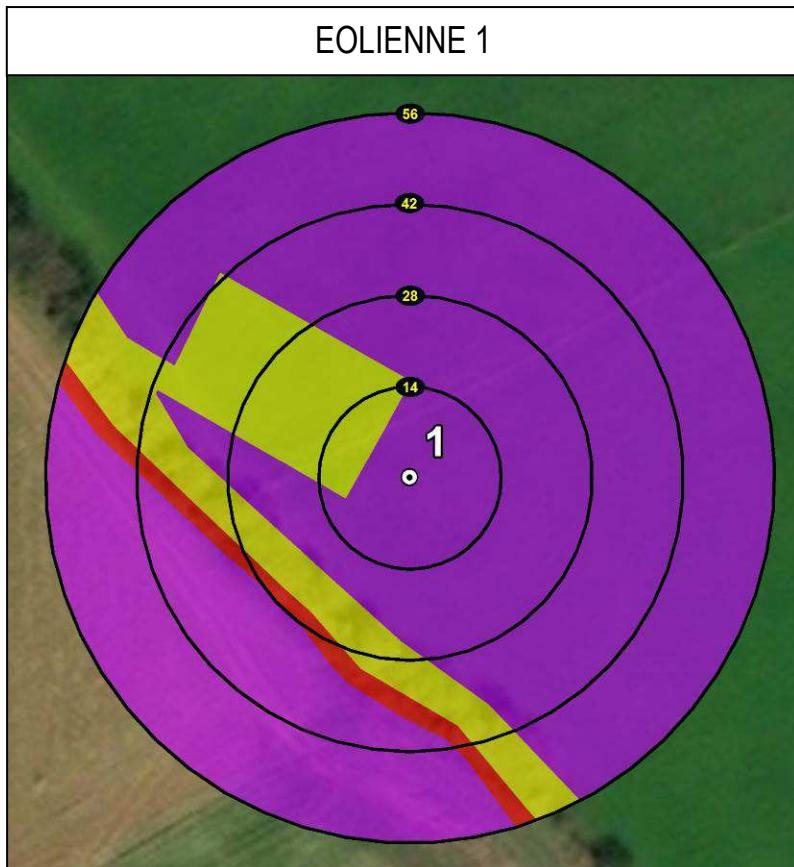
CERCLES CONCENTRIQUES DE 14, 28, 42 ET 56 M PAR EOLIENNE, ET TYPES DE VEGETATION PAR SECTEUR PROSPECTE
SESSION D'AVRIL 2018



Légende

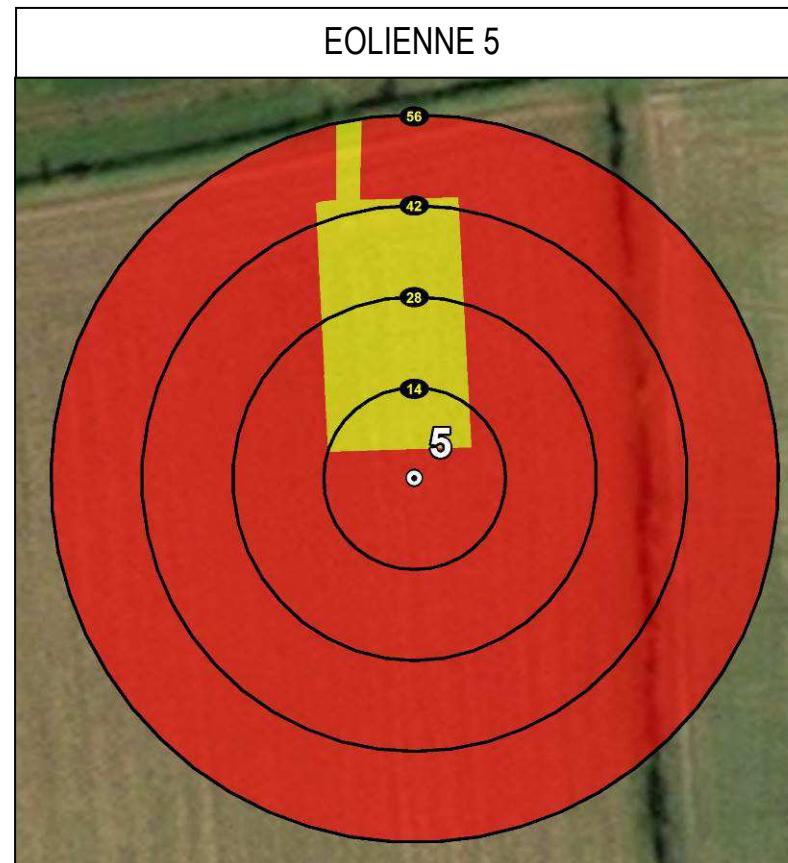
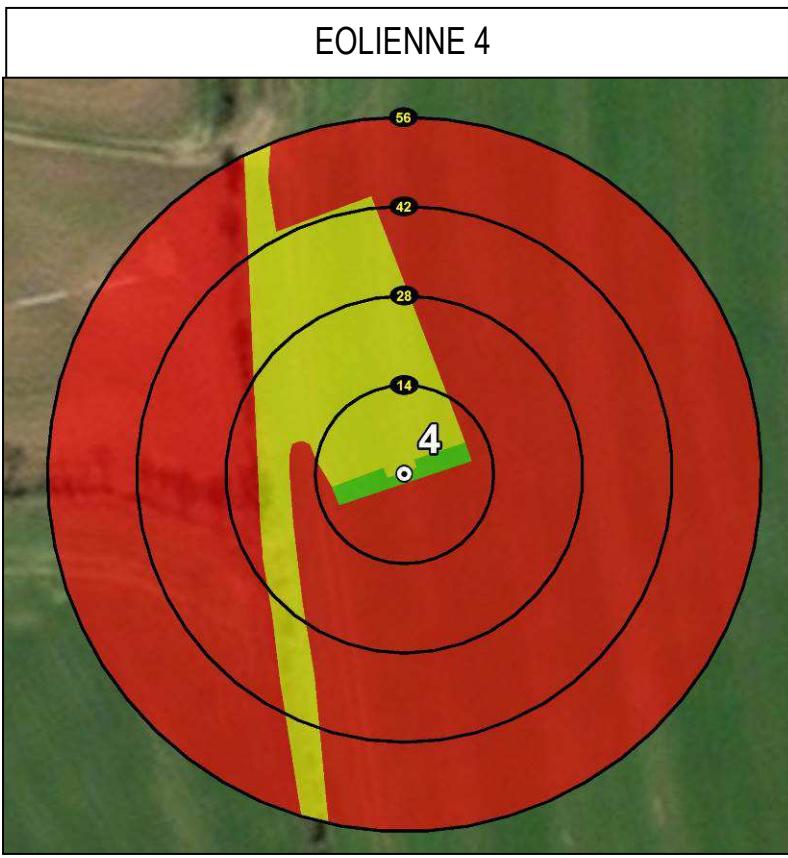
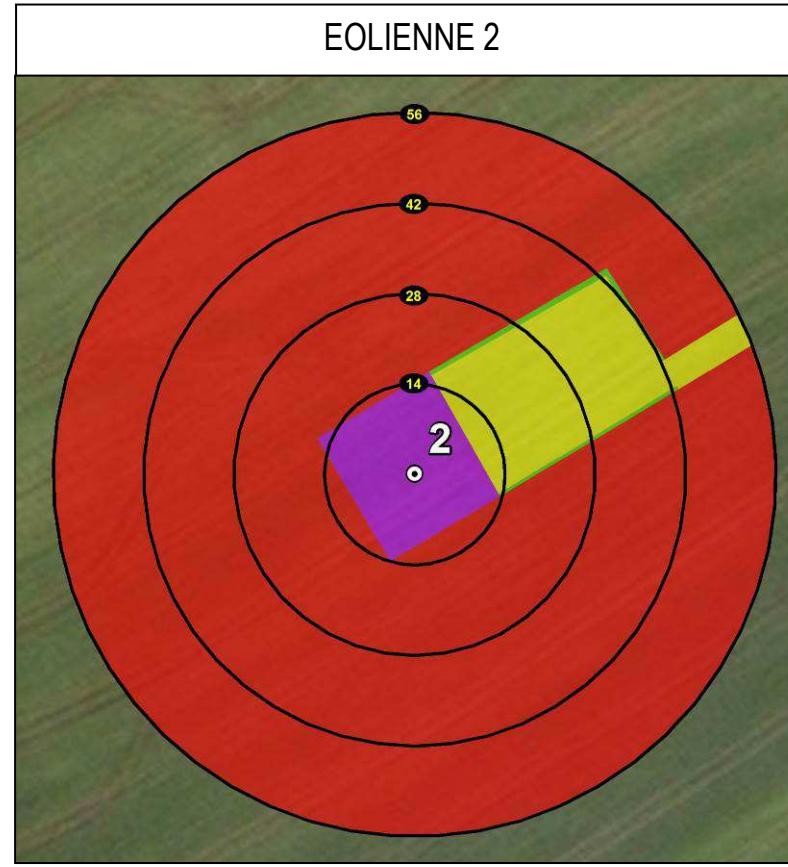
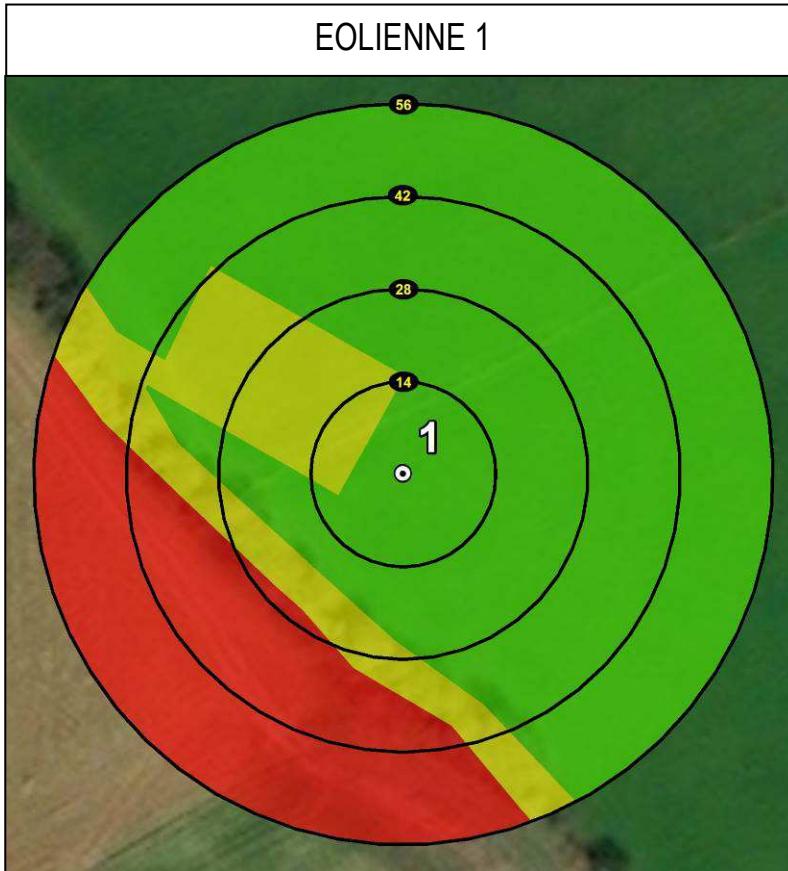
- Eoliennes
- Zone de suivi mortalité
 - Rayons (14, 28, 42 et 56m)
- Végétation
 - Végétation absente
 - Végétation herbacée rase
 - Végétation hauteur moyenne
 - Végétation haute / dense

CERCLES CONCENTRIQUES DE 14, 28, 42 ET 56 M PAR EOLIENNE, ET TYPES DE VEGETATION PAR SECTEUR PROSPECTE
SESSION DE MAI 2018



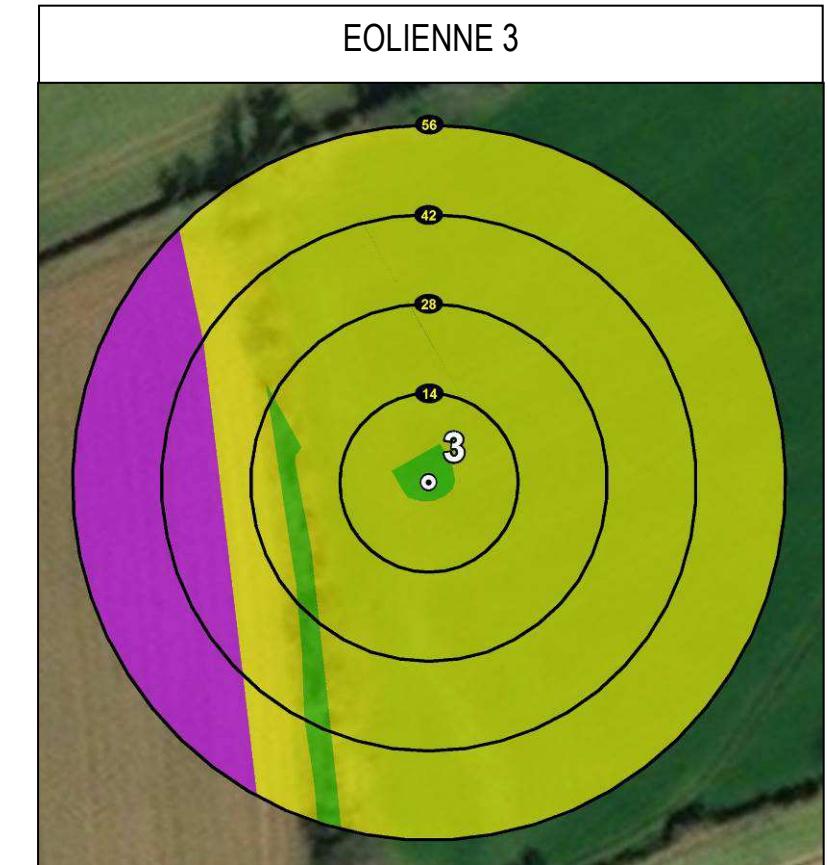
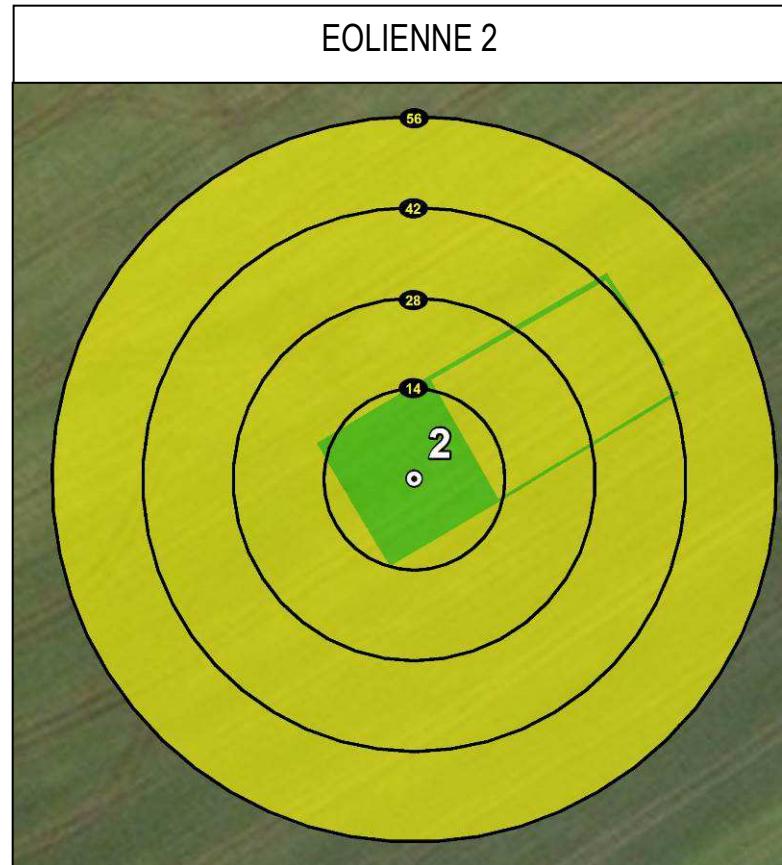
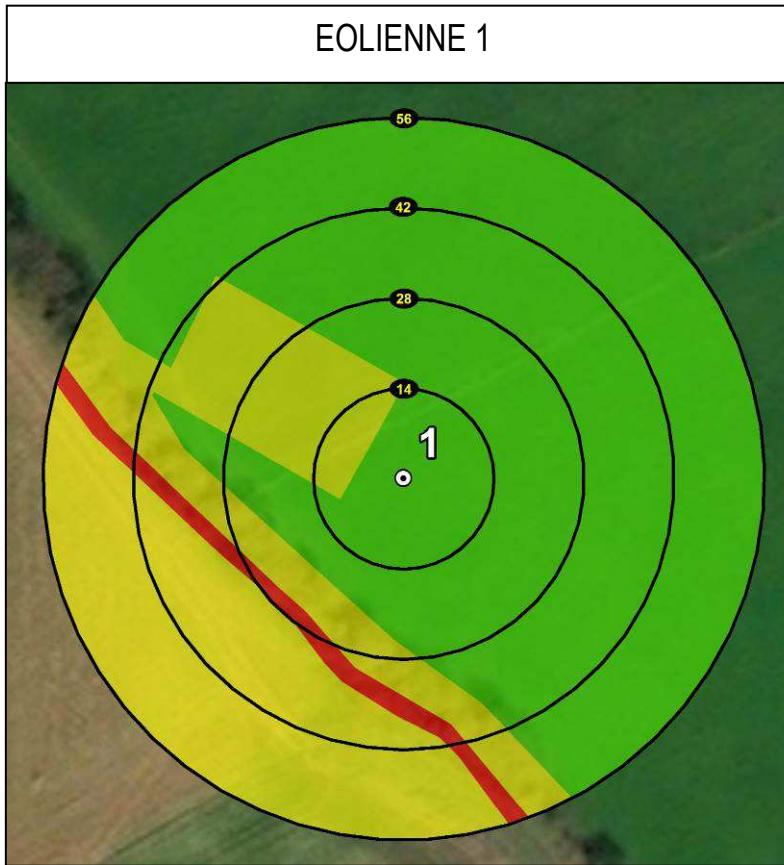
Légende	
●	Eoliennes
Zone de suivi mortalité	
■	Rayons (14, 28, 42 et 56m)
Végétation	
■	Végétation absente
■	Végétation herbacée rase
■	Végétation hauteur moyenne
■	Végétation haute / dense

**CERCLES CONCENTRIQUES DE 14, 28, 42 ET 56 M PAR EOLIENNE, ET TYPES DE VEGETATION PAR SECTEUR PROSPECTE
SESSION DE JUIN 2018**



Légende	
●	Eoliennes
Zone de suivi mortalité	
■	Rayons (14, 28, 42 et 56m)
Végétation	
■	Végétation absente
■	Végétation herbacée rase
■	Végétation hauteur moyenne
■	Végétation haute / dense

**CERCLES CONCENTRIQUES DE 14, 28, 42 ET 56 M PAR EOLIENNE, ET TYPES DE VEGETATION PAR SECTEUR PROSPECTE
SESSION DE SEPTEMBRE 2018**



Légende	
●	Eoliennes
Zone de suivi mortalité	
■	Rayons (14, 28, 42 et 56m)
Végétation	
■	Végétation absente
■	Végétation herbacée rase
■	Végétation hauteur moyenne
■	Végétation haute / dense

POURCENTAGE MOYEN DES DIFFERENTS TYPE DE VEGETATION, TOUTES SESSIONS CONFONDUES, PAR EOLIENNE

Eolienne 1			
Végétation absente	Végétation herbacée rase	Végétation hauteur moyenne	Végétation haute
24,25%	47,33%	20,74%	7,68%
Eolienne 2			
Végétation absente	Végétation herbacée rase	Végétation hauteur moyenne	Végétation haute
29,25%	3,93%	44,93%	21,89%
Eolienne 3			
Végétation absente	Végétation herbacée rase	Végétation hauteur moyenne	Végétation haute
47,80%	22,55%	7,48%	22,17%
Eolienne 4			
Végétation absente	Végétation herbacée rase	Végétation hauteur moyenne	Végétation haute
33,05%	0,64%	65,46%	1,85%
Eolienne 5			
Végétation absente	Végétation herbacée rase	Végétation hauteur moyenne	Végétation haute
51,05%	23,21%	0,00%	25,74%

2.2.4 – Estimation de la mortalité

Plusieurs méthodes existent pour extrapoler les résultats des relevés de terrain et estimer la mortalité réelle d'un parc éolien. Ces différentes méthodes se basent sur une formule initiale, celle de Winkelmann, avec cependant des différences dans l'estimation du taux de persistance.

Afin de comparer chaque estimation et également avoir des éléments comparables avec d'autres parcs éoliens, l'estimation de la mortalité se base sur 3 formules habituellement utilisées : Erickson, Jones et Huso.

Le choix a été fait de ne pas inclure dans l'estimation de la mortalité, la formule de Winkelmann. Moins précise que les autres, car elle tend nettement à la surestimation et ne prend pas en compte certains critères développés dans les autres formules.

⇒ **Formule "Erickson"**

Cette formule est une dérivante de la formule de Winkelmann, avec une différence dans la prise en compte du taux de persistance qui, pour la formule d'Erickson, peut être pris en compte même dans le cas d'une très forte prédatation sur le site qui induirait un taux de persistance nul.

$$N = \frac{Nc \times I}{Pe \times Ef}$$

Nc = nombre de cadavres retrouvés (mort induite par l'éolien)
I = intervalle entre 2 relevés en nombre de jours
Pe = durée moyenne de persistance d'un cadavre en jours
Ef = taux d'efficacité de la personne en charge du relevé

⇒ **Formule "Jones"**

La formule de Jones (au même titre que la formule de Huso : à suivre), plus récente, présente a priori une fiabilité plus importante. Elle s'appuie sur deux principes qui influent sur le calcul :

- Le taux de mortalité est constant sur l'intervalle
- La probabilité moyenne de disparition d'un cadavre sur l'intervalle est égale à la probabilité de disparition d'un cadavre tombé au milieu de l'intervalle de temps. Le taux de persistance (P) est alors adapté avec la formule suivante :

$$P = \exp(-0.5 \times (I/Pe))$$

Jones *et al.* introduit également la notion d'"intervalle effectif" qui considère que plus l'intervalle de temps (I) entre 2 relevés est long, plus le taux de persistance est faible.

En résumé, un cadavre découvert au bout d'un intervalle de temps (I) relativement long n'est probablement pas mort au début de cet intervalle mais plutôt dans cet intervalle effectif (\hat{I}) qui correspond à la durée au-delà de laquelle le taux de persistance est inférieur à 1%.

L'intervalle \hat{I} s'obtient donc avec la formule suivante :

$$\hat{I} = -\log(0.01) \times Pe$$

Cette variante sera intégrée dans le calcul du coefficient correcteur de l'intervalle, équivalente à :

$$Cc = \frac{\min(I:\hat{I})}{I}$$

I = intervalle entre 2 relevés en nombre de jours

Dans le calcul, I prend la valeur minimale entre I et \hat{I}

Ainsi, en reprenant les différentes adaptations précédentes, la formule de Jones (N) correspond à :

$$N = \frac{Nc}{Ef \times P \times Cc}$$

Nc = nombre de cadavres retrouvés (mort induite par l'éolien)

P = taux de persistance des cadavres

Ef = taux d'efficacité de la personne en charge du relevé

Cc = coefficient correcteur de l'intervalle

⇒ **Formule "Huso"**

Très proche de la formule de Jones, Huso considère également que le taux de mortalité est constant dans l'intervalle. Il utilise toutefois une valeur plus élevée du taux de persistance. Ainsi ce taux de persistance (P) est repris par la formule suivante :

$$P = \frac{Pe \times (1 - \exp(-I/Pe))}{I}$$

I= intervalle entre 2 relevés en nombre de jours

Dans le calcul, I prend la valeur minimale entre I et \hat{I}

Ainsi, en reprenant les différentes adaptations précédentes, la formule de Huso (N) correspond à :

$$N = \frac{Nc}{Ef \times P \times Cc}$$

Nc = nombre de cadavres retrouvés (mort induite par l'éolien)

P = taux de persistance des cadavres

Ef = taux d'efficacité de la personne en charge du relevé

Cc = coefficient correcteur de l'intervalle

3 – RESULTATS DU SUIVI

3.1 – Habitats recensés au niveau du parc

Le contexte du parc éolien est largement dominé par la culture, avec cependant, une diversité d'habitats intéressante, que ce soit qualitativement et quantitativement.

Ainsi, dans le rayon d'étude de 300 m autour des éoliennes, on retrouve 4 principaux habitats :

- Des cultures intensives (maïs/blé/ray-grass) sur des parcelles relativement grandes (code Corine biotopes : 82.11 - Grandes cultures).

Cet habitat, très pauvre écologiquement, couvrait plus de 60% de la surface totale du rayon étudié (83% dans un rayon de 55 m autour de l'éolienne) lors du suivi de 2017 et lors de la première session de 2018 au mois d'avril.

Au cours des mois d'avril ou mai 2018, un changement de la pratique culturale sur la parcelle accueillant l'éolienne 3, a induit une modification de l'habitat présent, passant d'une prairie pâturée à une culture. Bien que cette transition soit négative pour la faune et flore dans la globalité (moins de fleur, moins d'insecte, moins de prédateur,...), la présence d'une culture sous une éolienne, considérée comme légèrement mortifère dans le suivi 2017, a permis de limiter la présence des prédateurs d'insectes, tels que les chiroptères et les oiseaux, et donc la mortalité sous l'éolienne. En effet, la présence de cet habitat, très pauvre écologiquement, limite fortement l'attrait pour les espèces autour des éoliennes.

Seules quelques adventices persistent en limite, comme le rumex (*Rumex acetosa*), la camomille romaine (*Anthemis nobilis*), le chénopode blanc (*Chénopodium album*)...

- Des boisements (code Corine biotopes : 41.5 - Chênaies acidiphiles):

Dans ces boisements, la strate arborée est dominée par le chêne pédonculé (*Quercus robur*), avec ponctuellement le chêne sessile (*Quercus petraea*), le châtaignier (*Castanea sativa*), le pin sylvestre (*Pinus sylvestris*).

La sous-strate arbustive, diversifiée, se compose de : houx (*Ilex aquifolium*), saule marsault (*Salix caprea*), noisetier (*Corylus avellana*), troène (*Ligustrum vulgare*), bouleau verruqueux (*Betula verrucosa*), sureau noir (*Sambucus nigra*), prunellier (*Prunus spinosa*), ajonc d'Europe (*Ulex europaeus*), genêt à balais (*Cytisus scoparius*).

La sous-strate basse se compose de chèvrefeuille (*Lonicera periclymenum*), fougère aigle (*Pteridium aquilinum*), fragon (*Ruscus aculeatus*), sauge des bois (*Salvia nemorosa*), garance voyageuse (*Rubia peregrina*), ronce (*Rubus sp.*)...

- Des prairies ensemencées pour le pâturage bovin (code Corine biotopes : 81.1 - Prairies sèches améliorées).

La composition floristique de ces parcelles, situées dans un contexte bocager assez dense, est très homogène et principalement représentée par des poacées semées (ray-grass). Quelques plantes spontanées tentent également de coloniser ces espaces, comme : le dactyle aggloméré (*Dactylis glomerata*), l'oseille (*Rumex acetosa*), le pisseinlit (*Taraxacum officinale*), la stellaire holostée (*Stellaria holostea*), le ray-grass (*Lolium perenne*), le trèfle blanc (*Trifolium repens*)...

- Des zones prairiales mésophiles (code Corine biotopes : 38.1 - Prairies mésophiles).

Ces prairies se retrouvent sur des parcelles pâturées, autour des éoliennes, ou sur les banquettes des plates-formes et des chemins.

Comme évoqué précédemment, la surface de cet habitat a été diminuée puisque la parcelle accueillant l'éolienne 3 est devenue une culture en cours de suivi.

Leur composition floristique est assez diversifiée et intéressante, avec notamment : la camomille romaine (*Chamaemelum nobile*), le chardon (*Carduus nutans*), le chénopode blanc (*Chenopodium album*), le dactyle aggloméré (*Dactylis conglomerata*), l'épilobe à 4 angles (*Epilobium tetragonum*), le laiteron des champs (*Sonchus arvensis*), la luzerne d'Arabie (*Medicago arabica*), le millepertuis couché (*Hypericum humifusum*), le mouron rouge (*Lysimachia arvensis*), l'ornithoppe délicat (*Ornithopuss perpusillus*), l'ortie (*Urtica dioica*), l'oseille (*Rumex acetosa*), la pensée des champs (*Viola arvensis*), le pissenlit (*Taraxacum officinale*), le plantain majeur (*Plantago major*), le ray-grass, (*Lolium perenne*), la renoncule acre (*Renonculus acris*), le sénéçon jacobée (*Jacobaea vulgaris*), le trèfle blanc (*Trifolium repens*), la vérone petit chêne (*Veronica chamaedrys*), la vesce hérissée (*Vicia hirsuta*).

➤ Des landes à ajoncs (code Corine biotopes : 31.85 - Landes à ajoncs) :

Ces habitats, très favorables à l'avifaune, sont très denses et principalement composés d'ajoncs, avec localement du bouleau verruqueux (*Betula pendula*) et de la digitale pourpre (*Digitalis purpurea*)...

➤ Des haies (code Corine biotopes : 84.1 - Alignements d'arbres)

Le site comporte plusieurs haies conséquentes, principalement multi-strates ou arbustives dans les points hauts. Leur composition est intéressante et diversifiée :

- Haies arborées : chêne pédonculé (*Quercus robur*), châtaignier (*Castanea sativa*), hêtre (*Fagus sylvatica*), bouleau blanc (*Betula pendula*), saule marsault (*Salix caprea*), genet à balai (*Cytisus scoparius*), ronce (*Rubus sp.*), noisetier (*Corylus avellana*), ajonc d'Europe (*Ulex europaeus*), fougère aigle (*Pteridium aquilinum*), digitale pourpre (*Digitalis purpurea*).
- Haies arbustives : saule marsault (*Salix caprea*), châtaignier (*Castanea sativa*), noisetier (*Corylus avellana*), prunellier (*Prunus spinosa*), ronce (*Rubus sp.*), fougère aigle (*Pteridium aquilinum*), digitale pourpre (*Digitalis purpurea*).

Ces haies comportent certains sujets conséquents qui forment des habitats intéressants pour l'avifaune et les chiroptères.



Contexte de l'éolienne 1



Contexte de l'éolienne 3

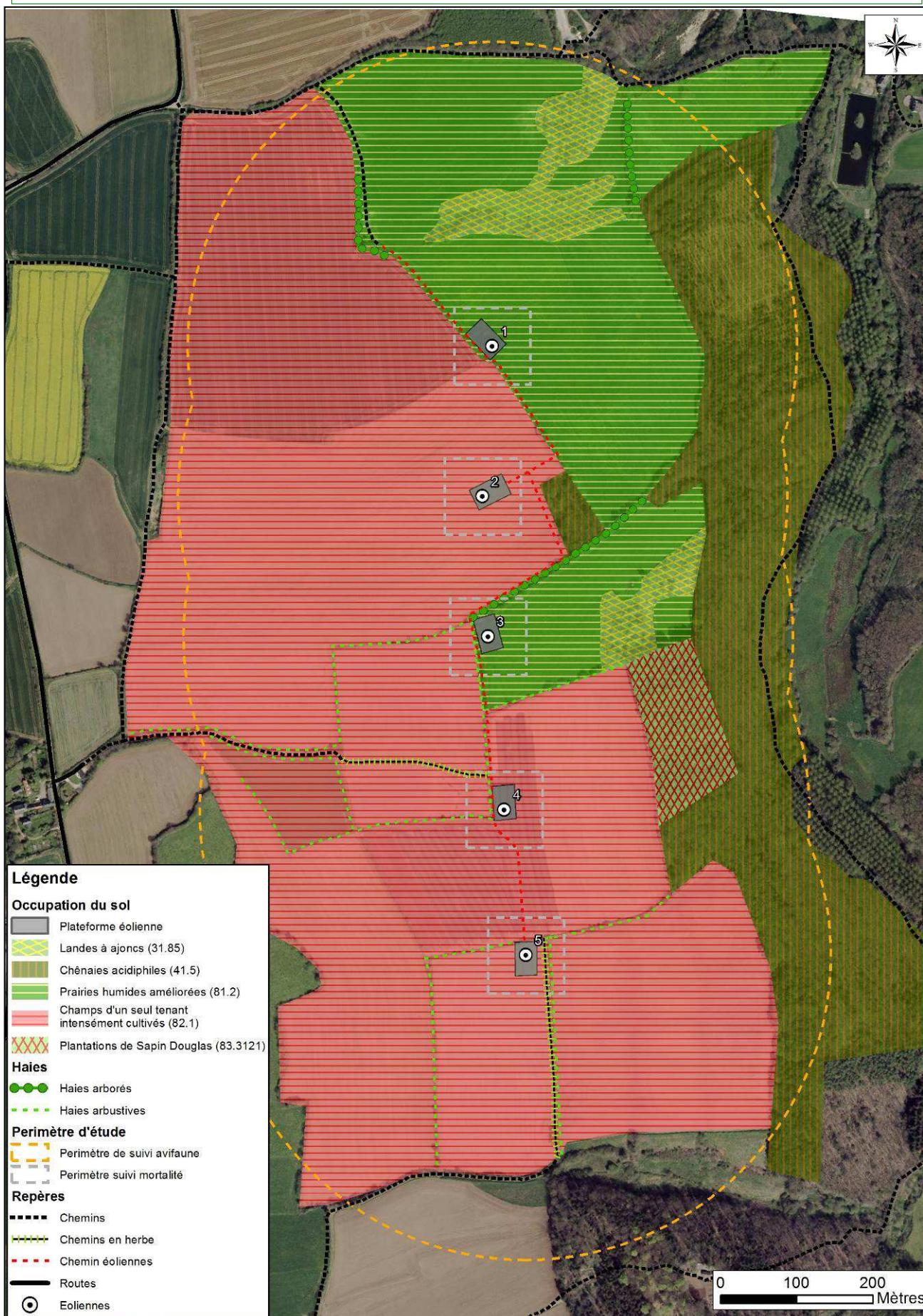


Zone herbacée en pied d'éolienne



Culture

CARTE DES HABITATS



3.2 – Activité de l'avifaune sur le site

3.2.1 – Résultats bruts

Sur le périmètre d'étude, 23 espèces ont été recensées, dont 19 sont protégées nationalement et 7 sont considérées comme patrimoniales selon leur classement dans les listes rouges nationale (septembre 2016) et régionale (juin 2014), leur statut au niveau européen et leur inscription aux listes ZNIEFF.

Nom français	Nom scientifique	Annexe I Directive Oiseaux	Article 3 Arrêté Oiseaux du 29/10/2009	Protection de l'espèce	Liste rouge France	Liste rouge BZH	Espèce déterminante en Bretagne	Point IPA	Statut d'observation
Accenteur mouchet	<i>Prunella modularis</i>	/	X	Protégée	LC	LC	/	5	NPR
Alouette des champs	<i>Alauda arvensis</i>	/	/	Chassable	NT	LC	/	2, 8	NPR
Bruant zizi	<i>Emberiza cirlus</i>	/	X	Protégée	LC	LC	/	11	NPR
Bruant jaune	<i>Emberiza citrinella</i>	/	X	Protégée	VU	NT	/	3	NPR
Buse variable	<i>Buteo buteo</i>	/	X	Protégée	LC	LC	/	3, 8	NPR
Corneille noire	<i>Corvus corone</i>	/	/	Chassable	LC	LC	/	1, 12	NPR
Fauvette à tête noire	<i>Sylvia atricapilla</i>	/	X	Protégée	LC	LC	/	3, 5, 11	NPO
Goéland argenté	<i>Larus argentatus</i>	/	X	Protégée	NT	VU	X	7, 12	Alim
Héron cendré	<i>Anera cinerea</i>	/	X	Protégée	LC	LC	X	7, 12	Alim
Hirondelle rustique	<i>Hirundo rustica</i>	/	X	Protégée	NT	LC	/	3	Alim
Linotte mélodieuse	<i>Linaria cannabina</i>	/	X	Protégée	VU	LC	/	3	Alim
Merle noir	<i>Turdus merula</i>	/	/	Chassable	LC	LC	/	3, 7, 9	NPR
Mésange bleue	<i>Parus caeruleus</i>	/	X	Protégée	LC	LC	/	2, 3	NPR
Mésange charbonnière	<i>Parus major</i>	/	X	Protégée	LC	LC	/	2	NPR
Moineau domestique	<i>Passer domesticus</i>	/	X	Protégée	LC	LC	/	13	NPR
Pic épeiche	<i>Dendrocopos major</i>	/	X	Protégée	LC	LC	/	7	NPR
Pic noir	<i>Dryocopus martius</i>	X	X	Protégée	LC	LC	X	10	NPR
Pic vert	<i>Picus viridis</i>	/	X	Protégée	LC	LC	/	10	NPO
Pigeon ramier	<i>Columba palumbus</i>	/	/	Chassable	LC	LC	/	10	NPR
Pinson des arbres	<i>Fringilla coelebs</i>	/	X	Protégée	LC	LC	/	1, 2, 3, 5, 7, 8, 11	NPR
Pouillot véloce	<i>Phylloscopus collybita</i>	/	X	Protégée	LC	LC	/	9	NPO
Rouge-gorge familier	<i>Erithacus rubecula</i>	/	X	Protégée	LC	LC	/	12	NPR
Troglodyte mignon	<i>Troglodytes troglodytes</i>	/	X	Protégée	LC	LC	/	5, 7	NPR

Avifaune inventoriée en 2017 – Avifaune inventoriée en 2017 et 2018 – Avifaune inventoriée en 2018

Colonnes Liste rouge Bretagne et France : CR = espèce en danger critique, EN = espèce en danger, VU = espèce vulnérable ; NT = espèce quasi-menacée, LC = espèce non menacée ; DD = Données insuffisantes.

Colonne Statut de l'observation : NC = nidification certaine ; NPR = nidification probable ; NPO = nidification possible ; Alim = Alimentation. **En gras** : espèces patrimoniales.

Les résultats des relevés de l'avifaune mettent en avant une diversité spécifique moyenne durant les périodes de prospection.

Cette diversité est favorisée par :

- le contexte maritime proche,
- et le contexte biotique et paysager (vallées de la Penze et du Coat Touhac'h) dans un rayon d'environ 1 km autour du parc.

mais également limitée par :

- un contexte environnemental direct très largement dominé par la culture intensive.
- un contraste entre les zones de cultures (peu attrayantes) et les zones plus naturelles (très attrayantes) : les espèces tendent à se regrouper sur ou à proximité directe des zones plus naturelles, situées principalement en dehors du rayon de prospection.

3.2.2 – Analyse des résultats

Sur les 23 espèces recensées en 2017 et en 2018 sur le parc, on note que :

- 20 espèces ont été recensées lors des relevés 2017;
- 20 espèces ont été recensées lors des relevés 2018;
- 17 des 23 espèces (75% des espèces) ont été observées sur les deux années.

Les chiffres montrent une certaine stabilité dans la diversité spécifique observée sur le parc. Les espèces seulement observées en 2017 ou 2018 correspondent, pour certaines, à des espèces de passage de manière ponctuelle sur le site (héron cendré, pic noir, pic épeiche).

Les autres espèces, plus ou moins communes selon les listes rouges, sont des passereaux probablement présents sur le site mais qui n'ont pas été observés lors des passages sur le terrain.

3.2.3 – Analyse du comportement des espèces

Les observations mettent en avant la présence stationnaire de certaines espèces sur le parc éolien, mais aussi en déplacement sur le parc.

Les déplacements des différentes espèces, partiellement observées sur le parc, sont de 3 types :

➤ Les déplacements de basse altitude :

Ceux-ci concernent principalement les passereaux qui réalisent des déplacements courts entre deux haies ou deux zones d'alimentation. Très fréquents, ils ont lieu en dessous des pales des éoliennes, en partie grâce à la basse stratification des rares haies proches.

➤ Les déplacements de moyenne altitude :

Ceux-ci concernent les oiseaux faisant des déplacements plus longs, entre deux sites, en dehors du parc éolien et de son aire étudiée. Ils s'effectuent au plus court pour l'oiseau, sans forcément prendre en compte les éléments du paysage (haie, bois), ce qui induit potentiellement un passage à proximité et à hauteur des pales des éoliennes.

Ce type de déplacement peut également concerner les rapaces ou les oiseaux se nourrissant au vol (martinets, hirondelles) et qui prennent un minimum d'altitude pour chasser, afin de repérer leurs proies ou chasser les proies volantes, tout en évitant de se faire repérer. Pour eux également, les vols de chasse peuvent induire un passage à proximité et à hauteur des pales des éoliennes.

➤ Les déplacements de haute altitude :

Ceux-ci concernent les oiseaux en pleine migration ou en déplacements longs. La hauteur de vol dépasse dans ce cas largement les éoliennes.

Ce sont donc les individus réalisant des déplacements de moyenne altitude qui peuvent directement être touchés par la rotation des pales des éoliennes.

La majeure partie des espèces observées sur le périmètre étudié occupent le site de manière quasi-permanente et probablement en tant que nicheurs. Les observations ont cependant pu mettre en avant une adaptation certaine des individus présents, aux éoliennes. En effet, les oiseaux souhaitant se déplacer d'un point à l'autre en ayant les éoliennes sur leur trajet, modifient quasi systématiquement leur trajectoire en longeant les haies disponibles ou en décalant le point de démarrage.

Leur vision spatiale de la zone semble plutôt bien intégrer les éoliennes.

Malgré une adaptation des oiseaux, certains individus n'ont pas pu éviter l'impact avec les éoliennes durant leurs déplacements. C'est notamment le cas de 2 merles noirs, repérés durant les inventaires.

3.3 – Mortalité de l'avifaune et des chiroptères

3.3.1 – Résultats bruts

En 2017, les quatre campagnes de suivis, en 16 passages, ont mis en avant 2 cas de mortalité chez les oiseaux et 1 cas chez les chiroptères.

Dates d'observation	Espèces trouvées	Numéros d'éolienne	Distances par rapport au mât	Raisons de la mortalité	Autres
8 octobre 2016	1 pipistrelle commune	Eolienne 3	6 m	Barotraumatisme	/
22 avril 2017	1 merle noir	Eolienne 3	4 m	Collision probable	Individu dégradé
28 avril 2017	1 merle noir	Eolienne 3	30 m	Collision probable	Jeune individu mort récemment

En 2018, les quatre campagnes de suivis, en 16 passages, ont également mis en avant 2 cas de mortalité chez les oiseaux mais aucun cas chez les chiroptères:

Dates d'observation	Espèces trouvées	Numéros d'éolienne	Distances par rapport au mât	Raisons de la mortalité	Autres
22 juin 2018	1 héron cendré	Eolienne 1	48 m	Collision	/
25 juin 2018	1 pigeon ramier	Eolienne 4	40 m	Collision	Individu dégradé

Globalement, le contexte direct très agricole dans lequel s'inscrit le parc est tout de même un facteur limitant l'impact éolien. En effet, les habitats de reproduction et surtout d'alimentation (haies, boisements) se trouvent clairement en retrait des éoliennes et du rayon d'incidence des pales.

Les deux cas de collision peuvent probablement s'expliquer de la manière suivante :

➤ Héron cendré :

Il s'agissait probablement d'un individu venant se nourrir de manière opportuniste autour de l'éolienne 1. En effet, l'individu a été retrouvé mort quelques jours après la fauche de la parcelle concernée par l'éolienne. Or, des individus de micromammifères peuvent être victimes de la fauche, représentant une source de nourriture facile pour les espèces opportunistes, comme les rapaces, mammifères carnivores et le héron cendré.

Dans ce contexte, le héron reste présent de manière ponctuelle sur le site.

➤ Pigeon ramier

Il s'agissait probablement d'un individu en déplacement de "moyenne altitude" sur le parc. Aucune corrélation ne permet de mettre en relation le contexte de l'éolienne 4, la période et l'observation du cadavre.

3.3.2 – Efficacité de l'observateur

Trois tests ont été réalisés pour déterminer l'efficacité de la personne réalisant le suivi mortalité, sur les différents types d'habitats situés dans le Carré de prospection (100m X 100m) autour de l'éolienne.

Les habitats testés sont donc :

- Les cultures (stratification et densité de la végétation variable)
- Les zones à végétation dense (haies)
- Les zones herbacées (prairies, banquettes de chemins et pieds d'éoliennes)
- Les chemins et plates-formes sans végétation

Sur l'ensemble des tests, et tout habitat confondu, l'efficacité de la personne réalisant les tests est de **88%** (taux efficacité = 0,88).

L'efficacité (pourcentage de leurre retrouvé), par habitat, est de :

- 70% pour les zones à végétation haute, type haies
- 85% pour les zones herbacées : la végétation y est relativement basse ce qui facilite sensiblement les recherches.
- 96% pour les zones sans végétation : sans végétation et sans obstacle visuel, les potentiels cadavres se repèrent très aisément.

Les cultures ont une densité et une stratification variables selon les périodes. Ainsi, certaines parcelles, ici cultivées en maïs, sont considérées "sans végétation" ou à "végétation basse", au début du printemps, et à "végétation haute", en juin.

3.3.3 – Evaluation de la préddation sur le site

⇒ Evaluation 2018

Trois tests de préddation ont été réalisés. Au total, ce sont 70 leurres par test (poussins) qui ont été posés et relevés chaque matin, pendant 10 jours pour chaque test.

Comme pour le test d'efficacité, les différents habitats ont été testés pour cette analyse.

Le taux de préddation, selon la distance du mât d'éolienne, a également été testé afin d'analyser l'éventuel effarouchement des éoliennes sur les prédateurs.

Les différents passages sur le site ont pu mettre en avant la présence de nombreux prédateurs carnivores ou charognards de tous les taxons, parmi lesquels :

- Des mammifères : sanglier, renard, blaireau, fouine et autres mustélidés. On peut également ajouter à cette liste les animaux de compagnie, comme les chats observés à plusieurs reprises et éventuellement les chiens.
- Des oiseaux diurnes et nocturnes : rapaces diurnes et nocturnes, laridés (mouettes et goélands), et charognards comme la pie, la corneille ou le geai des chênes.
- Des insectes : quelques leurres ont été dévorés par les fourmis en seulement une semaine. Les leurres entamés par les fourmis n'ont d'ailleurs jamais été "re-prédatés" par une autre espèce.
- Des limaces qui, sur plusieurs jours pluvieux, ingèrent la quasi-totalité d'une proie plus petite.

Dans l'évaluation de la prédatation sur le parc éolien, les résultats donnent un pourcentage de persistance des leurres par jour, après leur pose (Jour 0), ainsi que le nombre moyen de jours de persistance pour un cadavre (calcul prenant en compte le pourcentage restant à la fin de l'intervalle de suivi), et les taux de persistance utilisés pour les méthodes de Jones et Huso :

	Jour 1	Jour 2	Jour 3	Jour 4	Jour 5	Jour 6	Jour 7	Jour 8	Jour 9	Jour 10
% de persistance	64%	49,33%	18,67%	17,33%	16%	5,33%	2,67%	2,67%	2,67%	2,67%
Temps moyen de persistance (Pe)						2,79j				
Taux de persistance (P) "Jones"							0,58			
Taux de persistance (P) "Huso"								0,61		

Les valeurs ci-dessus résultent des 3 campagnes de tests appliqués.

Plusieurs facteurs biotiques et abiotiques peuvent faire varier de manière importante la prédatation sur le site.

La prédatation s'effectue de manière assez conséquente les 2 premiers jours, avant de se stabiliser par la suite sur les derniers jours. Ce phénomène peut s'expliquer par deux phénomènes :

- Une forte représentativité de prédateurs sur le site.
- Une baisse progressive de l'attractivité (perte d'odeur, individus moins visibles) des poussins utilisés pour les tests, de la météo (le beau temps favorise la chasse des prédateurs).

L'évaluation de la persistance, pour chaque éolienne, donne les résultats suivants :

	Eolienne 1	Eolienne 2	Eolienne 3	Eolienne 4	Eolienne 5
% de persistance à J+10	6,6%	0%	0%	6,6%	0%
% de persistance à J+5	26,6%	13,3%	13,3%	13,3%	20%
Temps moyen de persistance (Pe)	3,67j	2,53j	2,20j	2,73j	2,80j
Taux de persistance "Jones"	0.66	0.55	0.51	0.58	0.59
Taux de persistance "Huso"	0,68	0.59	0.55	0.61	0.61

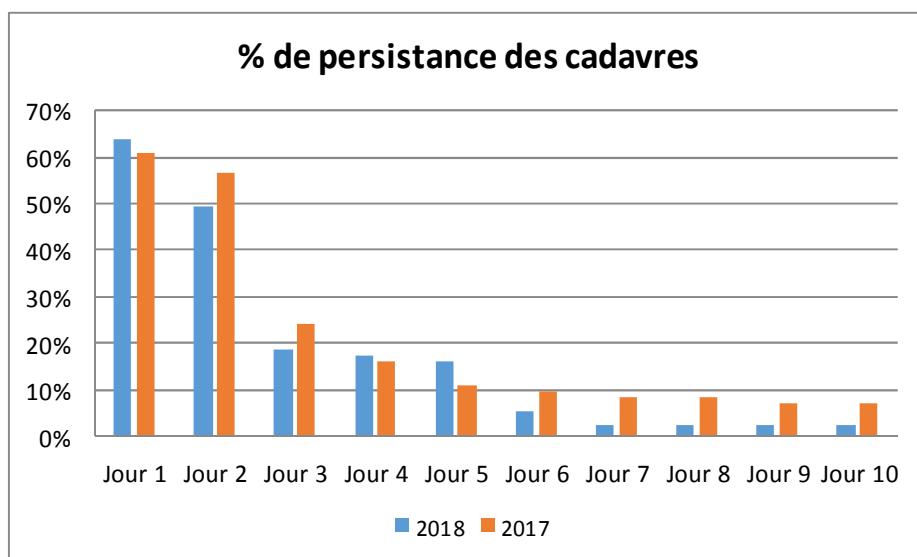
Hormis pour l'éolienne 1, où le taux de persistance est plus élevé, celui-ci reste très homogène pour chaque éolienne et selon les formules employées.

⇒ **Comparaison des taux de persistance entre 2017 et 2018**

Malgré le changement de leurres entre 2017 (blanchons) et 2018 (poussins), la persistance observée et calculée est très proche avec un temps global de persistance de :

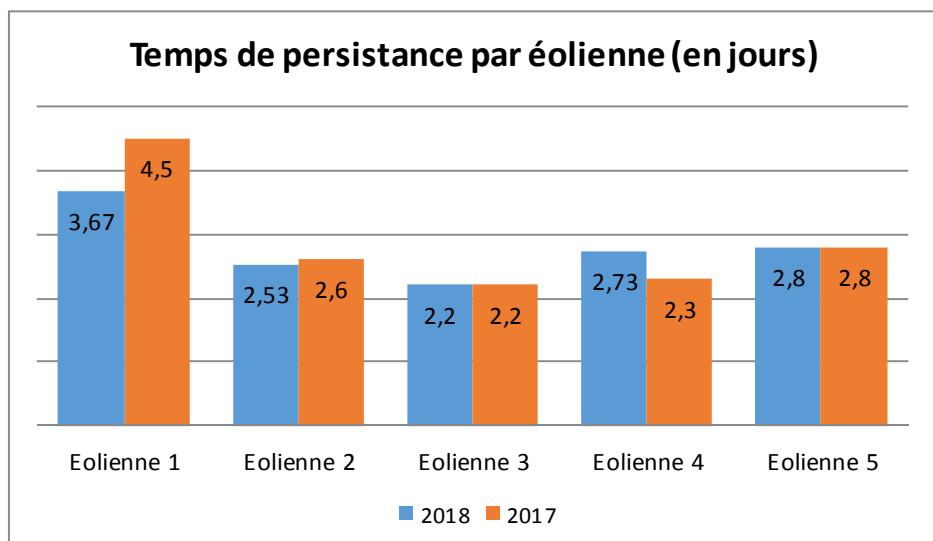
- 2,86 jours en 2017
- 2,79 jours en 2018

Le taux de persistance des cadavres décroît de manière quasi identique sur les deux années, avec une prédateur marquée au troisième jour. Le tableau ci-dessous reprend cette analyse sur les 10 jours suivis.



Rapporté par éolienne, le temps de persistance calculé est quasi identique d'une année sur l'autre.

On note une plus forte persistance sur l'éolienne 1, alors que la prédateur apparaît comme plus forte au niveau de l'éolienne 3. Cette dernière s'inscrit dans un contexte environnemental direct plus riche, avec la présence de haies proches, un système prairial initialement existant et des connexions biologiques faciles, avec le vallon proche et les bois attenants. Ce contexte favorable accentue inévitablement la fréquentation de la zone des proies et des prédateurs.



3.3.4 – Coefficient correcteur de surface

Le coefficient correcteur de surface est présenté ci-dessous par période :

Eolienne 1			Eolienne 2		Eolienne 3		Eolienne 4		Eolienne 5	
Cercle k	% de surface prospectée	Nombre de cadavres	% de surface prospectée	Nombre de cadavres	% de surface prospectée	Nombre de cadavres	% de surface prospectée	Nombre de cadavres	% de surface prospectée	Nombre de cadavres
56	90	1	75	0	76	0	74	0	71	0
42	90	0	78	0	78	0	77	1	74	0
28	98	0	80	0	79	0	80	0	80	0
14	100	0	95	0	85	0	87	0	82	0
Surface totale prospectée en m ²	9 073 / 9 829		7 677 / 9 829		7 650 / 9 829		7 598 / 9 829		7 298 / 9 829	
Coefficient de surface	1,11						1,35			

Les surfaces prospectées varient au cours des saisons, notamment en juin, selon la densité des cultures situées dans les rayons de prospections.

Ici, les cultures (maïs) autour des éoliennes 2 et 4 ont bien été prospectées au cours des 4 sessions, mais les difficultés de visibilité rencontrées au mois de juin ne permettaient pas de réaliser le protocole de recherche de cadavres dans des conditions optimales.

Cela induit par conséquent, une baisse des surfaces prospectées, sur les parties de cultures plus denses.

Le coefficient trouvé reste toutefois proche de 1. Ce résultat indique globalement que la surface prospectée pour la recherche de cadavres présente un taux de prospection **A** élevé.

Ce taux est légèrement plus élevé qu'en 2017 (1,03 au global sur le parc). Cette augmentation s'explique par des différences de cultures sur les parcelles entre les 2 années et surtout par le passage d'une prairie pâturée, "prospectable" toute l'année sous l'éolienne 3, à une culture de maïs devenue "non prospectable" en fin de printemps.

3.3.5 – Estimation finale de la mortalité

⇒ Estimation 2018

Le tableau ci-dessous présente les estimations de mortalité sur la durée du suivi, selon les différentes méthodes décrites précédemment, en appliquant par multiplication le coefficient de surface.

En reprenant la même méthodologie, les estimations de mortalité (estimée en nombre d'individus) ont également été réalisées par éolienne (les estimations comprennent directement le coefficient de surface). L'estimation sur 40 jours correspond à la durée du suivi (4 campagnes de 10 jours) :

	Eolienne 1		Eolienne 2		Eolienne 3		Eolienne 4		Eolienne 5	
	Estimation sur 40j	Estimation sur 1an								
Protocole "Erickson"	1,04	9,48	0	0	0	0	1,70	15,47	0	0
Protocole "Jones"	1,91	17,44	0	0	0	0	2,67	24,40	0	0
Protocole "Huso"	1.86	16,97	0	0	0	0	2,54	23,21	0	0

En rapportant les résultats obtenus par éolienne, à l'ensemble du parc éolien, on obtient les sommes suivantes :

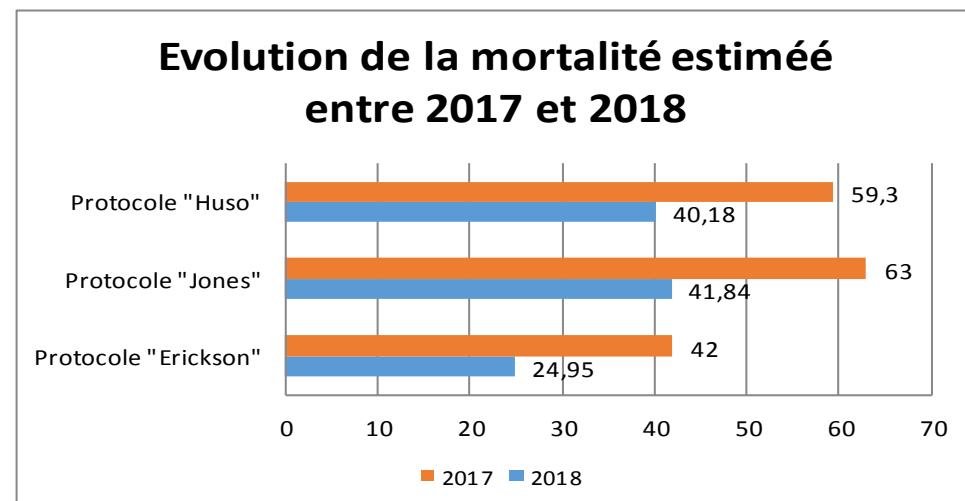
	TOTAL PARC	
	Estimation sur 40 j	Estimation sur 1 an
Protocole "Erickson"	2,74	24,95
Protocole "Jones"	4,58	41,84
Protocole "Huso"	4,44	40.18

⇒ Comparaison de la mortalité estimée entre 2017 et 2018

La tendance par éolienne est peu parlante, puisque l'analyse s'est faite sur un nombre limité de donnée récoltée (cadavre), ce qui donne une estimation qui varie de manière conséquente d'une année sur l'autre, avec seulement 1 cadavre observé sur les deux années confondues sous une même éolienne : c'est le cas pour les éoliennes 1 et 4.

	Eolienne 1		Eolienne 2		Eolienne 3		Eolienne 4		Eolienne 5	
	2017	2018	2017	2018	2017	2018	2017	2018	2017	2018
Protocole "Erickson"	0	9,48	0	0	42	0	0	15,47	0	0
Protocole "Jones"	0	17,44	0	0	63	0	0	24,4	0	0
Protocole "Huso"	0	16,97	0	0	59,3	0	0	23,21	0	0

L'analyse globale faite à l'échelle du parc, en comparant les estimations de mortalité sur les deux années, permet de constater une baisse globale de la mortalité.



3.3.6 – Analyse des résultats

En 2018, les prospections sur la mortalité ont mis en évidence 2 cadavres d'oiseaux et aucun cadavre de chiroptère. L'estimation de la mortalité porte donc seulement sur les oiseaux.

Selon les protocoles, les résultats sont relativement homogènes.

Bien que les protocoles de Jones et Huso soient probablement plus fiables, les estimations de mortalité sur le parc de Saint Thégonnec, sur 40 jours, sont comprises entre 2,74 et 4,58 individus d'oiseaux.

Rapportées sur une année, les estimations oscillent entre 24,95 et 41,84 individus d'oiseaux. A titre indicatif, la moyenne annuelle de ces trois estimations confondues nous donne **35,7 individus d'oiseaux touchés annuellement**.

A noter que la mortalité observée en 2018 sur le parc ne concerne à la base que les éoliennes 1 et 4.

Globalement, l'impact des éoliennes sur l'avifaune en 2018 est considéré comme **modéré**.

En comparaison avec 2017, la moyenne des trois estimations donnait 50,7 individus, ce qui donne une baisse de 30% de la mortalité estimée entre 2017 et 2018. Cette baisse peut s'expliquer selon plusieurs hypothèses développées au chapitre 3.5.

3.3.7 – Comparaison avec d'autres sites éoliens

Le tableau ci-dessous présente l'estimation de mortalité aviaire sur d'autres parcs éoliens analysés en France :

Site	Année	Nombre d'éoliennes	Nombre d'individus trouvés	Estimation (n) mortalité/éolienne/an	Référence de l'étude
Saint Thégonnec (Finistère)	2018	5	2	24,9< n <41,8	Etude actuelle
Saint Thégonnec (Finistère)	2017	5	3	42< n <59,3	ATLAM - IEL
Lamballe (Côtes d'Armor)	2017	1	1	6,4< n <16,4	ATLAM - IEL
Tassillé (Sarthe)	2017	4	1	12,8< n <24,6	ATLAM - IEL
La Répara-Auriples (Drome)	2010	2	42	59,68< n <130,49	LPO, Cornut et Vincent
Le Pouzin (Ardèche)	2010	2	6	6,79< n <75,9	LPO, Cornut et Vincent
Bouin (Vendée)	2004	8	22	15,6< n <33,7	LPO, Dulac
Bouin (Vendée)	2005	8	15	5,7< n <10,8	LPO, Dulac
Bouin (Vendée)	2006	8	23	6,8< n <18	LPO, Dulac

Globalement, les estimations qui ressortent de cette étude, menée sur le parc de Saint Thégonnec, se situent dans la moyenne vis-à-vis des données issues des autres études mentionnées dans le tableau ci-dessus.

Les résultats obtenus sur Saint Thégonnec peuvent paraître surestimée en comparaison des chiffres obtenus sur les autres parcs. Cette différence s'explique probablement par des taux de prédation et/ou surfaciques plus importants sur Saint Thégonnec.

Une étude menée par la LPO en 2017, intitulée "Le parc éolien français et ses impacts sur l'avifaune" a permis de faire un bilan des suivis de mortalité réalisés en France entre 1997 et 2015. Cette étude conclut que :

"La mortalité réelle due aux éoliennes n'est, quant à elle, estimée que pour très peu de parcs, souvent localisés dans des ZPS ou présentant de fortes sensibilités avifaunistiques. Pour les huit parcs concernés, qui représentent 1,38 % des éoliennes françaises, la mortalité réelle estimée varie de 0,3 à 18,3 oiseaux tués par éolienne et par an, la médiane s'établissant à 4,5 et la moyenne à 7,0."

Outre l'aspect quantitatif, les espèces retrouvées semblent assez récurrentes :

"Les roitelets à triple bandeau et les martinets noirs, impactés principalement lors de la migration postnuptiale, sont les espèces les plus retrouvées en valeur absolue sous les éoliennes françaises. Les migrants, principalement des passereaux, représentent environ 60% des cadavres retrouvés."

Sur le parc de Saint Thégonnec, une espèce d'oiseau retrouvée morte est protégée, il s'agit du héron cendré.

3.4 – Facteurs influant sur la mortalité et leur estimation

3.4.1 – Adaptabilité des espèces

Les observations réalisées en 2017 et 2018 dans le cadre des suivis de l'activité de l'avifaune (2017 et 2018) et des chiroptères (2017) démontrent une certaine adaptabilité de plusieurs espèces survolant le parc éolien, qui se fait :

- soit verticalement (adaptation de la hauteur de vol), c'est notamment le cas des espèces observées sur le site réalisant des vols de plus longues distances (laridés,...),
- soit horizontalement (évitement des pales en passant entre les éoliennes), c'est notamment le cas des passereaux (nombreuses observations) et des chiroptères qui se déplacent sur des distances moyennes entre les haies et boisements à la recherche de nourriture.

Malgré cela, la probabilité que certains individus soient touchés par les éoliennes existe évidemment et semble probablement s'accroître en fonction de :

- l'activité d'un individu : plus l'activité d'un individu est forte, moins il est réceptif à la présence d'éoliennes, c'est le cas des merles noirs probablement en simples déplacements, avant d'être touchés par les pales ;
- ou la concentration en effectif de certaines espèces : plus une espèce est présente sur ou à proximité du parc, plus il est probable de retrouver un cadavre de cette espèce.

Outre ces aspects, l'ancienneté du parc joue probablement un rôle dans l'adaptabilité des espèces aux éoliennes.

A ce titre, l'hypothèse du suivi 2017 retenue était que : "le parc étant très récent, la mortalité induite par les éoliennes était probablement plus forte la première année d'exploitation et tendait à diminuer au fil des années, grâce à une prise en compte progressive des éoliennes dans le territoire des espèces".

Cette hypothèse se confirme d'après les estimations calculées sur la mortalité en 2017 et en 2018 (50,7 individus estimés en 2017 contre 35,7 individus estimés en 2018).

3.4.2 – Contexte géographique

Comme c'est le cas pour le parc de Saint Thégonnec, les éoliennes présentes à proximité du littoral sont situées sur un des axes migratoires postnuptiaux majeurs de l'Europe occidentale (Dulac, 2004). De nombreuses espèces effectuent de grands voyages entre l'Afrique où elles passent l'hiver, et l'Europe où elles se reproduisent. Ces migrations ont lieu chaque année et sur les mêmes voies établies depuis des milliers d'années.

Malgré cette particularité géographique et comportementale, qui pourrait induire une plus forte fréquentation d'individus sur le parc et par conséquent, de la mortalité, aucun cadavre d'individu migrateur n'a été observé sur le site.

3.4.3 – Conditions climatiques

Les conditions climatiques peuvent avoir des répercussions différentes dans l'estimation de la mortalité, au travers du taux de préation, mais aussi dans la mortalité effective d'individus. En effet, il a été observé que le taux de préation exercé sur les "cadavres tests" pouvait énormément varier selon la météo.

Des nuits pluvieuses ou orageuses peuvent limiter fortement la préation du site. De plus, les cadavres peuvent devenir moins détectables durant les jours qui suivent, après une bonne pluie orageuse (atténuation de l'odeur des proies).

Lors de forts épisodes de brouillards, la capacité des oiseaux à se diriger et à éviter des obstacles est drastiquement réduite. Les passereaux semblent d'ailleurs plus sensibles aux éoliennes dans ces conditions. En effet, ces espèces effectuent des vols migratoires à faible altitude lors de mauvaises conditions climatiques (Roux et al., 2004).

En 2017 et 2018, la météo clémente, a probablement accentué les phénomènes de préation sur le parc.

3.4.4 – Limites de la méthode

Plusieurs points relatifs à la méthode de suivi peuvent être également discutés :

➤ **Les prospections vis-à-vis de la distance au mât et au-delà du rayon défini.**

Behr et Hebsen (in Brinkman, 2006) montrent que des individus peuvent être projetés à 90 mètres du pied de l'éolienne, même si la plupart des victimes sont trouvées à 30 ou 40 mètres. Cela dépend fortement de la configuration du site.

Dans le Cap Corse, compte tenu de la disposition des éoliennes sur des crêtes, il est probable qu'un oiseau ou une chauve-souris, percuté(e) par les pales, soit projeté(e) à une distance de plus de 100 mètres (Faggio, 2013).

Souvent prise en compte dans les études de suivi de mortalité, l'analyse de la mortalité vis-à-vis de la distance du mât n'a probablement pas d'incidence notable sur le parc de Saint Thégonnec compte tenu de la configuration du site et de sa topographie.

➤ L'absence de relevés en hiver.

L'analyse de la mortalité durant la période hivernale aurait pu permettre une comparaison complète entre les différentes saisons, notamment vis-à-vis de l'activité avifaune inventoriée à cette saison.

➤ La persistance des cadavres.

Les méthodes utilisées dans l'estimation de la mortalité nécessitent l'analyse des effets de la prédateur sur les cadavres en utilisant des "leurres". Ce protocole a mis en avant une certaine prédateur sur le site de Saint Thégonnec et ainsi estimé la persistance des cadavres. Les leurres utilisés semblent toutefois accentuer ce taux de prédateur notamment pour les oiseaux (exemple du héron visible sur plusieurs semaines) mais se rapproche probablement plus de la prédateur effective sur les espèces de plus petit gabarit et fragiles type chauves-souris.

4 – CONCLUSION

Le suivi de la mortalité sur le parc de Saint Thégonnec réalisé en 2018 vient en complément du suivi 2017 réalisé à n+1 après le montage du parc.

Ces deux années de suivi ont mis en évidence une mortalité modérée sur le parc.

Cette mortalité estimée en 2018 met en avant une baisse de l'impact de près de 30% en comparaison avec 2017. Cette baisse peut s'expliquer par :

- Les modifications du contexte agricole (prairie devenue culture) sous l'éolienne 3 (éolienne mortifère en 2017) qui tend à rendre moins accueillant le secteur.
- Une meilleure prise en compte, par les espèces présentes, des éoliennes et du danger qu'elles représentent sur leur territoire.

Le périmètre proche des éoliennes et leur aire d'incidence s'inscrivent dans un contexte globalement peu accueillant pour la faune : phénomène accentué en 2018 par le passage en culture de la parcelle accueillant l'éolienne 3.

A plus large échelle (rayon de 300m), la qualité et la diversité des habitats offrent un contexte environnemental contrasté entre :

- les vallées boisées et humides, riches et favorables à l'alimentation, la reproduction ou le simple stationnement d'espèces aviaires et de chiroptères,
- et les plateaux, principalement cultivés et présentant moins d'intérêt pour la faune.

Les données brutes des relevés de mortalité, ainsi que leur analyse et leur estimation, vont dans ce sens.

Malgré des tests montrant une prédateur assez forte sur le parc, les données sont probablement à modérer dans l'estimation de la mortalité sur le parc.

ANNEXES

Fiches de terrain-Mortalité Avifaune

FICHE DE TERRAIN STANDARDISEE – MORTALITE OISEAUX			
Nom du parc éolien : Saint Thégonnec (29)			
Point n°	Date : 22 juin 2018	Heure : 12 h 25	Nom du découvreur : Ludovic TABLEAU – société ATLAM
Localisation : Coordonnées GPS (en WGS 84) + indication sur carte Latitude : 48,71255 Longitude : -0,059225 Numéro de l'éolienne la plus proche : 1 Distance au mât de l'éolienne la plus proche (en m) : 48 m Orientation par rapport à l'éolienne la plus proche : Ouest Couverture végétale au niveau de la découverte (type, hauteur) : Prairie (Ray-Grass) venant d'être fauchée			
N° de photos : Photo ci-dessous			
Description et identification : Taille de l'oiseau (ailes déployées) : 1,70 m			
Particularités (couleur, forme quelconque) : Adulte			
Identification (famille, espèce si possible) : Ardeidae, Héron cendré			
Etat de l'individu : <input type="checkbox"/> Vivant (blessé) <input checked="" type="checkbox"/> Mort <input type="checkbox"/> Fragment			
Etat du cadavre : <input checked="" type="checkbox"/> Frais <input type="checkbox"/> Avancé <input type="checkbox"/> Décomposé <input type="checkbox"/> Sec			
Cause présumée de la mort (collision avec pale, avec tour...) Collision avec pale			
COMMENTAIRES :			



FICHE DE TERRAIN STANDARDISEE – MORTALITE OISEAUX			
Nom du parc éolien : Saint Thégonnec (29)			
Point n°	Date : 25 juin 2018	Heure : 11 h 55	Nom du découvreur : Ludovic TABLEAU – société ATLAM
Localisation : Coordonnées GPS (en WGS 84) + indication sur carte Latitude : 48,55191 Longitude : -3,916548 Numéro de l'éolienne la plus proche : 4 Distance au mât de l'éolienne la plus proche (en m) : 40 m Orientation par rapport à l'éolienne la plus proche : Nord-ouest Couverture végétale au niveau de la découverte (type, hauteur) : Plateforme – goudronnée			
N° de photos : Photo ci-dessous			
Description et identification : Taille de l'oiseau (ailes déployées) : Indéterminable Particularités (couleur, forme quelconque) : Plumé conséquente éparsillée, restes divers Identification (famille, espèce si possible) : Columbidae, pigeon ramier			
Etat de l'individu : <input type="checkbox"/> Vivant (blessé) <input type="checkbox"/> Mort <input checked="" type="checkbox"/> Fragment			
Etat du cadavre : <input type="checkbox"/> Frais <input type="checkbox"/> Avancé <input type="checkbox"/> Décomposé <input type="checkbox"/> Sec			
Cause présumée de la mort (collision avec pale, avec tour...): Collision pale			
COMMENTAIRES :			

