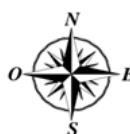


Suivi environnemental du parc éolien de Beau Soleil

Rapport complet – juin 2013



Le suivi environnemental du parc éolien de Beau Soleil (56) s'est déroulé du mois d'août 2012 au mois de juin 2013. Il comporte trois volets : l'évaluation de la mortalité, l'incidence sur l'occupation de l'espace par l'avifaune et la comparaison des populations d'oiseaux nicheuses sur le site avant et après la mise en service du parc. Le présent rapport se base sur les données recueillies sur le terrain lors de 15 sorties d'une demi-journée chacune.



Emilien BARUSSAUD

Consultant en Environnement, Cartographie, S.I.G

Camesquel
56190 ARZAL
06.18.47.67.74

e_barussaud@yahoo.fr

www.eudaele.com

- Prospection : avifaune, milieux naturels
- Création : bases de données, cartes
- Analyse : enjeux écologiques, dynamiques spatiales

Sommaire

I. Méthodologie	p.5
I.1. Incidence du parc éolien sur l'occupation de l'espace par l'avifaune	p.5
I.2. Evaluation de la mortalité provoquée par les éoliennes	p.7
I.3. Evolution de l'avifaune nicheuse « avant / après » installation des éoliennes	p.12
I.4. Conditions d'observation	p.13
II. Résultats	p.14
II.1. Influence du parc éolien sur l'utilisation de l'espace par les oiseaux : généralités	p.14
II.1.1 Période de migration postnuptiale	p.14
II.1.2 Période hivernale	p.16
II.1.3 Période de migration prénuptiale	p.18
II.2. Influence du parc éolien sur l'utilisation de l'espace par les oiseaux : approche par groupes d'espèces	p.20
II.2.1. Rapaces	p.20
II.2.2. Laridés	p.24
II.2.3. Limicoles	p.25
II.2.4. Motacillidés	p.26
II.2.5. Alaudidés	p.28
II.2.6. Turdidés	p.30
II.2.7. Hirondelles	p.32
II.2.8. Fringilles et Bruants	p.33
II.3. Résultats de la recherche de cadavres	p.35
II.4. Evaluation de la mortalité	p.37
II.5. Evolution de l'avifaune nicheuse entre 2005 et 2013	p.39
III. Conclusions	p.41
Références bibliographiques	p.42
Annexe : tableau des surfaces de prospection pour l'évaluation de la mortalité	p.43

I. Méthodologie

I.1 Incidence du parc éolien sur l'occupation de l'espace par l'avifaune

Cinq demi-journées d'observations ont été réalisées pour évaluer l'incidence du parc éolien sur l'occupation de l'espace par l'avifaune :

- lors du passage postnuptial : le **27 août 2012** et le **27 septembre 2012**
- en période d'hivernage : le **17 janvier 2013**
- lors du passage prénuptial : les **19 et 27 mars 2013**

Lors de chaque sortie de terrain, l'ensemble du site est parcouru à pied, de 8h00 à 12h00. **Toutes les observations d'oiseaux faites dans un rayon de 500 mètres autour des éoliennes sont précisément reportées sur une carte topographique.** L'observation à partir de points hauts du paysage permet notamment de mieux appréhender les trajectoires de vol.

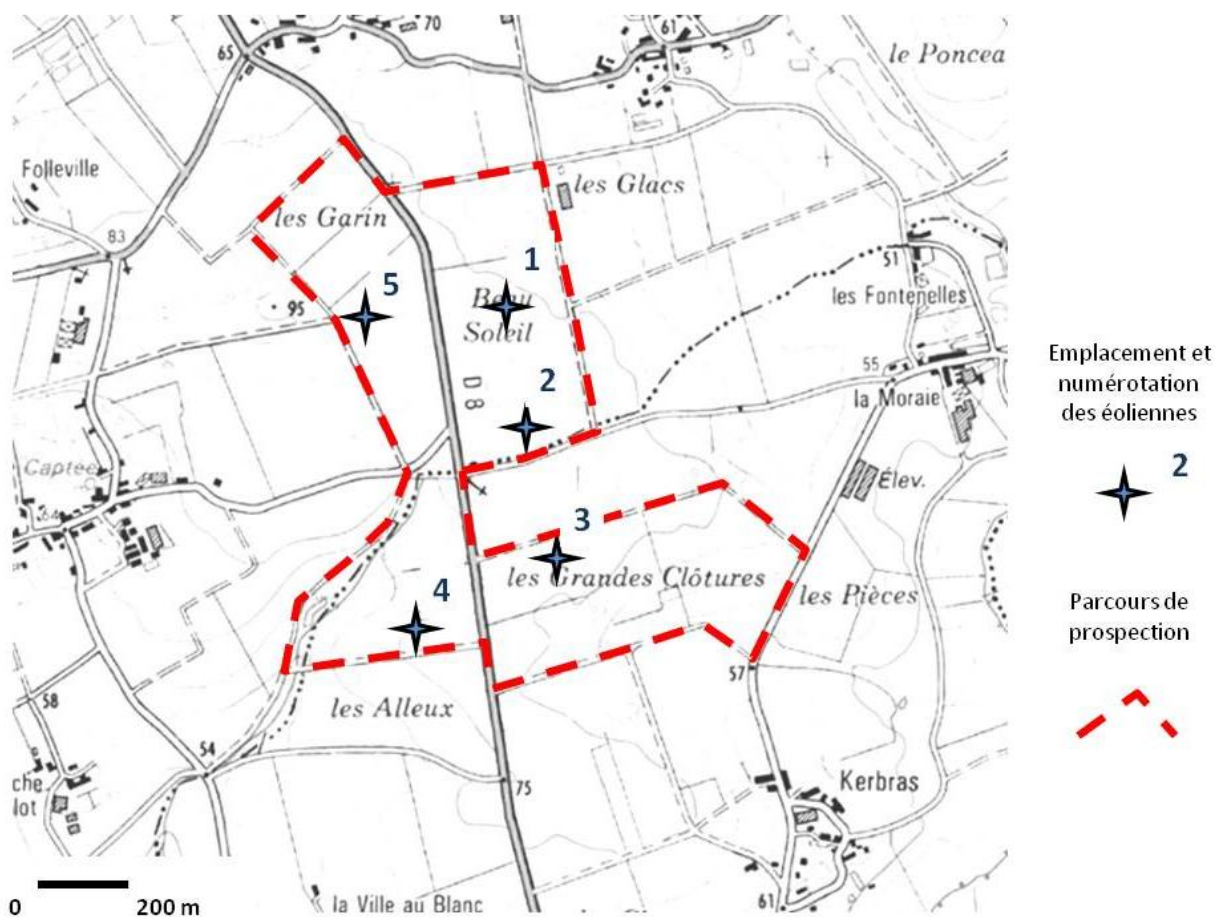


Fig.1 : Parcours de prospection et numérotation des éoliennes du site de Beau Soleil

Les données obtenues lors des sorties de terrain sont retranscrites sous deux formes :

- un **tableau** comportant, pour chaque espèce :

- l'effectif observé sur le site
- la hauteur maximale de vol
- la distance minimale entre un oiseau posé et le mât de l'éolienne la plus proche
- la distance minimale entre un oiseau en vol et le mât de l'éolienne la plus proche

- des **cartes d'occupation de l'espace terrestre et aérien** par espèces ou groupes d'espèces. Sur ces cartes figurent :

- les emplacements des éoliennes
- la localisation des oiseaux posés avec leur effectif
- les déplacements d'oiseaux en vol direct avec leur effectif
- les déplacements en vol tournoyant avec leur effectif

Ces documents permettent de comprendre l'occupation de l'espace par les différentes espèces d'oiseaux et d'évaluer d'éventuelles pertes d'habitat liées à un effet répulsif des éoliennes.

I.2 Evaluation de la mortalité provoquée par les éoliennes

La collision des oiseaux avec les éoliennes est un objet d'étude relativement récent, tout du moins en France, où des études se mettent actuellement en place. L'évaluation de la mortalité provoquée par un parc éolien se fait par une **recherche régulière de cadavres d'oiseaux** aux pieds des machines. Les résultats bruts sont ensuite corrigés, ce en raison des biais qui interviennent dans ce type d'étude : taux de disparition des cadavres entre deux prospections, probabilité de détection et surface prospectée.

Pour que la recherche d'éventuels cadavres soit efficace, une prospection régulière est nécessaire. En effet, une récente étude menée en Vendée (1), montre que 15 % à 55 % des cadavres disparaissent en une semaine, les taux les plus élevés étant notés en hiver et pour les oiseaux de petite taille. Une étude américaine (2) montre quant à elle que les cadavres restent sur place entre 4 et 7 jours, avec, là aussi, une probable variabilité saisonnière. **Il ne faut donc pas excéder un délai d'une semaine entre deux prospections.**

Une recherche hebdomadaire, menée sur une année complète, nécessite donc 52 sorties de terrain, soit, pour un parc de cinq éoliennes, 52 demi-journées de travail sur le terrain (une prospection correcte nécessitant environ une heure par éolienne). Un tel investissement peut paraître disproportionné sur un site tel que celui de Beau Soleil **où les enjeux révélés par l'étude d'impact sont faibles** et qui est par ailleurs **situé à l'écart des grands axes migratoires.**

Les recherches se sont donc portées sur les deux périodes migratoires, lesquelles sont *a priori* les plus sensibles en raison de la plus grande mobilité des oiseaux et du passage d'un flux d'oiseaux étrangers au site et donc non habitués à la présence des machines. Ce choix offre plusieurs avantages :

- une prédation des cadavres *a priori* plus réduite qu'en plein hiver, donc une probabilité de disparition moindre
- une végétation généralement moins développée qu'en été, ce qui augmente la probabilité de détection

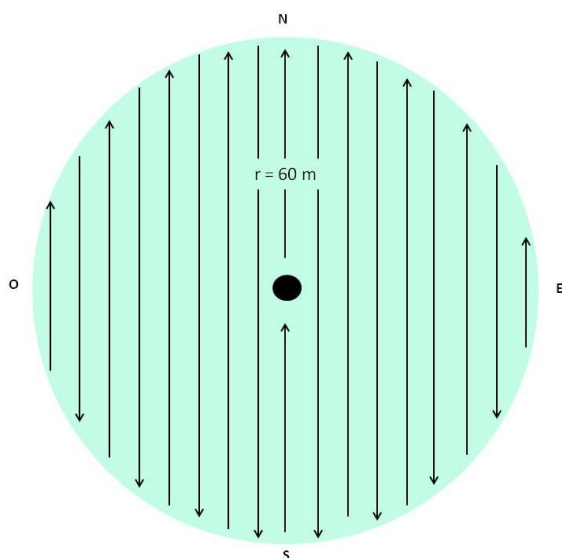
Huit sorties ont été réalisées pour rechercher les cadavres :

- **4 lors de la migration postnuptiale : les 2, 9, 15 et 23 octobre 2012**
- **4 lors de la migration prénuptiale : les 5, 11, 19 et 27 mars 2013**

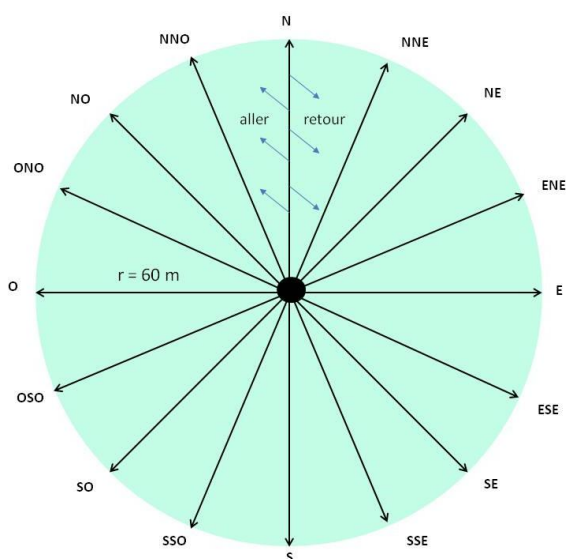
En cas de constat d'une mortalité importante, une extension de la période de prospection était prévue. Elle n'a pas été nécessaire compte tenu des résultats du mois d'octobre et du mois de mars.

Même s'il n'est pas exclu que de petits oiseaux puissent être projetés à une grande distance par les pales en mouvement, la distance à laquelle atterrit un oiseau tombant depuis la hauteur d'une éolienne n'excède pas 50 mètres (2). Lors des suivis de mortalité, les recherches se font sur une surface d'environ un hectare : un carré de 100 mètres de côté a été retenu dans une étude menée à Bouin (1), un rayon de 60 mètres a été considéré comme « largement suffisant » dans une étude menée en Belgique, sur les communes de Perwez et Saint-Vith (3). Pour le site de Beau Soleil, la recherche de cadavres se fait dans **un rayon de 60 mètres autour du mât de chaque éolienne, soit une surface de 1,13 ha**. Cette surface est parcourue à pieds, selon deux méthodes en fonction de la configuration des lieux :

- dans le cas où des sillons existent, l'observateur utilise ces derniers pour quadriller efficacement le terrain



- dans le cas d'un terrain uniforme : l'observateur réalise des allers/retours de 60 mètres orientés depuis le mât selon 16 directions. L'observation se fait d'un côté de l'axe à l'aller et de l'autre au retour.



On peut distinguer trois types de surface dans la zone de prospection :

- **surface de type A** : surface où la prospection se fait dans des conditions idéales, c'est-à-dire avec une végétation nulle, quasi-nulle ou très rase (moins de 5 cm de haut). C'est par exemple le cas sur les plateformes des éoliennes et les chemins d'accès.



- **surface de type B** : surface à végétation basse et clairsemée ou sous forme de chaumes bas. La prospection y est possible mais moins efficace que sur une surface de type A.



- **surface de type C** : surface où la prospection est impossible en raison de la hauteur et de la densité du couvert végétal (broussailles, maïs...)



Au cours de chaque prospection, l'observateur note **le pourcentage que représente chaque type de surface** parmi les 1,13 ha à prospecter.

Afin d'évaluer la mortalité induite par une éolienne, les biais d'observation sont corrigés, selon le principe décrit par Winkelman (1989, 1992), par la formule :

$$N_{\text{estimé}} = (N_a - N_b) / (P * Z * O * D)$$

Où :

N_a est le nombre de cadavres d'oiseaux découverts,

N_b le nombre d'oiseaux tués par autre chose que les éoliennes,

P est le taux de prédation, à savoir le nombre de cadavres pouvant être retrouvés parmi les oiseaux tués au cours de la semaine précédant les recherches,

Z est l'efficacité de l'observateur, à savoir le nombre de cadavres trouvés divisé par le nombre de cadavres présents,

O et **D** sont des unités de mesure, O pouvant être la surface prospectée ou le nombre d'éoliennes et D le temps de recherche (qui ne peut être extrapolé qu'avec beaucoup de précaution en raison de la variabilité des conditions de recherche).

Compte-tenu des investissements considérables nécessaires à l'évaluation des coefficients P et Z (multiplication par deux ou trois du temps de travail de terrain), les valeurs disponibles dans la littérature ont été retenues, à savoir :

Coefficient P :

Sur le parc éolien de Bouin (1), 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, on peut établir un taux de disparition compris entre 12,86 % et 47,14 % au bout de six jours, entre 10,71 % et 39,29 % au bout de cinq jours, etc. Comme les cadavres recherchés appartiennent à des oiseaux morts durant les sept jours précédant la prospection, on établit une moyenne du taux de disparition sur ces sept jours, laquelle est comprise entre 8,57 % et 31,43 %. Le coefficient de correction est donc compris entre **0,68** et **0,91**.

Quant à Osborn (2), il a calculé le temps que mettait un cadavre pour disparaître. Ce temps varie entre 4,4 et 6,3 jours. Ce qui signifie que l'on retrouve entre 63 et 90 % des oiseaux morts durant la semaine précédant la recherche. Dans ce cas, le coefficient de correction est donc compris entre **0,63** et **0,90**, valeurs proches des précédentes.

Compte-tenu de la grande variabilité de ces coefficients en fonction de l'environnement dans lequel sont recherchés les cadavres, nous avons retenu une fourchette large, avec comme **valeur minimale 0,60** et comme **valeur maximale 0,95**.

Coefficient Z :

Dans l'étude menée par Osborn (2), l'efficacité de l'observateur varie entre 63,5 et 87,8 %, soit un coefficient compris entre **0,635** et **0,878**. Sur le parc éolien de Bouin, elle est comprise entre 47 et 57 % pour les petits oiseaux et entre 57 et 87 % pour les grands oiseaux, soit des coefficients de correction respectivement compris entre **0,47** et **0,57** et entre **0,57** et **0,87**. En Allemagne (4), des tests réalisés avec des chauves-souris artificielles (fausse fourrure) pour estimer l'efficacité des recherches donnent des taux de découverte de 84 % pour une végétation ouverte, de 77 % pour une végétation clairsemée et de 40 % pour une végétation abondante, soit des coefficients de **0,84**, **0,77** et **0,40**.

Dans l'étude du parc de Beau Soleil, il a été décidé de ne pas prospecter les zones à végétation abondante (ce biais de surface non prospectée est corrigé par ailleurs). On peut donc exclure une efficacité de l'observateur inférieure à 50 %, de tels chiffres étant obtenus dans des conditions très défavorables.

On retiendra donc pour le coefficient Z une fourchette de **0,5** à **0,9**.

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 %. Le coefficient appliqué sera donc pondéré par le rapport entre surface de type A et surface de type B :

$$Z_{\text{min pondéré}} = [B / (A+B)] * 0,5 + [A / (A+B)]$$

$$Z_{\text{max pondéré}} = [B / (A+B)] * 0,9 + [A / (A+B)]$$

où A et B sont les superficies prospectées de type A et B

Correction de la surface non prospectée :

Les surfaces de type C décrites précédemment ne sont pas prospectées. Un coefficient de correction de surface doit donc être appliqué, à savoir $(A+B) / (A+B+C)$

I.3. Evolution de l'avifaune nicheuse « avant / après » installation des éoliennes

Lors de l'étude d'impact, réalisée en 2005, deux sorties de terrain ont été consacrées à l'avifaune nicheuse : une le **9 avril 2005** et une le **21 mai 2005**, soit en pleine période de nidification. Toutes les espèces observées sur le site ont été relevées.

Afin de réaliser une **comparaison de l'avifaune nicheuse**, deux sorties ont été réalisées en 2013 à des dates les plus proches possibles de celles de l'étude d'impact : le **12 avril 2013** et le **28 mai 2013**. Toutes les espèces observées sur le site à ces deux dates ont été relevées. Les effectifs spécifiques n'ayant pas été évalués en 2005, la comparaison porte uniquement sur la présence/absence des espèces :

- quelles sont les espèces notées en 2005 et retrouvées en 2013 ?
- quelles sont les espèces notées en 2005 et non retrouvées en 2013 ?
- quelles sont les espèces non mentionnées en 2005 et découvertes en 2013 ?

I.4. Conditions d'observation

Les sept sorties d'observations de terrain ont été réalisées dans des conditions favorables :

- Le 27 août, le temps était ensoleillé et le vent modéré ; les cinq éoliennes étaient en marche du début à la fin de la sortie,
- Le 27 septembre, le temps était ensoleillé, devenant nuageux au cours de la matinée ; le vent, nul en début de sortie, s'est peu à peu levé au cours de la matinée ; les éoliennes, d'abord immobiles, se sont mises en marche au bout d'une heure.
- Le 17 janvier 2013, le temps était relativement ensoleillé et froid (0°C) ; le vent était faible ; quatre des cinq éoliennes étaient en marche du début à la fin de la sortie.
- Le 19 mars 2013, le temps était froid (~ 5°C) avec quelques averses et un vent soutenu de sud / sud-ouest ; les cinq éoliennes étaient en marche pendant toute la matinée
- Le 27 mars 2013, le temps était nuageux et froid (~ 5°C) ; le vent était faible, les cinq éoliennes étaient en marche pendant toute la matinée
- Le 12 avril, le temps était variable, avec de belles éclaircies, environ 10°C et un vent de sud-ouest soutenu ; les cinq éoliennes étaient en marche
- Le 28 mai 2013, le temps était ensoleillé et frais (~ 10°C) avec un vent de nord-ouest ; quatre des cinq éoliennes étaient en marche



Fig.2 : Le site de Beau Soleil lors de la sortie de terrain du 27 août 2012

II. Résultats

II.1. Influence du parc éolien sur l'utilisation de l'espace par les oiseaux : généralités

II.1.1 Période de migration postnuptiale

Au total, **31 espèces** sont identifiées au cours des deux sorties de la période de migration postnuptiale (voir tab.1). Cette valeur est conforme à ce que l'on peut attendre dans un paysage largement artificialisé dépourvu de zones humides. En cette saison, des migrateurs typiques (Bergeronnette grise, Traquet motteux, Tarier des prés), côtoient d'autres espèces plus ou moins sédentaires (Rougegorge familier, Buse variable, Epervier d'Europe).

Les effectifs, variables selon les espèces, sont parfois relativement élevés : 3 à 4 Faucons crécerelles lors de chacune des deux sorties, 15 à 20 Bergeronnettes grises, autant de Pipits farlouses et plus de 20 Linottes mélodieuses notés le 29 septembre. Ces effectifs, sans être exceptionnels pour ce type de milieu, montrent que les parcelles agricoles continuent d'être attractives pour l'avifaune après l'implantation des éoliennes.

La plupart des espèces semblent peu effarouchées par la présence des éoliennes. **Huit espèces se posent à 100 mètres ou moins d'une éolienne** (voir tab.1) : compte-tenu du faible nombre de perchoirs disponibles dans ce rayon, il s'agit sans surprise d'espèces se nourrissant au sol. Certaines, comme la Bergeronnette grise, l'Alouette des champs et le Pipit farlouse vont même jusqu'à chercher leur nourriture sur les plateformes. La plupart des autres espèces se posent dans les haies, fourrés et boisement, y compris ceux situés à quelques centaines de mètres des machines. Enfin, des fientes sont trouvées sur l'auvent qui surplombe la porte de l'éolienne n°1, indiquant que des oiseaux sont venus s'y percher.

La plupart des déplacements aériens sont notés entre 20 et 50 mètres d'altitude. Seuls le Vanneau huppé, la Buse variable et la Mouette rieuse sont vus à plus de 200 mètres d'altitude. **Quinze espèces s'approchent en vol à 100 mètres ou moins d'une éolienne.** Aucune déviation brutale n'est notée à l'approche des éoliennes. **Beaucoup d'espèces contournent les pales par en-dessous** en volant à moins de 30 mètres d'altitude : Pipit farlouse, Faucon crécerelle, Goéland brun, Corneille noire, etc.

Enfin, peu de groupes d'oiseaux en migration active sont observés, ce qui s'explique par la situation géographique du parc de Beau Soleil : ce dernier se trouve à l'écart des deux principales voies de migration qui traversent la Bretagne, à savoir la façade atlantique et l'axe qui relie la presqu'île du Cotentin aux estuaires de la Loire et de la Vilaine via la région de Rennes et la vallée de la Vilaine.

					distance minimale à une éolienne (en m)			
	effectif sur le site		hauteur de vol max (en m)		posé		en vol	
date	27/08	27/09	27/08	27/09	27/08	27/09	27/08	27/09
espèce								
Faucon crécerelle	3 à 4	3 à 4	50	100	300	480	150	30
Goéland brun	-	2	-	20	-	-	-	40
Alouette des champs	1	4 à 5	-	30	50	300	-	180
Corneille noire	2 à 3	5 à 10	30	50	90	50	100	50
Bergeronnette grise	2	15 à 20	30	50	50	90	200	110
Pipit farlouse	-	15 à 20	-	30	-	50	-	50
Verdier d'Europe	7	-	20	-	50	-	50	-
Pinson des arbres	> 4	5 à 10	-	20	370	200	-	50
Grive draine	1	5	30	40	360	180	200	80
Linotte mélodieuse	2	20 à 25	10	20	-	90	100	80
Epervier d'Europe	1 à 2	-	50	-	150	-	100	-
Choucas des tours	-	5	-	30	-	150	-	100
Pigeon ramier	15 à 20	30 à 50	50	50	180	150	100	100
Pic épeiche	-	1	-	20	-	130	-	100
Geai des chênes	1	2	20	10	-	300	100	300
Chardonneret élégant	> 5	3	20	-	250	200	100	-
Merle noir	> 3	2	-	-	100	200	-	-
Etourneau sansonnet	> 10	5	-	30	100	400	-	150
Mouette rieuse	-	5 à 10	-	> 300	-	300	-	100
Buse variable	2 à 3	3 à 4	100	> 300	180	230	150	120
Hirondelle rustique	> 30	7	50	80	270	-	150	170
Tarier pâtre	2	1	-	-	350	180	-	-
Pouillot véloce	-	2	-	-	-	200	-	-
Traquet motteux	-	2	-	-	-	200	-	-
Bruant zizi	2	-	-	-	250	-	-	-
Rougegorge familier	-	2	-	-	-	250	-	-
Accenteur mouchet	1	-	-	-	270	-	-	-
Vanneau huppé	110	-	> 200	-	700	-	300	-
Fauvette à tête noire	1	-	-	-	310	-	-	-
Tarier des prés	2	-	-	-	350	-	-	-
Fauvette grisette	1	-	-	-	370	-	-	-

Tab.1 : Tableau de synthèse des effectifs, des hauteurs de vol et de la distance aux éoliennes des espèces observées les 27 août et 27 septembre 2012.

II.1.2 Période d'hivernage

Lors de la sortie hivernale, **22 espèces** sont contactées sur le site. Il s'agit essentiellement d'espèces sédentaires, présentes toute l'année sur le site (Buse variable, Pigeon ramier, Merle noir, Troglodyte mignon, etc.) ainsi que de quelques espèces strictement hivernantes telles que la Grive litorne ou le Pluvier doré.

L'hiver est une période propice aux rassemblements. Les principaux rassemblements observés sur le site concernent l'**Alouette des champs** (100 à 150 individus sur l'ensemble du site), la **Grive litorne** (80 à 100 individus), le **Vanneau huppé** (80 à 150 individus) et le **Pluvier doré** (130 individus). Il s'agit là de quatre espèces grégaires que l'on observe abondamment en Bretagne en hiver. Les autres espèces présentent des effectifs limités, comparables à ceux notés le reste de l'année.

Sur ces 22 espèces, 13 sont observées dans un rayon de 200 mètres autour des éoliennes : il s'agit essentiellement d'espèces se nourrissant au sol, comme le Pipit farlouse, la Bergeronnette grise, l'Alouette des champs, la Mouette rieuse, le Vanneau huppé ou encore le Pluvier doré. Ces oiseaux **utilisent l'ensemble des parcelles agricoles** pour s'alimenter et ne semblent pas particulièrement se tenir à l'écart des éoliennes. En témoignent un groupe d'une soixantaine de limicoles (Vanneaux et Pluviers) se nourrissant dans la parcelle située entre les éoliennes n°2 et n°3, ou encore un groupe de 80 Alouettes des champs observé à 150 mètres au nord de l'éolienne n°1.

Très peu de déplacements aériens à haute altitude sont notés : seuls le Pigeon ramier, la Grive litorne et la Mouette rieuse dépassent une altitude de 50 mètres. Cette situation s'explique par la nécessité, pour les oiseaux en période d'hivernage, de reconstituer leurs réserves d'énergie en s'alimentant plutôt que d'effectuer de longs déplacements.

espèce	effectif	hauteur de vol max (en m)	distance minimale à une éolienne (en m)	
			posé	en vol
Pipit farlouse	5 à 10	-	30	50
Bergeronnette grise	2 à 3	5	50	100
Buse variable	2 à 3	-	90	-
Grive litorne	80 à 100	50	100	200
Alouette des champs	100 à 150	20	150	100
Rougegorge familier	2 à 3	-	100	-
Corneille noire	3 à 5	-	120	-
Mouette rieuse	> 15	80	160	120
Pluvier doré	130	-	120	-
Vanneau huppé	80 à 150	30	150	200
Accenteur mouchet	3 à 5	-	190	-
Pigeon ramier	15 à 20	50	200	250
Merle noir	2 à 5	-	200	-
Geai des chênes	1	-	230	-
Grive draine	1	-	250	-
Grive musicienne	5 à 10	-	260	-
Troglodyte mignon	1	-	260	-
Mésange bleue	1	-	260	-
Pinson des arbres	5 à 10	-	280	-
Chardonneret élégant	> 2	-	280	-
Mésange à longue queue	8 à 10	-	280	-
Verdier d'Europe	3	-	300	-

Tab.2 : Tableau de synthèse des effectifs, des hauteurs de vol et de la distance aux éoliennes des espèces observées le 17 janvier 2013

II.1.3 Période de migration prénuptiale

Au cours des deux sorties de terrain réalisées durant la migration prénuptiale, **26 espèces** sont notées sur le site, valeur comparable à celle obtenue lors de la migration postnuptiale. Parmi ces 26 espèces figurent des migrateurs mais aussi bon nombre d'espèces plus ou moins sédentaires commençant à chanter pour délimiter leur territoire, à l'approche de la période de reproduction (cas de l'Alouette des champs, par exemple). Parmi les migrateurs en halte sur le site, notons la présence du Busard Saint-Martin, rapace relativement rare chassant dans les milieux ouverts.

Les effectifs spécifiques sont limités (voir tab.3). De rares groupes de migrateurs sont observés dans les haies et les boisements, avec pour maximum un groupe de 10 à 15 Grives musiciennes le 19 mars.

Sur les 26 espèces, **10 sont vues à 100 mètres ou moins d'une éolienne**. On retrouve parmi ces 10 espèces l'Alouette des champs, le Pipit farlouse ou la Corneille noire, déjà observés à proximité des machines lors des périodes précédentes (migration postnuptiale et hivernage).

Les altitudes de vol n'excèdent pas 50 mètres, sauf pour l'Alouette des champs et la Buse variable. Comme pour la période postnuptiale, peu de groupes d'oiseaux en migration active ont été observés, ce qui s'explique par la situation géographique du parc de Beau Soleil : ce dernier se trouve à l'écart des deux principales voies de migration qui traversent la Bretagne, à savoir la façade atlantique et l'axe qui relie la presqu'île du Cotentin aux estuaires de la Loire et de la Vilaine via la région de Rennes et la vallée de la Vilaine.

date	distance minimale à une éolienne (en m)							
	effectif sur le site		hauteur de vol max (en m)		posé		en vol	
	19/03	27/03	19/03	27/03	19/03	27/03	19/03	27/03
espèce								
Alouette des champs	5 à 10	4 à 5	> 100	> 100	80	100	50	50
Perdrix grise	-	2	-	-	-	50	-	-
Corneille noire	5 à 10	3 à 5	30	40	60	100	150	80
Pipit farlouse	2 à 3	4 à 5	20	10	-	140	60	100
Grive musicienne	10 à 15	-	10	-	80	-	60	-
Faucon crécerelle	1	2 à 3	20	30	420	580	350	60
Buse variable	2 à 3	4 à 6	50	> 100	70	180	120	300
Alouette lulu	2 à 4	-	50	-	180	-	70	-
Grive draine	-	1	-	10	-	-	-	80
Pouillot véloce	> 3	4 à 6	-	-	100	160	-	-
Tarier pâtre	3 à 4	1	-	-	100	100	-	-
Rougegorge familier	1 à 2	3 à 5	-	-	120	180	-	-
Vanneau huppé	-	1	-	-	-	140	-	-
Pigeon ramier	3 à 5	2 à 3	30	40	250	200	200	150
Mouette rieuse	5	-	20	-	200	-	150	-
Merle noir	2 à 3	1 à 2	-	-	150	200	-	-
Bruant zizi	-	1 à 2	-	-	-	150	-	-
Pinson des arbres	5 à 10	5 à 10	-	-	160	180	-	-
Bergeronnette grise	1 à 2	-	-	-	170	-	-	-
Troglodyte mignon	-	2	-	-	-	180	-	-
Verdier d'Europe	10 à 12	-	-	-	200	-	-	-
Accenteur mouchet	-	1	-	-	-	200	-	-
Grimpereau des jardins	> 1	-	-	-	300	-	-	-
Pic vert	-	1	-	-	-	300	-	-
Hirondelle rustique	-	1	-	20	-	-	-	300
Busard Saint-Martin	-	2 à 3	-	80	-	-	-	320

Tab.3 : Tableau de synthèse des effectifs, des hauteurs de vol et de la distance aux éoliennes des espèces observées les 19 et 27 mars 2013

II.2. Influence du parc éolien sur l'utilisation de l'espace par les oiseaux : approche par groupes d'espèces

Des cartes d'utilisation de l'espace sont présentées pour les espèces ou groupes d'espèces pour lesquels un nombre suffisant de données a été récolté. Certaines observations notables réalisées lors du suivi de la mortalité (octobre 2012 et mars 2013) sont incluses dans ce chapitre.

II.2.1. Rapaces

Deux espèces sont omniprésentes sur le site et y nichent probablement : la Buse variable et le Faucon crécerelle, qui sont par ailleurs les deux rapaces les plus communs à l'échelle nationale et régionale. Deux autres espèces fréquentent occasionnellement le site : l'Epervier d'Europe, espèce plutôt forestière observée en août 2012 et le Busard Saint-Martin, nicheur dans les landes et les coupes forestières du centre-Bretagne, observé sur le site lors des passages migratoires.

Le Faucon crécerelle chasse – souvent à faible altitude – sur l'ensemble des parcelles, y compris à proximité des éoliennes (voir fig.3 et 4). La présence de micromammifères au pied de ces dernières (des entrées de galeries sont visibles autour des mâts) l'incite sans doute à s'en approcher. Un oiseau a été vu posé sur une plateforme (le 02/10/12) et plusieurs ont été observés passant en-dessous des pales.

La Buse variable (voir fig.5, 6 et 7) utilise les courants ascendants pour planer au-dessus des cultures. On l'observe régulièrement en vol plané à haute altitude. S'il lui arrive de se poser à proximité des machines, elle semble éviter ces dernières lorsqu'elle est en vol (aucune observation en vol à moins de 100 mètres d'une machine).

L'Epervier d'Europe, peu enclin à fréquenter les milieux ouverts, reste cantonné aux bosquets. Il s'approche donc assez peu des éoliennes.

Le Busard Saint-Martin chasse en survolant les parcelles à très faible altitude (5 à 10 mètres le plus souvent). Il a été observé le 23/10/12, survolant la plateforme de l'éolienne n°2, puis le 27/03/12, cette fois-ci à l'écart des machines.

Aucun mouvement brusque d'évitement n'a été noté à proximité des machines de la part des rapaces. Ces derniers semblent avoir intégré la présence des éoliennes dans leur milieu, même si une collision reste possible (voir II.4).



Fig. 3 : Utilisation de l'espace par le Faucon crécerelle, observations du 27 août 2012.

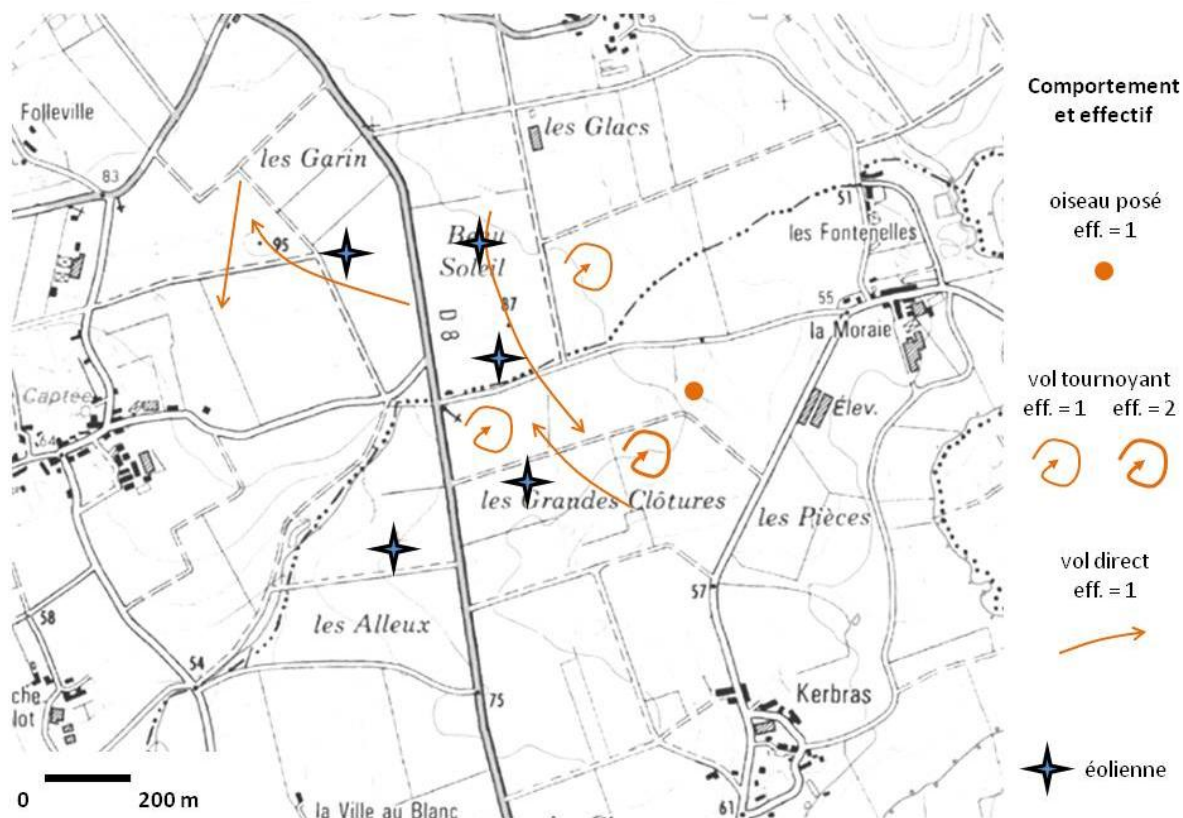


Fig. 4 : Utilisation de l'espace par le Faucon crécerelle, observations du 27 septembre 2012

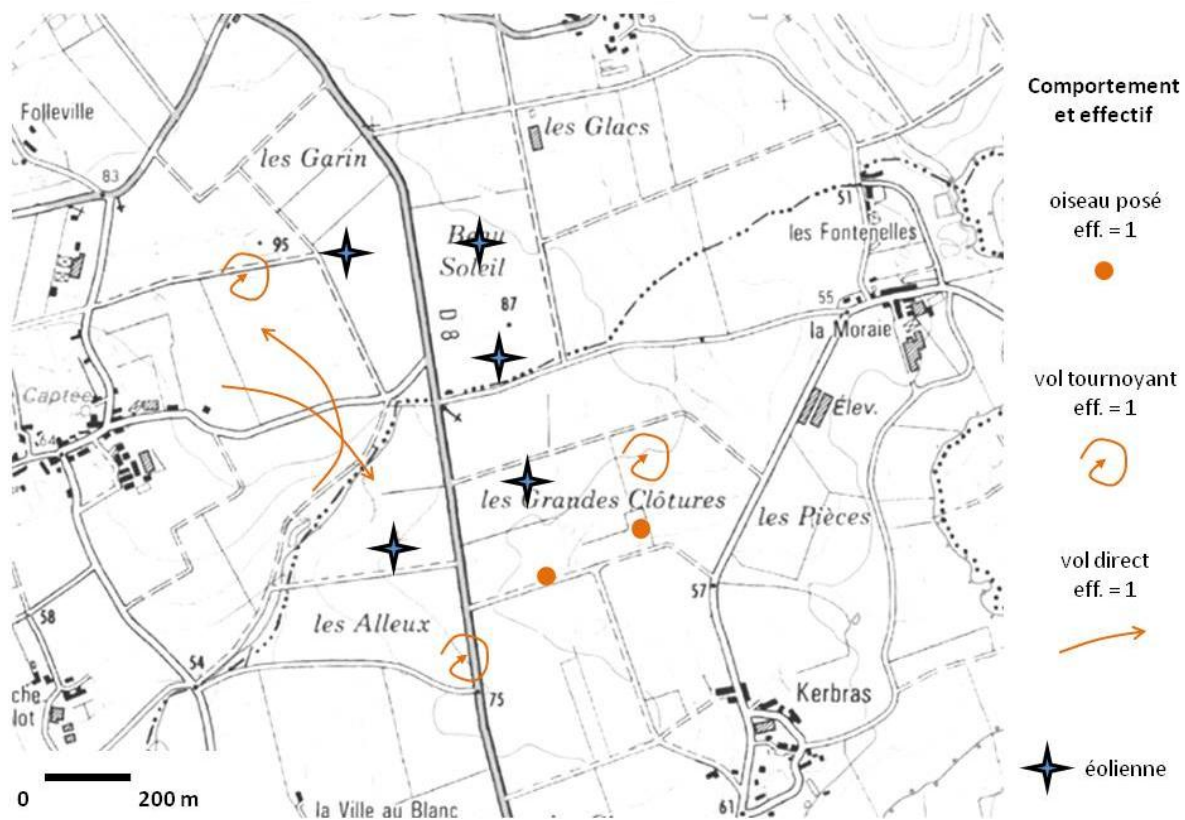


Fig.5 : Utilisation de l'espace par la Buse variable, observations du 27 août 2012

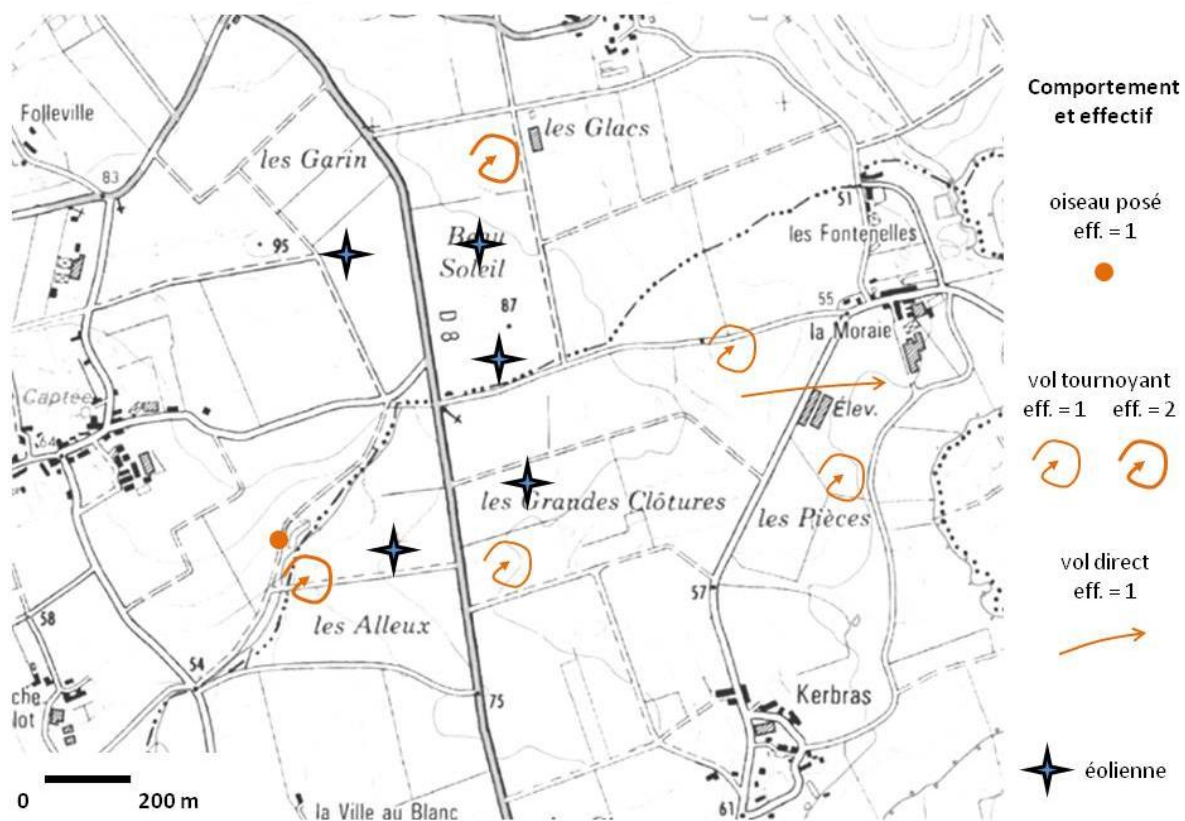


Fig. 6 : Utilisation de l'espace par la Buse variable, observations du 27 septembre 2012



Fig. 7 : Utilisation de l'espace par la Buse variable, observations des 19 et 27 mars 2013

II.2.2 Laridés

Deux espèces fréquentent le site en période inter-nuptiale : la Mouette rieuse et le Goéland brun. Des rassemblements ont parfois lieu sur un petit plan d'eau en limite orientale du site, au lieu-dit La Moraie, avec un maximum de 150 individus, Mouettes rieuses et Goélands bruns confondus, le 27/03/13. Un groupe d'une centaine de Goélands bruns a également été observé le 09/10/12 dans une parcelle proche du lieu-dit les Glacs, à 500 mètres de l'éolienne n°1. Aucun rassemblement de cette importance n'a été noté à proximité immédiate des éoliennes et les effectifs traversant le parc sont faibles. Mouettes rieuses et Goélands bruns passent parfois à moins de 50 mètres des mâts (voir fig.8), à une hauteur (10 à 20 mètres) leur permettant de passer en-dessous des pales. Les stationnements à proximité des machines sont rares.

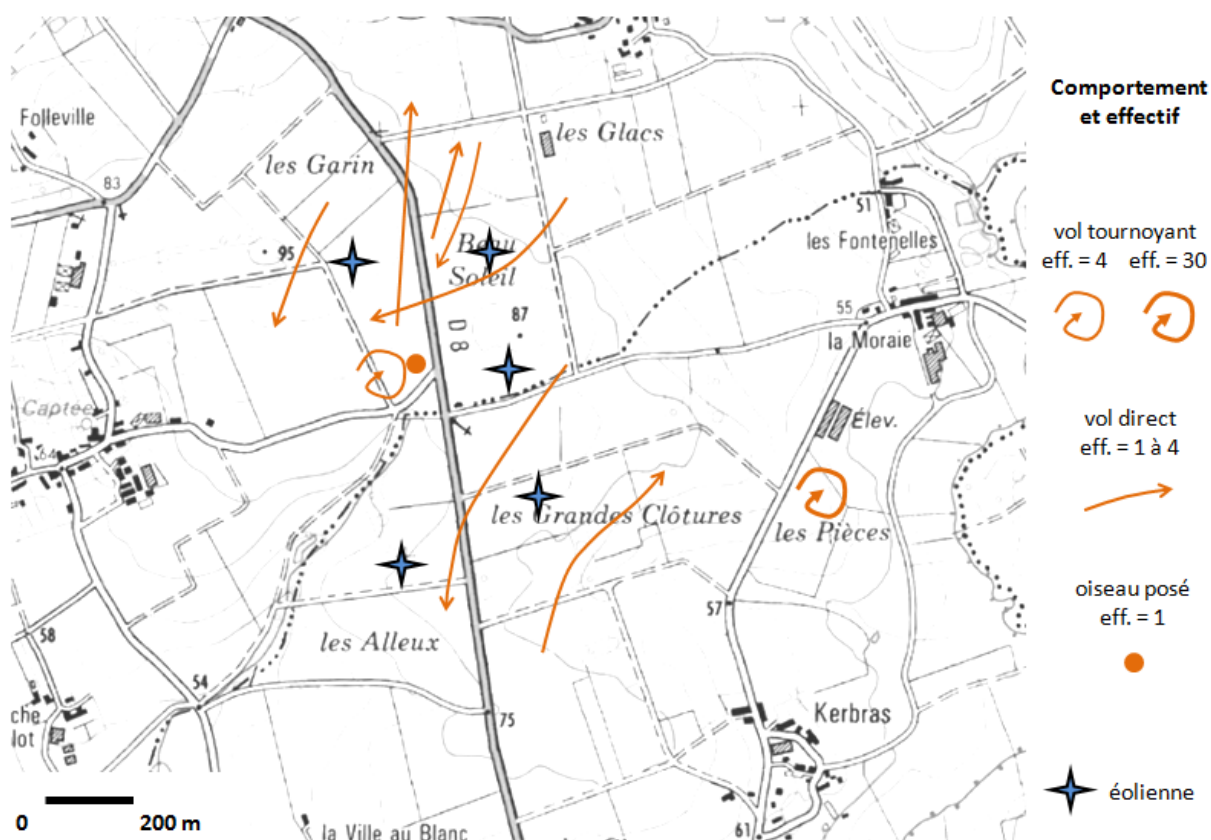


Fig.8 : Utilisation de l'espace par les laridés (Mouette rieuse et Goéland brun confondus), observations du 27 septembre 2012

II.2.3 Limicoles

Le Vanneau huppé et le Pluvier doré sont les seuls limicoles à avoir été observés sur le site, les autres espèces de cette famille étant inféodées aux marais et aux littoraux. Si un premier stationnement d'une centaine de Vanneaux est noté le 27/08/12 au lieu-dit Les Pièces (800 mètres à l'est du parc), les observations à proximité des machines n'ont lieu qu'au cœur de l'hiver. Le 17 janvier 2013, des groupes mêlant Pluviers dorés et Vanneaux huppés sont observés dans différentes parcelles, y compris à proximité des machines (voir fig. 9). Certains oiseaux s'approchent à moins de 150 mètres des mâts éoliennes, même lorsque ces dernières sont en marche. Il est difficile de dire si ces espèces sont intrinsèquement peu méfiantes vis-à-vis des éoliennes ou si le froid de ce mois de janvier et le besoin de s'alimenter ont poussé ces oiseaux à s'accommoder de la présence des machines.

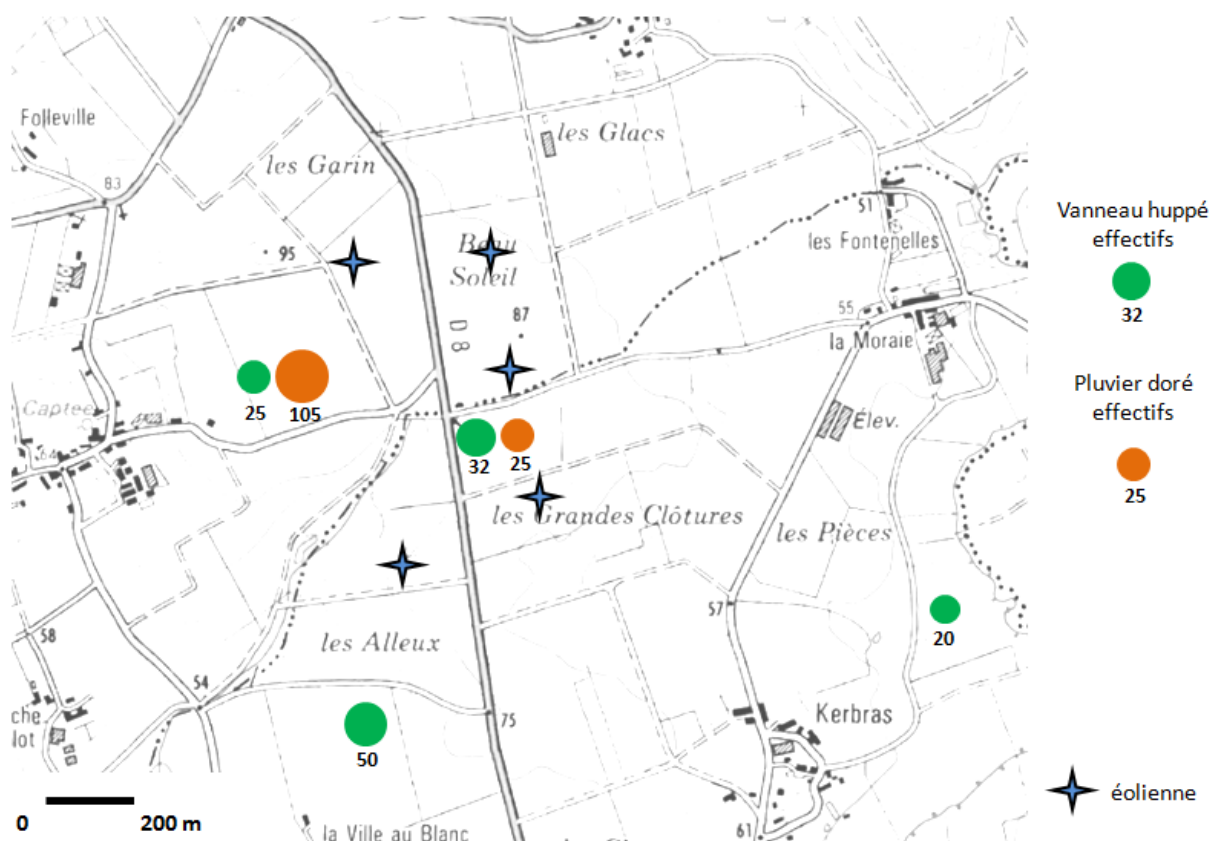


Fig.9 : Localisation des rassemblements de limicoles, observations du 17 janvier 2013

II.2.4 Motacillidés

Les deux représentants les plus communs de cette famille ont été observés en période inter-nuptiale : la Bergeronnette grise et le Pipit farlouse. Entre quinze et vingt individus de chaque espèce sont notés le 27/09/12, en pleine migration postnuptiale. Des effectifs moindres sont relevés en hivernage et en migration prénuptiale.

Ces oiseaux se nourrissent principalement à terre, dans l'ensemble des parcelles et notamment à proximité immédiate des éoliennes. Quelques oiseaux viennent même se poser sur les plateformes (voir fig.12), principalement celles des éoliennes n°1, 4 et 5. Leurs déplacements à faible altitude (généralement moins de 20 mètres) leur permettent de contourner les pales des éoliennes par le bas.

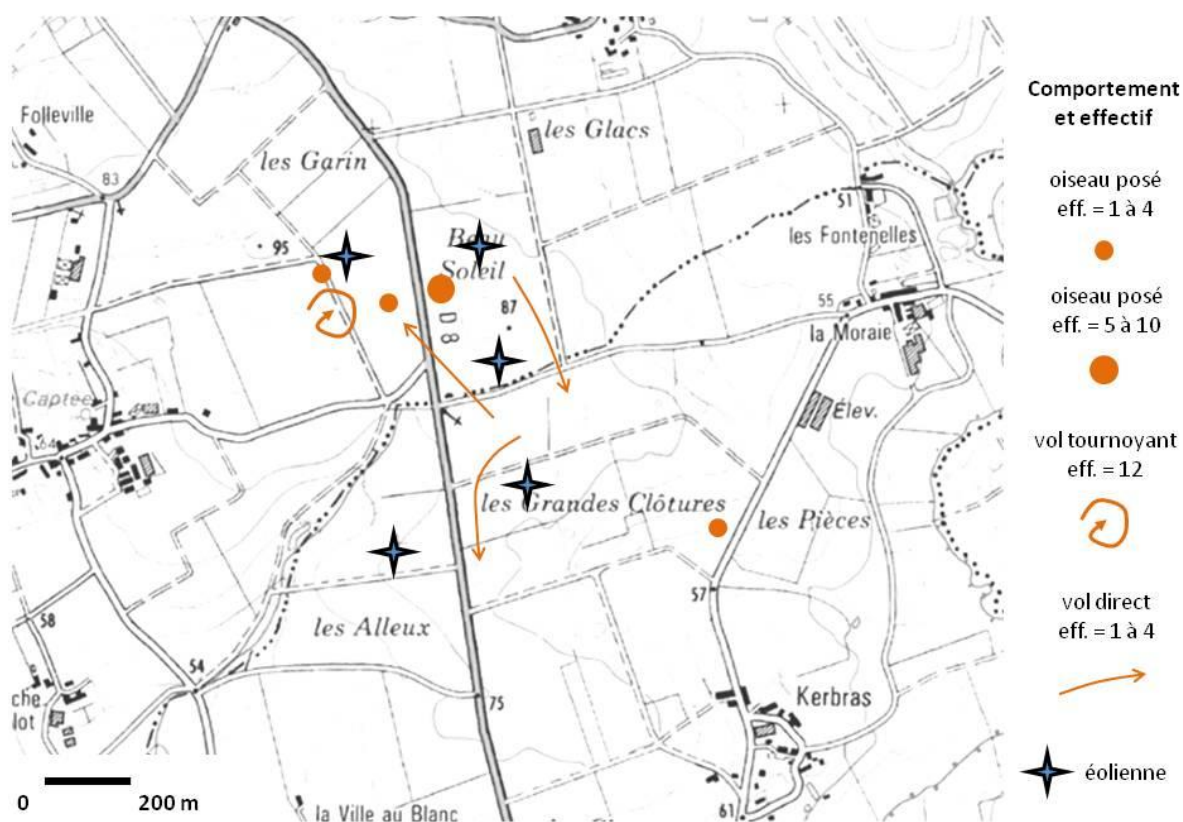


Fig.10 : Utilisation de l'espace par le Pipit farlouse, observations du 27 septembre 2012

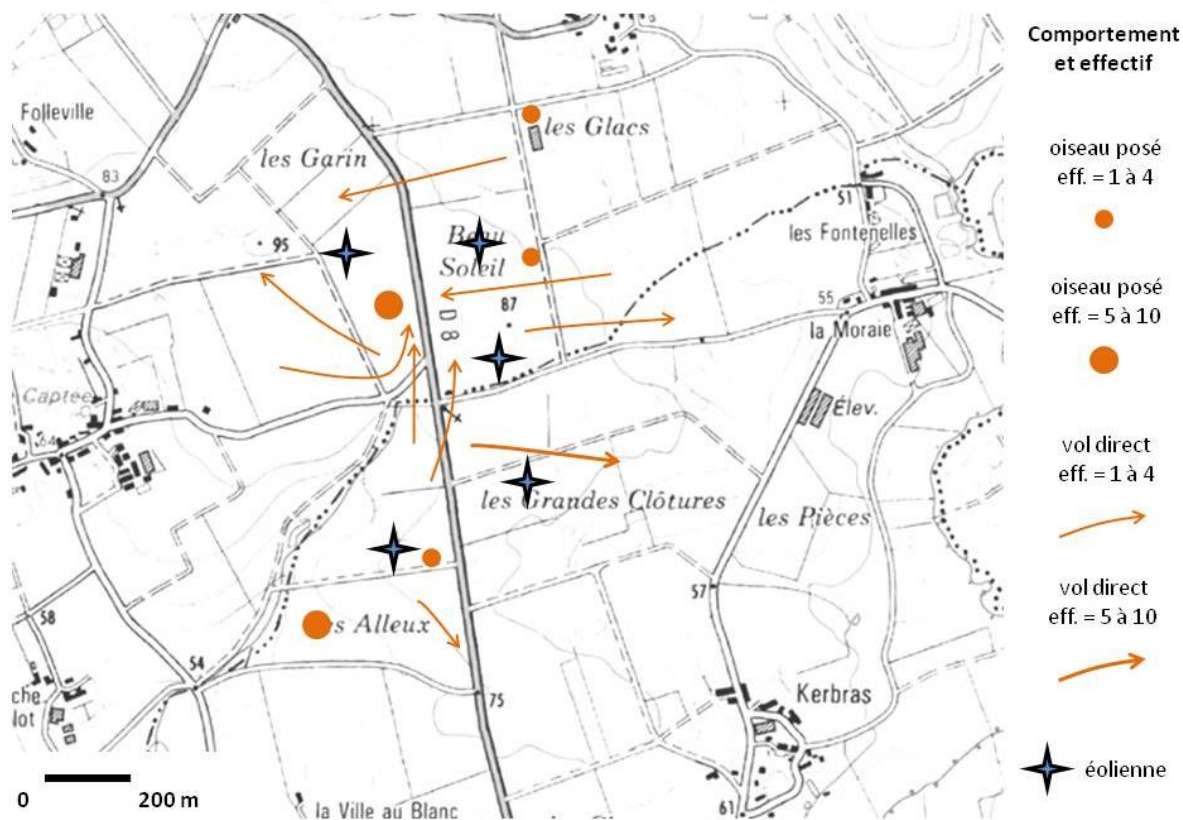


Fig. 11 : Utilisation de l'espace par la Bergeronnette grise, observations du 27 septembre 2012



Fig. 12 : Bergeronnette grise sur la plateforme de l'éolienne n°4 du parc de Beau Soleil, le 15/10/2012 (également observée au même endroit le 11/03/ 2013)

II.2.5 Alaudidés

Deux espèces d'Alaudidés sont régulièrement observées sur le site : l'Alouette des champs, espèce abondante dans les grandes cultures, et l'Alouette lulu, plus rare, davantage liée aux prairies, friches et landes basses. Ces deux espèces sont souvent observées en vol à moins de 100 mètres des éoliennes. Les rassemblements hivernaux de l'Alouette des champs ont parfois lieu à proximité des machines (voir fig.13). A l'approche du printemps, les mâles chantent également à proximité des éoliennes (voir fig.14). Le chant s'effectue en vol ascendant, débutant à quelques mètres du sol et montant jusqu'à plus de 100 mètres. Des mâles chanteurs ont ainsi été observés en « vol de chant » à proximité immédiate (50 m voire moins) des pâles en rotation.

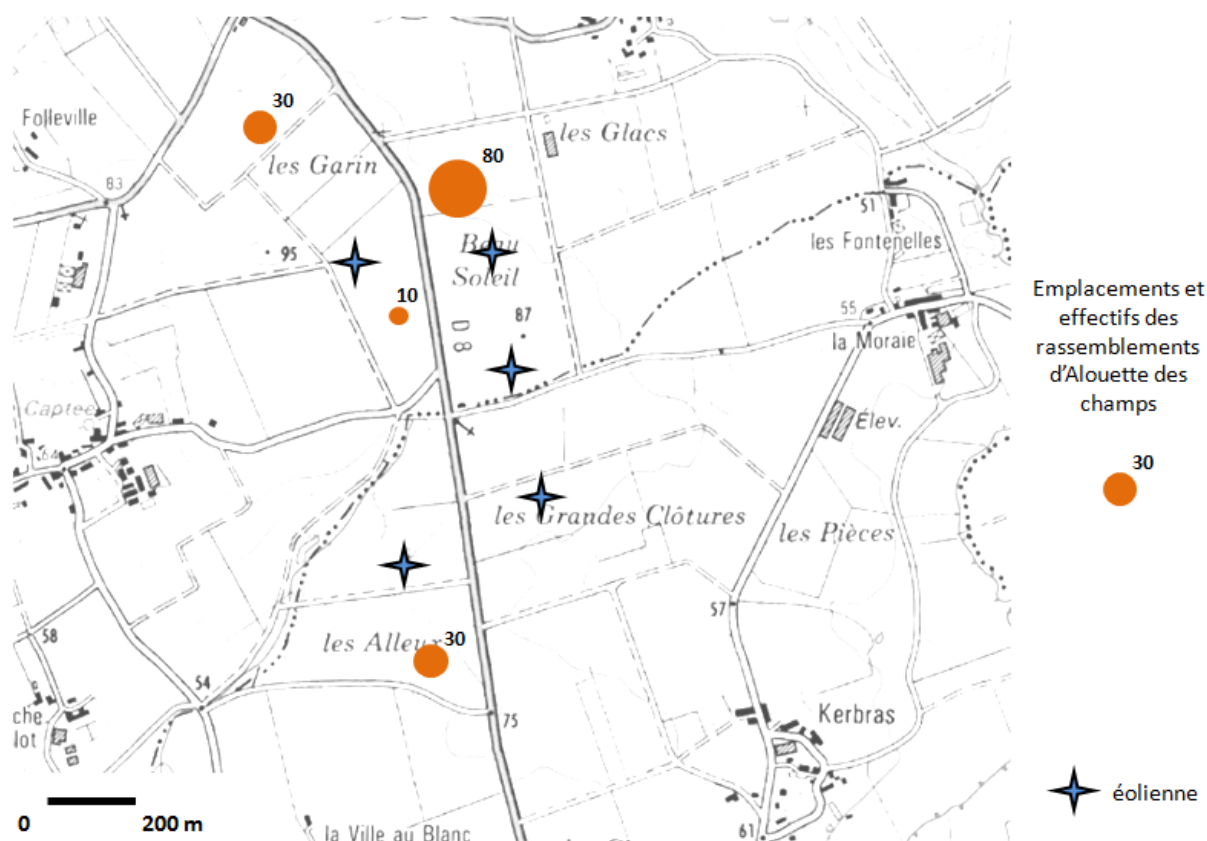


Fig. 13 : Principaux stationnements d'Alouette des champs, observations du 17 janvier 2013



Fig. 14 : Mâles chanteurs d'Alouette des champs, observations du 19 mars 2013

II.2.6 Turdidés

Quatre espèces de cette famille ont été observées en période inter-nuptiale : le Merle noir, la Grive musicienne, la Grive draine (tous trois partiellement sédentaires) et la Grive litorne (hivernant). Le seul rassemblement notable concerne cette dernière espèce avec 80 à 100 oiseaux en limite orientale du site le 17/01/13. Les Turdidés stationnent essentiellement dans les bosquets, haies et vergers, parfois à proximité des éoliennes (voir fig.15 et 16).

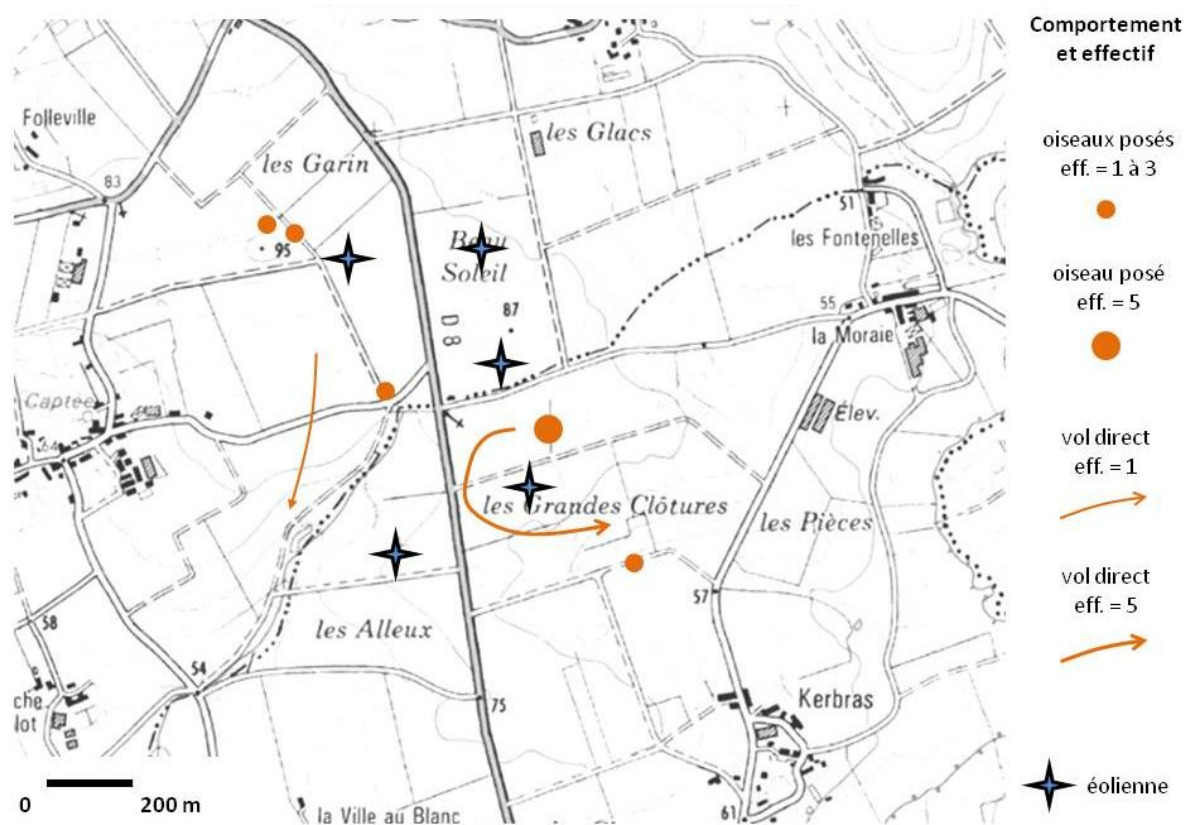


Fig. 15 : Utilisation de l'espace par les Turdidés, observations des 27 août et 27 septembre 2012

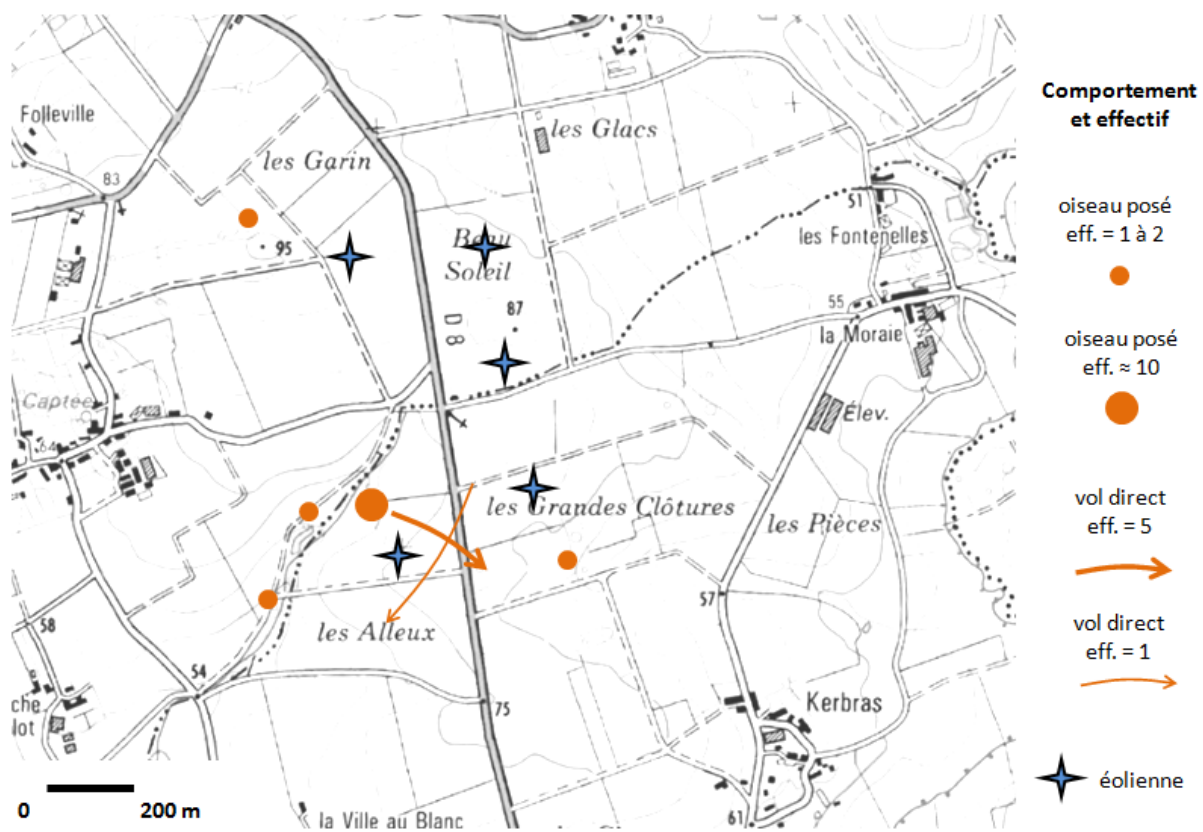


Fig. 16 : Utilisation de l'espace par les Turdidés, observations des 19 et 27 mars 2013

II.2.7 Hirondelles

Seule l'Hirondelle rustique a été observée sur le site durant les périodes de migration. En raison des conditions météorologiques, le retour de cette espèce a été particulièrement tardif en 2013 : aucun oiseau le 19 mars, un seul le 27. Les données cartographiées (fig.17) portent donc uniquement sur la période postnuptiale.

Nettement liée aux bâtiments pour sa nidification, cette espèce chasse surtout à proximité des hameaux et des villages. Par conséquent, elle ne fréquente que sporadiquement les grandes zones de cultures et s'approche rarement des éoliennes. Un groupe de cinq oiseaux au lieu-dit les Grandes Clôtures le 27/09 constitue l'unique mention de migrateurs actifs.

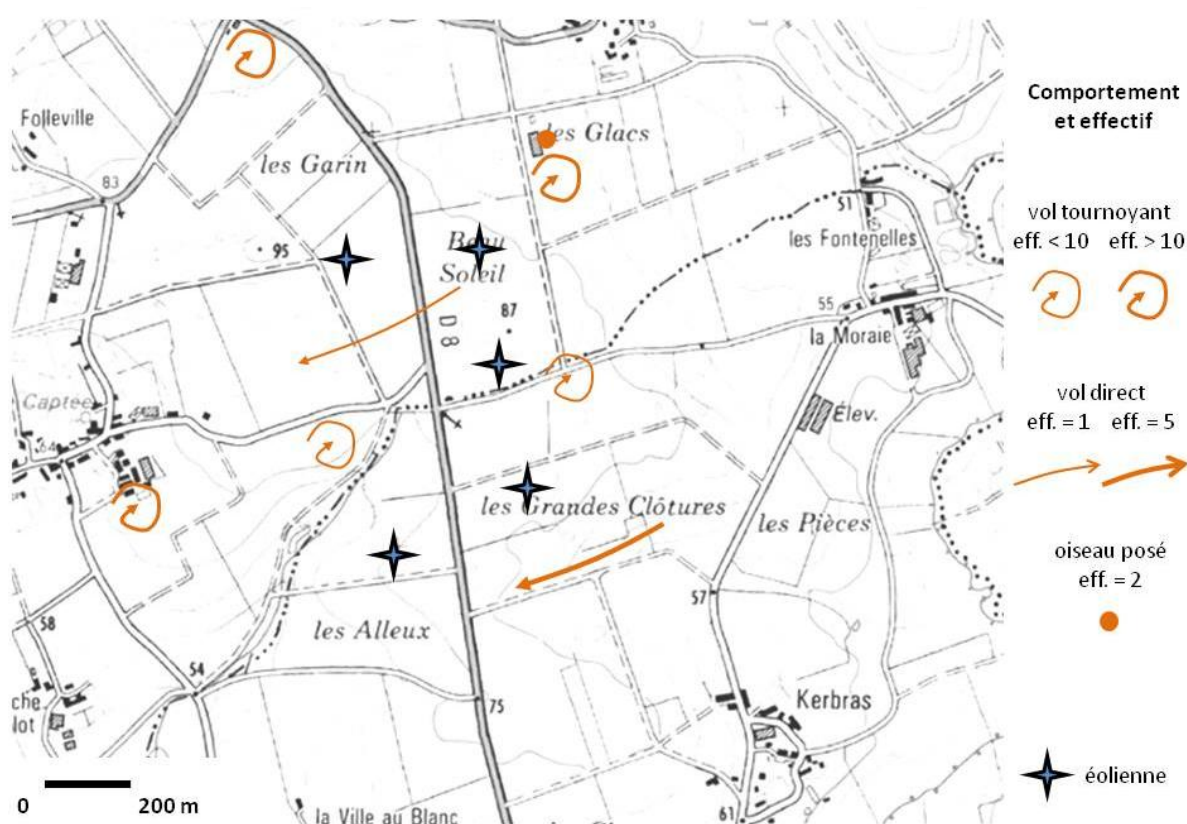


Fig. 17 : Utilisation de l'espace par l'Hirondelle rustique, observations des 27 août et 27 septembre 2012

II.2.8 Fringilles et Bruants

Ce groupe rassemble de petits passereaux granivores, volontiers grégaires en période inter-nuptiale : Verdier d'Europe, Pinson des arbres, Linotte mélodieuse, Chardonneret élégant et Bruant zizi. Ces oiseaux se nourrissent souvent dans les champs de maïs et dans les chaumes, parfois à proximité des éoliennes. Des groupes de Verdiers d'Europe et de Linottes mélodieuses ont été vus à moins de 100 mètres des mâts. En vol, les oiseaux passent fréquemment entre les éoliennes sans changer brutalement de direction.

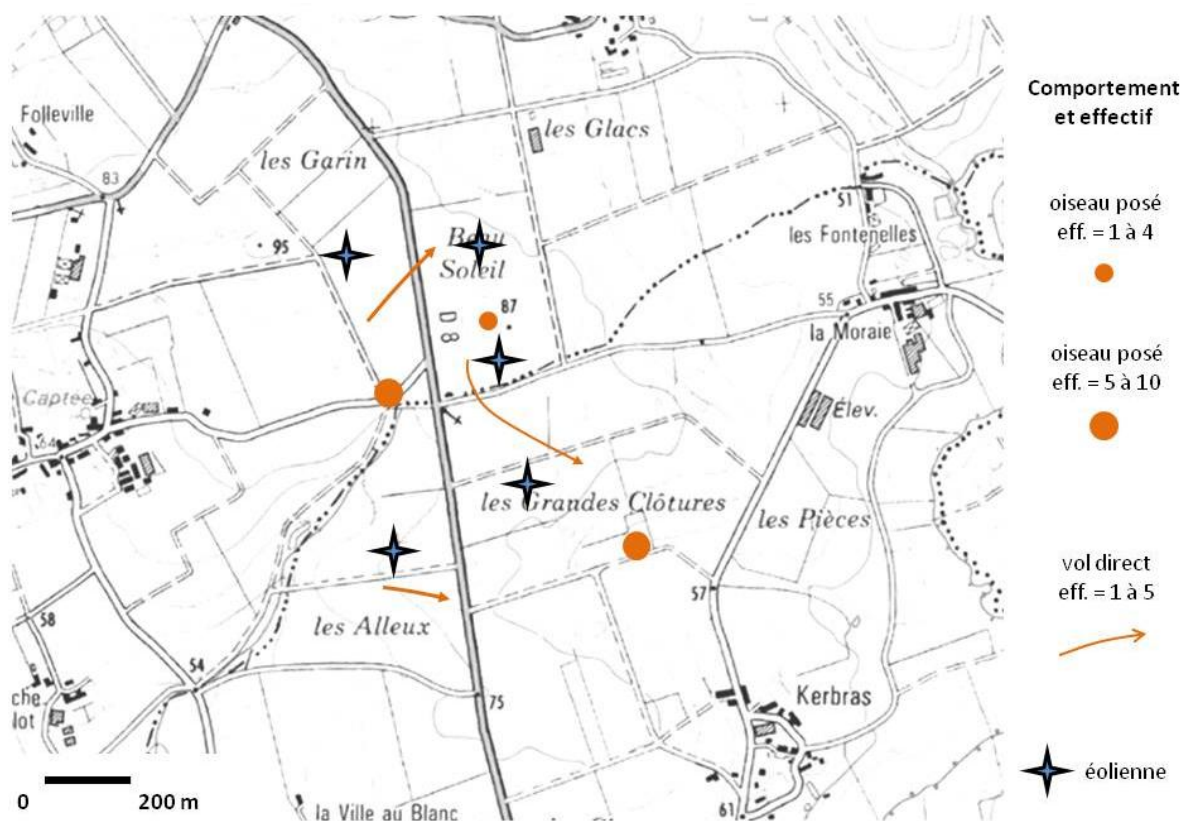


Fig.18 : Utilisation de l'espace par les Fringilles et Bruants, observations du 27 août 2012

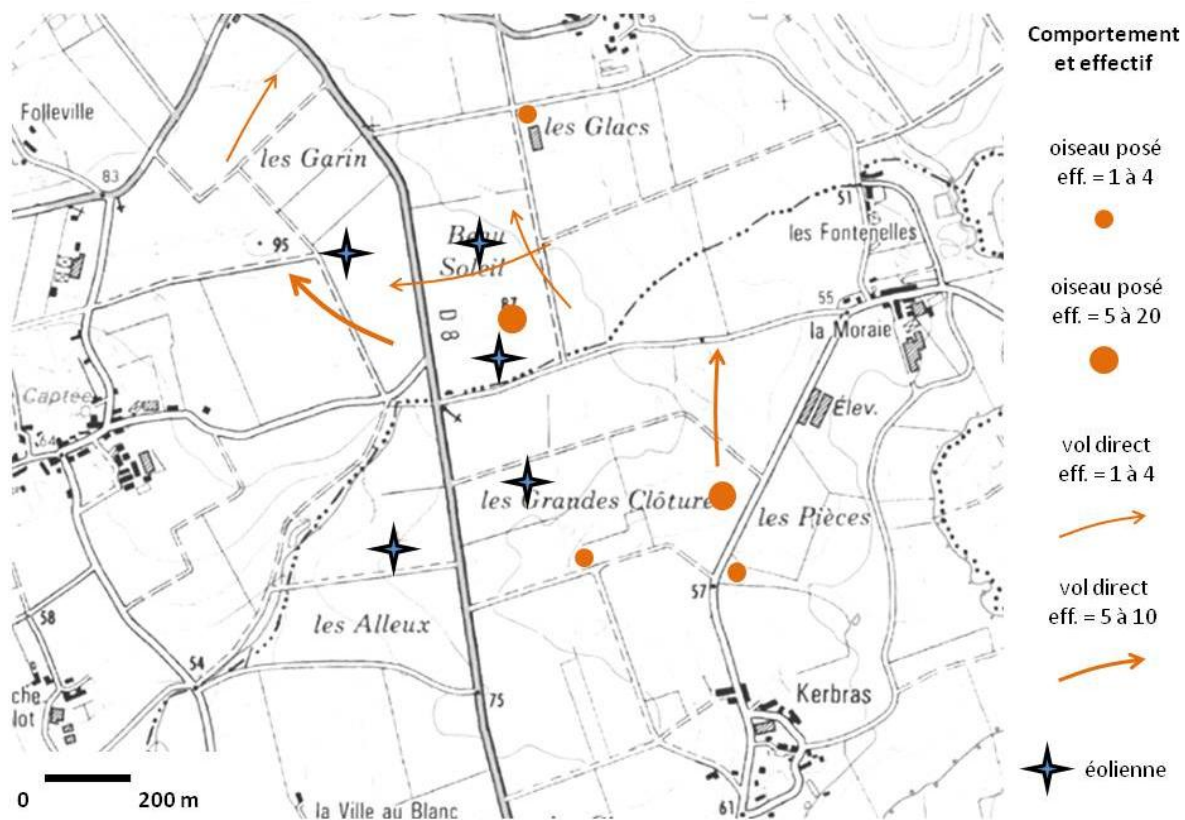


Fig.19 : Utilisation de l'espace par les Fringilles et Bruants, observations du 27 septembre 2012

II.3. Résultats de la recherche de cadavres

Les recherches ont été menées les 2, 9, 15 et 23 octobre 2012, puis les 5, 11, 19 et 27 mars 2013, à raison d'environ une heure par éolienne et par sortie, soit un total de 40 heures de recherches. **Deux cadavres incomplets ont été découverts en octobre**, en plusieurs morceaux : une Mouette rieuse le 02 octobre et une Buse variable le 09 octobre. **Aucun cadavre n'a été découvert en mars.**

	02/10/2012	09/10/2012	15/10/2012	23/10/2012	05/03/2013	11/03/2013	19/03/2013	27/03/2013
éolienne 1	0	0	0	0	0	0	0	0
éolienne 2	0	0	0	0	0	0	0	0
éolienne 3	0	1	0	0	0	0	0	0
éolienne 4	0	0	0	0	0	0	0	0
éolienne 5	1	0	0	0	0	0	0	0

Tab.2 : Résultats de la recherche de cadavres pour les mois d'octobre 2012 et mars 2013



Fig. 20 : Cadavre incomplet de Mouette rieuse découvert le 02/10/2012 sous l'éolienne n°5



Fig. 21 : Cadavre incomplet de Buse variable découvert le 02/10/2012 sous l'éolienne n°3

Note : aucun cadavre de chiroptère n'a été trouvé durant la prospection

Les cadavres découverts appartiennent à **deux espèces communes et largement répandues** à l'échelle nationale comme à l'échelle régionale :

- les effectifs nicheurs de Mouette rieuse en France sont compris entre 30.000 et 40.000 couples ; les effectifs hivernants sont de l'ordre d'un million d'oiseaux, dont 213.000 comptés en Bretagne lors de l'hiver 2004-2005.
- les effectifs nicheurs de Buse variable en France sont compris entre 130.000 et 160.000 couples ; les effectifs hivernants varient entre 400.000 et 800.000 individus (5).

Ces deux espèces sont observées régulièrement sur le site et ont l'habitude de voler relativement haut.

II.4 Evaluation de la mortalité

Compte-tenu :

- de l'emplacement des cadavres : à 40 mètres du mât pour la Mouette rieuse, à 30 mètres pour la Buse variable,
- du fait que les deux espèces ont peu de prédateurs naturels,
- et du fait que ces deux espèces ne sont pas chassables,

On peut considérer que les deux oiseaux sont morts du fait d'une collision avec les éoliennes, même si l'état des cadavres – probablement prédatés par des charognards – ne permet pas de confirmer ce diagnostic.

On retiendra donc comme mortalité :

- 2 cadavres pour octobre
- < 1 cadavre pour mars (le chiffre de 0 ne permettant pas de réaliser les calculs, on travaillera sur l'hypothèse de 1 cadavre trouvé)

Les **conditions de prospection** ont été **bonnes en octobre** et **moyennes en mars**. Sur l'ensemble des quatre sorties et des cinq éoliennes, la surface prospectée (voir I.2) se compose de la manière suivante :

	% surface A	% surface B	% surface C	TOTAL
octobre 2012	13	67,25	19,75	100
mars 2013	13	42,75	44,25	100

Tab.3 : Composition de la surface prospectée pour la recherche de cadavres en octobre 2012 et mars 2013 ; type A = prospection « idéale », type B = prospection possible, type C = prospection impossible

Le **coefficient de correction de la surface non prospectée** est donc :

- de **0,8025** pour octobre
- de **0,5575** pour mars

Le détail des surfaces prospectées par éolienne et par date se trouve en annexe.

Le coefficient Z (efficacité de l'observateur) a été fixé (voir I.2) à **0,5** pour le minimum et **0,9** pour le maximum. Il ne s'applique qu'aux surfaces de type B et doit donc être pondéré de la manière suivante :

Pour octobre :

$$Z_{\text{pondéré min}} = [67,25 / (67,25 + 13)] * 0,5 + [13 / (67,25 + 13)] = 0,581$$

$$Z_{\text{pondéré max}} = [67,25 / (67,25 + 13)] * 0,9 + [13 / (67,25 + 13)] = 0,916$$

Pour mars :

$$Z_{\text{pondéré min}} = [42,75 / (42,75 + 13)] * 0,5 + [13 / (42,75 + 13)] = 0,617$$

$$Z_{\text{pondéré max}} = [42,75 / (42,75 + 13)] * 0,9 + [13 / (42,75 + 13)] = 0,923$$

Le coefficient de probabilité de disparition a été fixé (voir I.2) à **0,6** pour le minimum et à **0,95** pour le maximum.

Le nombre d'oiseaux tués en un mois sur l'ensemble du parc de Beau Soleil en période de migration postnuptiale et prénuptiale peut donc être estimé à :

Migration postnuptiale (octobre 2012)

$$N_{\text{max}} = 2 / (0,8025 * 0,581 * 0,6) = 7,15 \text{ oiseaux}$$

$$N_{\text{min}} = 2 / (0,8025 * 0,916 * 0,95) = 2,86 \text{ oiseaux}$$

Avec deux cadavres trouvés en octobre, le nombre d'oiseaux tués est compris entre 2,86 et 7,15 oiseaux

Migration prénuptiale (mars 2013)

$$N_{\text{max}} = 1 / (0,5575 * 0,617 * 0,6) = 4,85 \text{ oiseaux}$$

$$N_{\text{min}} = 1 / (0,5575 * 0,923 * 0,95) = 2,05 \text{ oiseaux}$$

Aucun cadavre n'ayant été trouvé en mars, le nombre d'oiseaux tués est strictement inférieur 4,85 et probablement inférieur à 2,05

II.5 Evolution de l'avifaune nicheuse entre 2005 et 2013

Lors de l'étude d'impact (9 avril et 21 mai 2005), 20 espèces ont été observées en période de nidification (tab.4), dont **19 sont des nicheurs potentiels** compte-tenu des milieux présents*. Lors du suivi environnemental (12 avril et 28 mai 2013), 25 espèces ont été observées en période de nidification, dont **22 sont des nicheurs potentiels** compte-tenu des milieux présents*. **La diversité spécifique des nicheurs est donc comparable entre 2005 et 2013.**

espèce	2005		2013		
	9 avril 2005	21 mai 2005	12 avril 2013	28 mai 2013	
Buse variable			x		découverte
Pigeon ramier	x	x	x	x	retrouvée
Etourneau sansonnet				x	découverte
Pic vert	x				non retrouvée
Pic épeiche	x				non retrouvée
Alouette des champs	x	x	x	x	retrouvée
Alouette lulu				x	découverte
Pipit des arbres			x	x	découverte
Troglodyte mignon		x	x	x	retrouvée
Rougegorge familier	x		x	x	retrouvée
Merle noir	x	x	x	x	retrouvée
Bergeronnette grise	x		x	x	retrouvée
Grive musicienne	x	x	x	x	retrouvée
Grive draine			x	x	découverte
Fauvette à tête noire	x	x			non retrouvée
Pouillot véloce	x	x	x	x	retrouvée
Mésange bleue	x				non retrouvée
Grimpereau des jardins			x		découverte
Fauvette grisette			x		découverte
Geai des chênes	x		x		retrouvée
Corneille noire	x	x	x	x	retrouvée
Pinson des arbres	x	x	x	x	retrouvée
Verdier d'Europe			x	x	découverte
Bruant zizi			x	x	découverte
Bruant jaune	x	x			non retrouvée
Linotte mélodieuse	x				non retrouvée
Tarier pâtre	x	x	x	x	retrouvée
Accenteur mouchet	x	x	x		retrouvée
TOTAL	19 espèces		22 espèces		

Tab.4 : Espèces potentiellement nicheuses observées en 2005 et 2013

* certaines espèces observées sont simplement de passage sur le site, leur nidification est exclue compte-tenu des milieux présents sur la zone d'étude. Leur présence sur le site étant aléatoire, elles ne sont pas prises en compte dans l'analyse.

Parmi les 19 nicheurs potentiels de 2005, 13 ont été retrouvés, soit 68 %, et 6 ne l'ont pas été, soit 32 %. Parmi les 22 nicheurs potentiels notés en 2013, 13 étaient déjà mentionnés en 2005, soit 59 %, tandis que 9 nouvelles espèces ont été découvertes, soit 41 %.

Si l'on considère maintenant l'ensemble des nicheurs potentiels notés en 2005 et/ou 2013, on a 28 espèces réparties de la manière suivante (fig.22) :

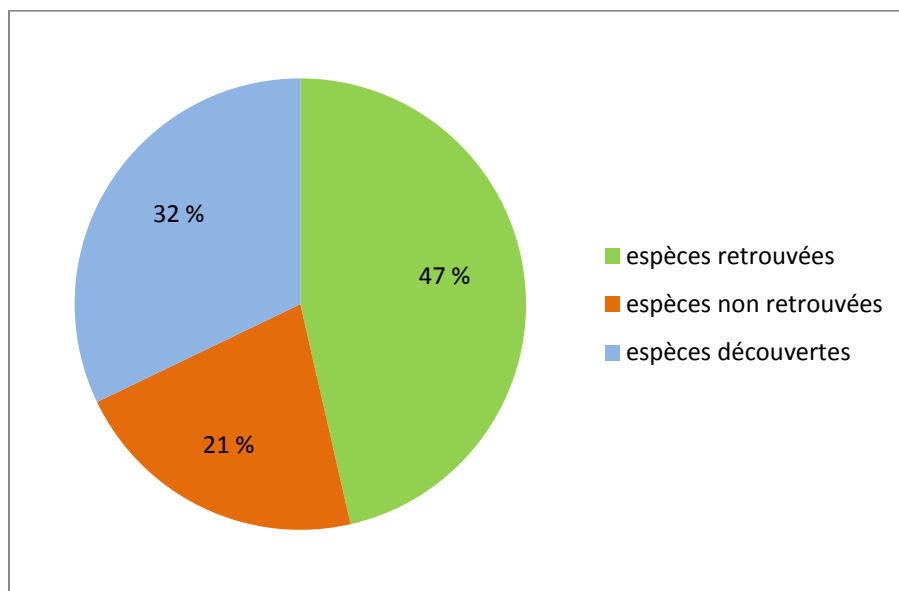


Fig.22 : Part des espèces retrouvées entre 2005 et 2013, non retrouvées en 2013 et découvertes en 2013 parmi les 28 espèces potentiellement nicheuses notées en 2005 et/ou 2013

Parmi les espèces non retrouvées, le **Bruant jaune** et la **Linotte mélodieuse** connaissent une régression avérée à l'échelle nationale depuis plusieurs décennies, en lien avec l'évolution des techniques agricoles et de la modification des paysages. Leur « disparition »** du site peut être mise en lien avec une dynamique de population défavorable à l'échelle nationale. Le **Pic vert** est dans une situation proche - des baisses d'effectifs ont été mentionnées en Bretagne – mais toutefois moins défavorable. Le **Pic épeiche**, noté en 2013 en période inter-nuptiale, a probablement perdu un site de nidification avec la coupe d'un petit boisement au sud du site. Les deux autres espèces, Mésange bleue et Fauvette à tête noire, sont très abondantes à l'échelle nationale et départementale. Elles disposent toujours de milieux favorables sur le site de Beau Soleil, aussi leur absence en 2013 est-elle difficile à expliquer**.

Parmi les espèces découvertes, il est intéressant de noter deux espèces présentant un intérêt particulier : l'**Alouette lulu**, espèce inscrite à l'annexe I de la Directive Européenne « Oiseaux » du 2 avril 1979 et la **Fauvette grisette**, considérée comme « quasi-menacée » sur la Liste Rouge des oiseaux nicheurs de France métropolitaine (2011). Ces deux espèces nichent potentiellement dans la partie sud de la zone d'étude (lieu-dit les Alleux).

** il convient de rester prudent concernant « l'apparition » ou « la disparition » d'une espèce sur un site ; seul un suivi régulier sur le long terme permet de mettre en évidence des tendances durables. Les populations d'oiseaux connaissent des fluctuations importantes d'une année sur l'autre dont les causes sont multiples et parfois mal connues.

III. Conclusions

Le parc éolien de Beau Soleil, mis en service en 2010 et composé de 5 machines a fait l'objet d'un suivi sur un cycle biologique complet (2012/2013) permettant d'évaluer son incidence directe et indirecte sur l'avifaune.

Après la mise en service des éoliennes, **ce site reste attractif pour l'avifaune puisque 44 espèces y ont été observées, toutes saisons confondues**. Ce total est conforme à ce que l'on peut attendre dans un paysage de grandes cultures, dépourvu de zones humides et où les milieux sont peu variés. La préservation des éléments boisés et buissonnants dans le paysage présente un intérêt certain pour des espèces telles que les Grives (trois espèces présentes), le Grimpereau des jardins, les Fringilles, l'Épervier d'Europe ou encore la Buse variable. Quant aux grandes parcelles où sont installées les éoliennes, elles continuent d'être fréquentées par les espèces typiques de ces milieux ouverts : Alouette des champs, Pipit farlouse, Corneille noire, Vanneau huppé, Pluvier doré, Faucon crécerelle, etc. Beaucoup de ces oiseaux ont été observés à proximité des machines, certains se posant même sur les plateformes (Pipit farlouse, Bergeronnette grise, Faucon crécerelle...) ou passant en vol à proximité des pâles (Faucon crécerelle, Goéland brun, Alouette des champs...).

Concernant l'avifaune nicheuse, sa diversité est restée stable entre 2005, date de l'étude d'impact, et 2013 avec toutefois quelques changements dans sa composition : 6 espèces n'ont pas été retrouvées tandis que 9 nouvelles espèces ont été découvertes. Au total, **22 nicheurs potentiels** ont été notés en 2013 dans un rayon d'environ 500 mètres autour des éoliennes. Ce chiffre, sans être exceptionnel, montre **un faible effet répulsif des machines sur la plupart des espèces qui composent l'avifaune locale**.

Malgré la proximité entre oiseaux et éoliennes, **la mortalité due à des collisions reste limitée**. Pour l'ensemble du parc (5 éoliennes), elle est comprise entre 2,86 (hypothèse basse) et 7,15 oiseaux (hypothèse haute) en un mois pour la période de migration postnuptiale ; elle est strictement inférieure à 4,85 oiseaux (hypothèse haute) et probablement inférieure à 2,05 oiseaux (hypothèse basse) en un mois pour la période de migration prénuptiale. Ces chiffres sont faibles, comparés par exemple à ceux de la mortalité causée par les lignes à haute tension : 14 collisions par mois et par kilomètre de réseau, selon une étude menée aux Pays-Bas (6). La mortalité induite par l'ensemble du parc de Beau Soleil est comparable à la mortalité provoquée par :

- la collision avec les fenêtres dans un hameau d'une dizaine de maisons (1 à 10 collisions par maison et par an (7)).
- une route longue d'environ 5 kilomètres, soit la distance entre Saint-Malo-des-Trois-Fontaines et Taupont (un peu plus d'une collision par mois et par kilomètre (8))

Cette faible mortalité s'explique en partie par le fait que le site se trouve à l'écart des grands axes migratoires : il y a peu de passage d'oiseaux à haute altitude et, à l'exception de la Buse variable, très peu de grands oiseaux planeurs (rapaces, cigognes...) sur le site.

Références bibliographiques

- (1) 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 pages.
- (2) 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.
- (3) CLOTUCHE E. 2006. *Observations ornithologiques sur les sites éoliens de Saint-Vith et de Perwez*. Aves, 43(2) 2006 : p.103 – 109.
- (4) 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)
- (5) DUBOIS Ph. J., LE MARECHAL P., OLIOSO G. et YESOU P. 2008. *Nouvel inventaire des oiseaux de France*. Delachaux & Niestlé, 560 p.
- (6) KOOPS F. B. J. 1987. *Collision victims of high-tension lines in the Netherlands and effects on marking*. KRMA Report 01282-MOB 86-3048.
- (7) KLEM D. Jr. 1990. *Collisions between birds and windows : mortality and prevention*. Journal of field ornithology 61(1) : 120-128.
- (8) 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

Annexe : tableau des surfaces de prospection pour l'évaluation de la mortalité

2 octobre 2012				
	% surface A	% surface B	% surface C	TOTAL
éolienne 1	10	90	0	100
éolienne 2	15	85	0	100
éolienne 3	10	85	5	100
éolienne 4	15	25	60	100
éolienne 5	15	75	10	100
TOTAL	13	72	15	100

9 octobre 2012				
	% surface A	% surface B	% surface C	TOTAL
éolienne 1	10	90	0	100
éolienne 2	15	85	0	100
éolienne 3	10	85	5	100
éolienne 4	15	25	60	100
éolienne 5	15	75	10	100
TOTAL	13	72	15	100

15 octobre 2012				
	% surface A	% surface B	% surface C	TOTAL
éolienne 1	10	90	0	100
éolienne 2	15	35	50	100
éolienne 3	10	75	15	100
éolienne 4	15	25	60	100
éolienne 5	15	85	0	100
TOTAL	13	62	25	100

23 octobre 2012				
	% surface A	% surface B	% surface C	TOTAL
éolienne 1	10	90	0	100
éolienne 2	15	25	60	100
éolienne 3	10	65	25	100
éolienne 4	15	85	0	100
éolienne 5	15	50	35	100
TOTAL	13	63	24	100

05 mars 2013				
	% surface A	% surface B	% surface C	TOTAL
éolienne 1	10	90	0	100
éolienne 2	15	30	55	100
éolienne 3	10	90	0	100
éolienne 4	15	60	25	100
éolienne 5	15	10	75	100
TOTAL	13	56	31	100

11 mars 2013				
	% surface A	% surface B	% surface C	TOTAL
éolienne 1	10	40	50	100
éolienne 2	15	10	75	100
éolienne 3	10	90	0	100
éolienne 4	15	60	25	100
éolienne 5	15	10	75	100
TOTAL	13	42	45	100

19 mars 2013				
	% surface A	% surface B	% surface C	TOTAL
éolienne 1	10	20	70	100
éolienne 2	15	10	75	100
éolienne 3	10	90	0	100
éolienne 4	15	60	25	100
éolienne 5	15	10	75	100
TOTAL	13	38	49	100

27 mars 2013				
	% surface A	% surface B	% surface C	TOTAL
éolienne 1	10	0	90	100
éolienne 2	15	0	85	100
éolienne 3	10	90	0	100
éolienne 4	15	85	0	100
éolienne 5	15	0	85	100
TOTAL	13	35	52	100