

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

Bilan des 5 années de suivi

Rédaction :
Perrine DULAC

Ligue pour la Protection des Oiseaux
Délégation Vendée
Association indépendante

Siège social : 61 rue Gutenberg – 85 000 LA ROCHE SUR YON
tél. : 02 51 46 21 91 – Fax : 02 51 62 07 93 – email : vendee@lpo.fr ; site internet <http://vendee.lpo.fr>



Rapport à citer avec la référence suivante :

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.

SOMMAIRE

LISTES DES ILLUSTRATIONS	5
INTRODUCTION.....	7
1. Contexte écologique du site.....	8
1.1 Présentation générale.....	8
1.2 Importance de la zone humide pour les oiseaux.....	9
1.2.1 Importance ornithologique du Marais breton et de la baie de Bourgneuf en France et en Europe....	9
1.2.2 Importance de la zone concernée par le parc éolien	10
1.3 Importance de la zone pour les Chauves-souris	11
2. Mesures "compensatoires"	12
2.1 Mesures proposées par l'expertise initiale	12
2.2 Mesures ayant été appliquées	12
3. Suivi des impacts du parc sur l'avifaune : zone d'étude	13
4. Impacts sur la reproduction des oiseaux	15
4.1 Les Oiseaux d'eau	15
4.1.1 Rappels et éléments de protocole	15
4.1.2 Répartition géographique des nicheurs sur le polder.....	16
4.1.3 Evolution de la nidification sur le polder	19
4.1.3.1 Sterne pierregarin (<i>Sterna hirundo</i>)	19
4.1.3.2 Sterne caugek (<i>Sterna sandvicensis</i>).....	21
4.1.3.3 Mouette rieuse (<i>Larus ridibundus</i>).....	23
4.1.3.4 Mouette mélanocéphale (<i>Larus melanocephalus</i>).....	24
4.1.3.5 Avocette élégante (<i>Recurvirostra avosetta</i>)	25
4.1.3.6 Vanneau huppé (<i>Vanellus vanellus</i>)	27
4.1.3.7 Chevalier gambette (<i>Tringa totanus</i>)	28
4.1.3.8 Gravelot à collier interrompu (<i>Charadrius alexandrinus</i>)	28
4.1.3.9 Petit Gravelot (<i>Charadrius dubius</i>)	29
4.1.3.10 Tadorne de Belon (<i>Tadorna tadorna</i>).....	29
4.1.3.11 Sterne arctique (<i>Sterna paradisaea</i>)	30
4.1.4 Synthèse et effet des éoliennes sur les oiseaux d'eau nicheurs	31
4.2 Les Busards	33
4.2.1 Méthodologie	33
4.2.2 Résultats	34
4.2.3 Conclusions et effets des éoliennes sur les busards.....	36
4.3 Les passériformes et oiseaux communs.....	37
4.3.1 Méthodologie	37
4.3.2 Résultats	38
4.3.3 Espèces en diminution.....	41
4.3.4 Espèces ayant peu évolué ou montrant de fortes fluctuations	42
4.3.5 Proximité des éoliennes et nombre de contacts	43
4.3.6 Synthèse et effet possible des éoliennes sur les passereaux	43
5. Impacts sur le comportement diurne des oiseaux.....	45
5.1 Eléments de protocole.....	45
5.2 Préambule à l'analyse des données de comportement	46
5.3 Quelques résultats généraux	47
5.4 Nombre de passages d'oiseaux.....	48
5.4.1 Données globales.....	48
5.4.2 Par taxon.....	48

5.4.3	Par saison	50
5.4.4	Par secteur géographique.....	51
5.4.5	Influence de la vitesse du vent.....	52
5.5	Taille des groupes.....	52
5.5.1	Données globales.....	52
5.5.2	Par taxon.....	52
5.5.3	Par saison	53
5.5.4	Par secteur	53
5.5.5	Influence de la vitesse du vent.....	53
5.6	Hauteur de vol.....	54
5.6.1	Données globales.....	54
5.6.2	Par taxon.....	54
5.6.3	Fréquentation de la "zone à risque" par les oiseaux	55
5.6.4	Par saison	57
5.6.5	Par secteur	58
5.6.6	Influence de la vitesse du vent.....	58
5.7	Limites de la méthode et difficultés d'interprétation.....	58
5.8	Synthèse et conclusions.....	59
5.8.1	Nombre de passages diurnes au niveau de la ligne d'éoliennes	59
5.8.2	Taille des groupes.....	59
5.8.3	Hauteur moyenne de vol.....	60
6.	Impacts sur le reposoir de marée haute.....	61
6.1	Localisation et importance du reposoir.....	61
6.2	Resultats.....	62
6.3	Conclusions.....	64
7.	La mortalité	65
7.1	Eléments de protocole.....	65
7.2	Détermination des coefficients de correction.....	65
7.2.1	Disparition et efficacité de l'observateur	65
7.2.2	Correction de surface.....	66
7.2.3	Calcul de $N_{\text{estimé}}$	67
7.3	La mortalité d'oiseaux	68
7.3.1	Résultats des prospections de terrain.....	68
7.3.2	Causes possibles de la mort.....	72
7.3.3	Estimation du nombre d'oiseaux tués par les éoliennes.....	73
7.3.4	Evolution mensuelle de la mortalité	74
7.4	La mortalité des chauves-souris.....	74
7.4.1	Résultats des prospections de terrain.....	74
7.4.2	Causes possibles de la mort.....	77
7.4.3	Estimation du nombre de chauves-souris tuées par les éoliennes.....	78
7.4.4	Evolution mensuelle de la mortalité	79
7.5	Répartition géographique des cadavres	80
7.6	Limites de la méthode.....	81
7.7	Des solutions ?	82
CONCLUSION GENERALE		83
BIBLIOGRAPHIE.....		87
ANNEXES.....		91

LISTES DES ILLUSTRATIONS

Carte 1 – Localisation du parc éolien de Bouin (Vendée)	8
Carte 2 – Localisation du parc éolien par rapport au site Natura 2000	11
Carte 3 – Typologie des milieux, emplacement des éoliennes et secteur étudié.....	14
Carte 4 – Situation des secteurs d'observation des oiseaux nicheurs	16
Carte 5 – Exemple de répartition des couples nicheurs sur les secteurs hors lagune (exemple de l'année 2006)	17
Carte 6 – Exemple de répartition des couples nicheurs sur la lagune (exemple de l'année 2006)	18
Carte 7 – Localisation des sites gérés pour l'accueil des oiseaux d'eau autour de la baie de Bourgneuf (possibles reports des oiseaux d'un site sur l'autre, voir aussi figures 3, 5 et 12)	21
Carte 8 – Localisation des nids de Busard cendré sur le polder du Dain depuis 1996 (1 point = 1 nid). Les données de 1998 et 1999 ne figurent pas sur cette carte car les informations géographiques sont incomplètes pour ces années.. ..	35
Carte 9 – Localisation des nids de Busard des roseaux sur le polder du Dain depuis 1996 (1 carré=1 nid).....	36
Carte 10 – Localisation des points d'écoute des passereaux	38
Carte 11 – Les 4 secteurs de suivi du comportement diurne des oiseaux autour des éoliennes.....	45
Carte 12 – Localisation du reposoir de marée haute sur la lagune par rapport aux éoliennes	61

Figure 1 – Reproduction de la Sterne pierregarin (<i>Sterna hirundo</i>) sur le polder du Dain entre 1973 et 2006.....	19
Figure 2 – Reproduction de la Sterne caugek (<i>Sterna sandvicensis</i>) sur la lagune entre 1997 et 2006	22
Figure 3 – Illustration du phénomène de report des sternes d'une colonie sur l'autre (échanges lagune de Bouin / Réserve Naturelle Nationale des Marais de Müllembourg, Réserve Naturelle Régionale du polder de Sébastopol).....	22
Figure 4 – Reproduction de la Mouette rieuse (<i>Larus ridibundus</i>) sur le polder du Dain entre 1998 et 2006	23
Figure 5 – Report partiel de la colonie de Mouette rieuse d'un site protégé à l'autre.....	24
Figure 6 – Reproduction de la Mouette mélanocéphale (<i>Larus melanocephalus</i>) sur la lagune entre 1998 et 2006	25
Figure 7 – Reproduction de l'Avocette élégante (<i>Recurvirostra avosetta</i>) sur le polder du Dain entre 1993 et 2006 (pas de données en dehors de la lagune avant 1999).....	26
Figure 8 – Reproduction du Vanneau huppé (<i>Vanellus vanellus</i>) sur le polder du Dain entre 1998 et 2006	27
Figure 9 – Reproduction du Chevalier gambette (<i>Tringa totanus</i>) sur le polder du Dain entre 1998 et 2006	28
Figure 10 – Reproduction du Gravelot à collier interrompu (<i>Charadrius alexandrinus</i>) sur le polder du Dain entre 2002 et 2006	29
Figure 11 – Reproduction du Tadorne de Belon (<i>Tadorna tadorna</i>) sur la lagune entre 1998 et 2006	30
Figure 12 – Phénomène de report des oiseaux d'eau d'un site à l'autre de la baie de Bourgneuf.....	32
Figure 13 - Nombre de couples de Busard cendré (<i>Circus pygargus</i>) entre 1996 et 2006 sur le polder du Dain (y compris zone à l'est de l'ancienne digue). NB : les données de 1998 sont incomplètes.	34
Figure 14 – Evolution du nombre de contacts de Linotte mélodieuse (<i>Carduelis cannabina</i>) sur le carré STOC-EPS de Bouin depuis 2001 (le trait noir représente la régression linéaire)	42
Figure 15 – Espèces en diminution en France sur la période 2001-2006 : variation des indices d'abondance sur les carrés STOC suivis les 6 années (figure extraite de JIGUET & JULLIARD 2007).....	42
Figure 16 – Répartition des passages sur le site entre 2002 et 2006. La catégorie "autres" regroupe les espèces suivantes : Grand Cormoran, Cormoran huppé, Ibis sacré, Grue cendrée, Spatule blanche, Perdrix.....	47
Figure 17 : Nombre moyen de passages d'oiseaux sur le site par heure.	48
Figure 18 – Evolution du nombre de passages par heure pour les familles concernées par une baisse significative. Les flèches indiquent les variations significatives (test non paramétrique de Mann-Whitney, risque 5 %).....	49
Figure 19 – Evolution du nombre de passages de Tadorne de Belon (<i>Tadorna tadorna</i>) sur le site entre 2002 et 2006. Les variations sont significatives seulement entre 2002 et les autres années	49
Figure 20 : Nombre moyen de passages d'oiseaux sur le site par heure en période d'hivernage.	51
Figure 21 - Taille moyenne des groupes d'oiseaux passant la ligne d'éoliennes. Les traits verticaux représentent l'écart-type de l'échantillon.	52
Figure 22 – Hauteur moyenne de vol des oiseaux passant la ligne d'éoliennes. Les traits verticaux représentent les écarts-types des échantillons.....	54
Figure 23 – Proportion d'oiseaux passant en journée dans la zone "à risque" de balayage des pales : évolution depuis 2002	55
Figure 24 – Proportion d'oiseaux passant en journée dans la zone "à risque" de balayage des pales	56
Figure 25 – Proportion d'oiseaux passant dans la zone "à risque" de balayage des pales (2006) : détail pour les espèces les plus représentées sur le site.	56
Figure 26 – Evolution de la hauteur moyenne de vol pendant les différentes saisons (les traits verticaux représentent l'écart-type de l'échantillon).....	57

Figure 27 - Nombre moyen d'oiseaux d'eau sur la lagune (limicoles et anatidés) en décembre et janvier, par marée haute de coefficient "moyen" (75 à 85).....	62
Figure 28 - Nombre moyen d'oiseaux d'eau sur la lagune (limicoles et anatidés) en décembre et janvier, par marée haute de fort coefficient (supérieur à 90).	62
Figure 29 – Nombre moyen d'oiseaux d'eau en reposoir sur la lagune lors des hautes mers de coefficient compris entre 75 et 85 (limicoles et anatidés) : comparaison de la situation avant et après la construction des éoliennes.	63
Figure 30 – Oiseaux trouvés morts au pied des éoliennes de Bouin : répartition spécifique (2003-2006).....	69
Figure 31 - Evolution mensuelle de la mortalité d'oiseaux sur le site de Bouin (nombre d'oiseaux trouvés).....	74
Figure 32 – Chauves-souris trouvées mortes au pied des éoliennes de Bouin : répartition spécifique (2003-2006).....	75
Figure 33 - Evolution mensuelle de la mortalité de chauves-souris sur le site de Bouin (nb d'individus trouvés).....	79
Figure 34 – Evolution mensuelle de la mortalité de chauves-souris, détaillée par espèces (toutes années confondues) ..	79
Figure 35 - Nombre d'oiseaux trouvés morts sous chaque éolienne (total des 4 années d'observation). Les éoliennes comportant un astérisque sont celles sur lesquelles sont placés les flashes.....	80
Figure 36 - Nombre de chauves-souris retrouvées mortes sous chaque éolienne (total des 4 années). Les éoliennes comportant un astérisque sont celles sur lesquelles sont placés les flashes.....	80

Tableau 1 – Comparaison des résultats de nidification des oiseaux d'eau entre l'état initial (moyenne 1998-2002) et la période de fonctionnement des éoliennes (2003-2006).	31
Tableau 2 - Variations du nombre de contacts sur les points STOC-EPS du site d'étude entre 2001 et 2006.....	40
Tableau 3 – Suivi du comportement : investissement sur le terrain et données générales.....	47
Tableau 4 – Détermination des coefficients correcteurs P et Z moyens pour les 3,5 années de suivi	66
Tableau 5 – Espèces et nombre d'oiseaux retrouvés morts au pied des éoliennes depuis le début du suivi en 2003.....	68
Tableau 6 – Statuts de conservation des espèces rares ou menacées dont des individus ont été trouvés morts au pied des éoliennes de Bouin entre 2003 et 2006.	69
Tableau 7 – Estimation du nombre d'oiseaux tués par les éoliennes entre 2003 et 2006. Les résultats sont exprimés pour 8 éoliennes et pour 1 semaine (entre parenthèse, extrapolation par an et par éolienne pour comparaison avec la littérature).	73
Tableau 8 - Espèces et nombre de chauves-souris retrouvées mortes au pied des éoliennes depuis le début du suivi en 2003.....	74
Tableau 9 – Statuts de conservation des espèces rares ou menacées dont des individus ont été trouvés morts au pied des éoliennes de Bouin entre 2003 et 2006.	75
Tableau 10 – Estimation du nombre de chauves-souris tuées par les éoliennes entre 2003 et 2006. (entre parenthèse, extrapolation par an et par éolienne pour comparaison avec la littérature).....	78
Tableau 11 – Synthèse des biais d'estimation de la mortalité.....	81

Photo 1 – A gauche, une Mouette rieuse (<i>Larus ridibundus</i>), trouvée le 19/09/04. A droite, le Goéland leucophée (<i>Larus michahellis</i>) (pattes et croupions sectionnés) trouvé le 19/07/06	72
Photo 2 – Noctule commune (<i>Nyctalus noctula</i>) trouvée le 30 août 2006.....	77

INTRODUCTION

Le parc éolien de Bouin, construit en 2003, comporte 8 éoliennes de 2,4 et 2,5 MW (soit 19,5 MW au total). Leur hauteur totale est de 102 m (62 m de mât + 40 m de pales).

La Ligue pour la Protection des Oiseaux (LPO), mandatée en 2000 par le bureau d'études AlTech pour réaliser l'expertise avifaune de l'étude d'impact, avait proposé un certain nombre de mesures "compensatoires". En effet, ce projet était situé à la limite du projet de Site d'Intérêt Communautaire (pSIC) "Marais breton, baie de Bourgneuf, île de Noirmoutier et forêt de Monts", dans la Zone Importante pour la Conservation des Oiseaux (ZICO, devenue ZPS depuis le 6 avril 2006), et à moins de 500 m de la lagune de Bouin, site ornithologique d'intérêt régional.

Les mesures de suppression, de réduction et de compensation des impacts devaient donc être adaptées à un tel enjeu.

La LPO avait ainsi demandé :

- que les lignes électriques se trouvant déjà sur place soit effacées ;
- que la chasse au gibier d'eau sur la lagune de Bouin soit interdite ;
- que le porteur de projet finance des travaux de génie écologique sur la lagune de Bouin.

Par ailleurs, il avait été proposé d'effectuer pendant 5 ans un suivi des impacts du parc éolien sur l'avifaune. Le parc de Bouin étant le premier des Pays de la Loire, qui plus est situé sur une zone sensible du point de vue de l'avifaune, l'ADEME Pays de la Loire (Agence de l'Environnement et de Maîtrise de l'Energie) a souhaité financer ce suivi, et la Région Pays de la Loire s'est associée à ce financement dès 2003. La LPO a été chargée de ce suivi, *via* une convention puis la signature de marchés à partir de 2005.

Le suivi du site a débuté en 2002, avant la construction des éoliennes. Il a permis de compléter l'état initial (réalisé en 2000), en particulier sur le comportement des oiseaux et les zones de reproduction hors lagune (COSSON 2003).

Le suivi s'est poursuivi en 2003 (année de la mise en route des éoliennes, COSSON 2004), puis de 2004 à 2006 (COSSON & DULAC 2005, COSSON & DULAC 2006).

Alors que la LPO n'était missionnée que pour suivre l'impact des éoliennes sur les oiseaux, en 2003 est apparue une problématique "chauves-souris" suite à la découverte de cadavres sous les éoliennes. Cette problématique n'avait pas été abordée lors de l'état initial.

Le présent rapport a pour objectif de dresser le bilan de 5 années de suivi.

Il rappelle le contexte écologique du site, détaille les mesures compensatoires qui avaient été proposées et celles qui ont été réalisées, reprend les éléments de méthodologie du suivi.

Il fait le bilan des impacts du parc éolien de Bouin sur les 4 paramètres qui avaient été choisis :

- la reproduction des oiseaux : cortège d'espèces, nombre de nicheurs, répartition, et dans la mesure du possible succès de reproduction ;
- le comportement des oiseaux en période diurne autour des éoliennes ;
- l'évolution du reposoir de marée haute (importance en hivernage et migration) ;
- la mortalité d'oiseaux et de chauves-souris, liée aux éoliennes.

Il tente également, pour chacun des sujets traités, de replacer les résultats dans le contexte de suivi des parcs éoliens en Europe.

1. CONTEXTE ECOLOGIQUE DU SITE

1.1 PRESENTATION GENERALE

Les éoliennes se trouvent sur la commune de Bouin (Vendée), dans le nord du Marais breton, sur le polder du Dain (cf. carte 1).

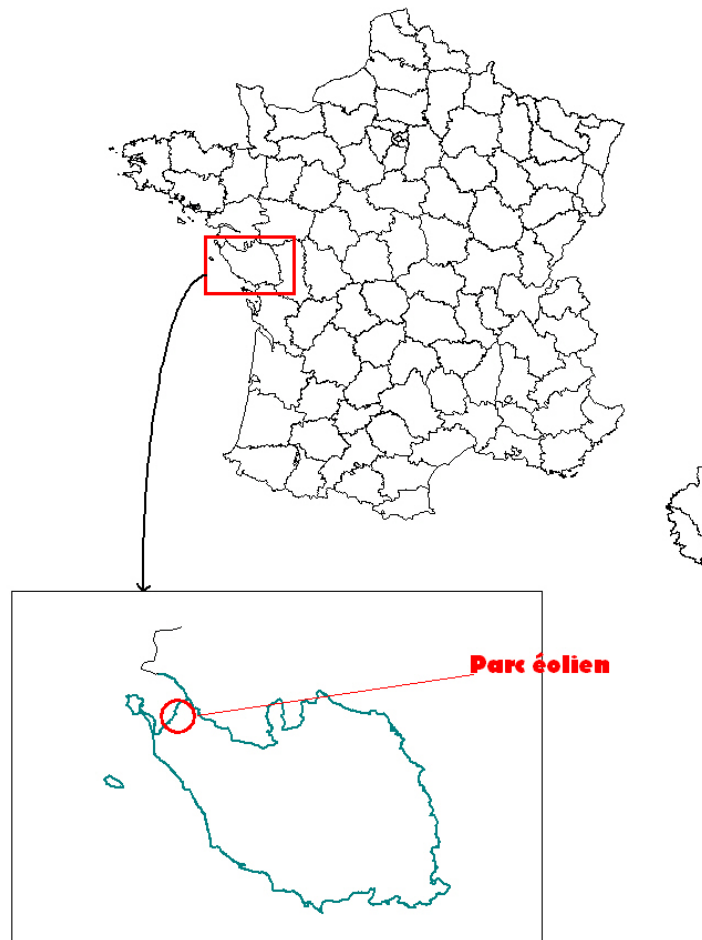
Le Marais breton et la baie de Bourgneuf s'étendent sur plus de 60 000 ha et constituent **une des plus grandes étendues de zones humides de France**.

Le polder du Dain comprend une zone agricole (céréales, maïs, colza, pâturage), une zone d'exploitation ostréicole, une grande prairie halophile, une lagune d'eau salée d'arrière-digue et des hameaux.

Situé au "milieu" de la baie de Bourgneuf, cet espace a été poldérisé progressivement, dès le début du XVIII^e siècle. Une des digues les plus anciennes, toujours visible dans le paysage, construite au XIX^e siècle, a été consolidée dans les années 1940, suite à un raz de marée qui avait submergé une partie de l'île de Bouin. Cette digue forme maintenant un chemin piétonnier (GR de Pays) qui sert également d'accès aux champs pour les agriculteurs. En arrière de cette ancienne digue, le polder est en transition vers un paysage de marais.

L'actuelle route d'accès à la zone ostréicole est également une ancienne digue, qui a perdu sa fonction en 1964-1965, date de la fin de la construction de la digue actuelle. Le polder ostréicole est donc très récent.

La ligne de 8 éoliennes est implantée le long de la route d'accès à la zone ostréicole. Elle se trouve donc entre la zone ostréicole et la zone cultivée du polder (cf. carte 2).



Carte 1 – Localisation du parc éolien de Bouin (Vendée)

1.2 IMPORTANCE DE LA ZONE HUMIDE POUR LES OISEAUX

1.2.1 Importance ornithologique du Marais breton et de la baie de Bourgneuf en France et en Europe

Le complexe Marais breton - baie de Bourgneuf – île de Noirmoutier présente une **très grande diversité d'habitats originaux** : dunes, vasières intertidales, prés salés, lagunes saumâtres, polders agricoles et ostréicoles, et surtout une grande surface de prairies halophiles et subhalophiles, en partie inondables.

Ceci confère à la zone une richesse biologique exceptionnelle (forte productivité biologique, espèces rares inféodées à ce type de milieux...), et en particulier pour les oiseaux.

C'est pour cette raison que la zone a fait l'objet d'un classement à l'inventaire français des ZICO (Zones Importantes pour la Conservation des Oiseaux, ZICO PL05), inventaire lancé par le Ministère de l'Environnement, en vue de l'application de la Directive Oiseaux de 1979. La **Zone de Protection Spéciale (ZPS)** "Marais breton, baie de Bourgneuf, île de Noirmoutier et forêt de Monts" a été désignée par l'arrêté ministériel du 6 avril 2006, paru au Journal Officiel du 16 avril 2006.

Le site est également classé à l'inventaire national du patrimoine naturel ZNIEFF (Zones Naturelles d'Intérêt Ecologique Floristique et Faunistique), entre autres pour son intérêt ornithologique.

Oiseaux hivernants et migrateurs

Le Marais breton et la baie de Bourgneuf constituent une **zone humide d'importance internationale** selon les critères de la convention de RAMSAR du 2 février 1971. En effet, le site répond à deux de ces critères :

- cette zone héberge tous les hivers **plus de 20 000 oiseaux d'eau**
- elle héberge en hiver **1% des individus** de la population biogéographique de la Bernache cravant, du Canard souchet, de l'Avocette élégante, du Pluvier argenté, de la Barge rousse, du Bécasseau variable, du Tourneperrière à collier (GILLIER *et al.* 2000, WETLANDS INTERNATIONAL 2006, données LPO).

Le complexe Marais breton / baie de Bourgneuf / île de Noirmoutier n'a pourtant pas été désigné comme site RAMSAR.

La baie figure enfin **parmi les 5 premiers sites français pour l'accueil en hiver de** : la Bernache cravant (8 300 individus en moyenne pour les 5 derniers hivers), le Fuligule milouinan (580), l'Avocette élégante (2 300), le Pluvier argenté (2 300), le Bécasseau maubèche (2 550), la Barge rousse (1 500) et le Courlis cendré (1 230).

Les effectifs de Tadorne de Belon (1 800), de Canard souchet (500), de Canard colvert (2 600), d'Huîtrier pie (1 700), de Bécasseau variable (18 000) sont également notables par rapport à la population hivernant en France (COLL. 2003, 2004, 2005, 2006, 2007 ; MAHEO 2003, 2004, 2005, 2006, 2007). Presque toutes les espèces d'anatidés et de limicoles hivernants atteignent ainsi le seuil d'importance nationale.

Oiseaux nicheurs

Ce grand ensemble constitue :

- le **premier site français** pour la nidification de l'Avocette élégante (M. Vaslin et G. Gélinaud comm. pers.), de la Barge à queue noire (plus de 50 % de la population française, RIEGEL *et al.* 2006), de l'Echasse blanche, du Vanneau huppé, du Chevalier gambette (50 % de la population française), du Canard souchet (60 à 80 % de la population française) (DUBOIS *et al.* 2000, DECEUNINCK & MAHEO 1998) ;

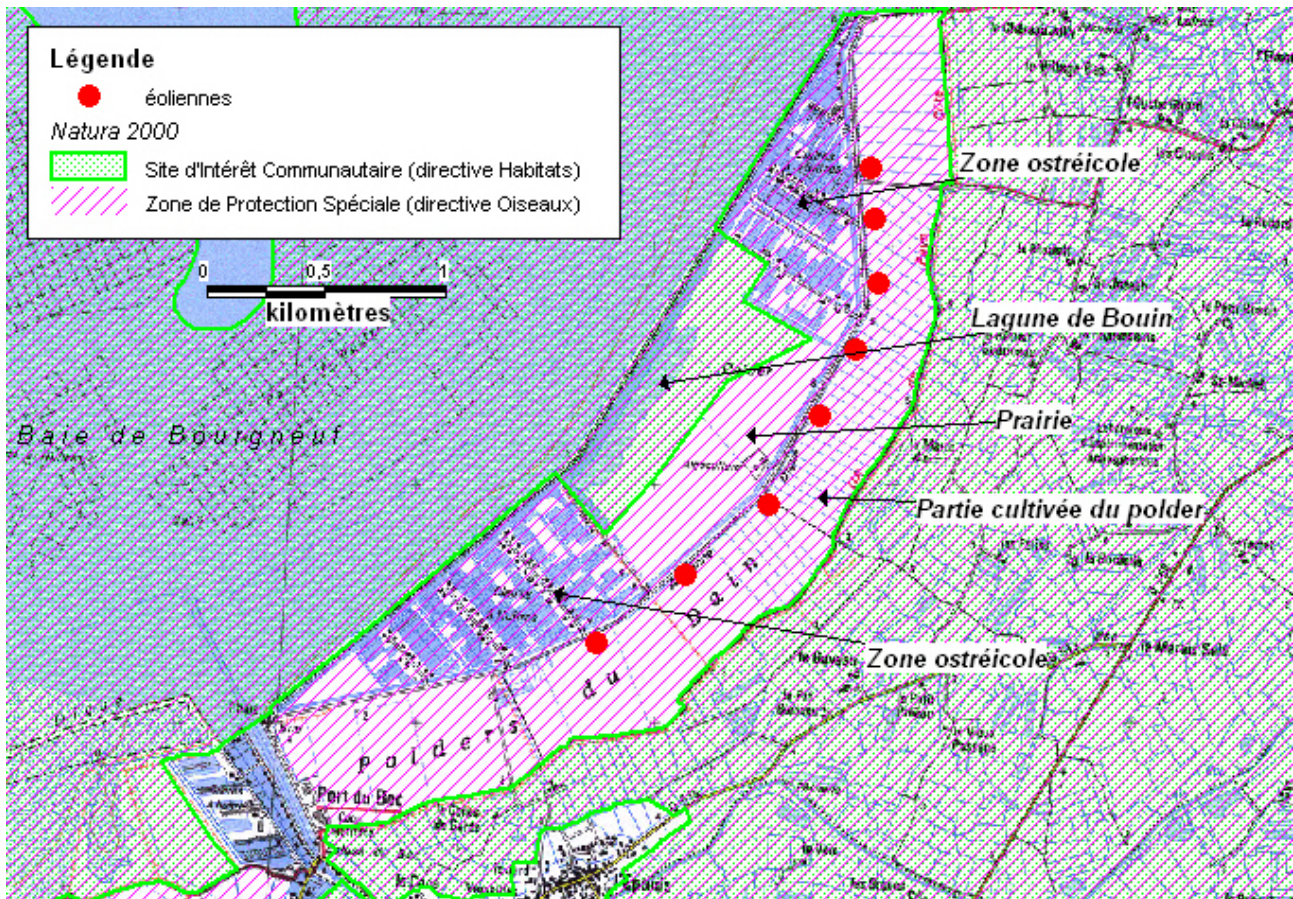
- le **deuxième site français** pour la nidification de la Bécassine des marais (DUBOIS & *al* 2000) ;
- un des sites français importants pour la nidification du Hibou des marais (KERAUTRET 1999), de la Sterne pierregarin, de la Sterne caugek et de la Mouette mélanocéphale (CADIOU *et al* 2004).

1.2.2 Importance de la zone concernée par le parc éolien

Le parc éolien et le polder se trouvent, on l'a vu, dans le site Natura 2000 "Marais breton, baie de Bourgneuf, forêt de Monts et île de Noirmoutier", désigné au titre des Directives "Habitats" (Site d'Intérêt Communautaire FR5200653) et Directive "Oiseaux" (Zone de Protection Spéciale FR5212009).

Le polder du Dain est **l'un des sites ornithologiques les plus intéressants du site Natura 2000**, aussi bien en période de reproduction qu'en hivernage :

- la lagune d'eau salée située à l'ouest du polder, appartenant à la Commune de Bouin et gérée par la LPO, accueille une partie de la population nicheuse de Sternes pierregarin et caugek, de Mouettes mélanocéphale et rieuse du complexe Marais breton / île de Noirmoutier ;
- cette lagune est également l'un des plus importants reposoirs de marée haute de la baie de Bourgneuf pour les oiseaux d'eau (en moyenne 9 500 oiseaux en décembre – janvier par marée "moyenne", avec des maxima supérieurs à 20 000 par grande marée). Elle présente en effet l'avantage de rester accessible aux limicoles même lors des hautes mers de vive eau ;
- enfin, la lagune et sa prairie constituent une zone d'alimentation pour plusieurs espèces (notamment les bernaches cravants qui pâturent dans la prairie) ;
- le polder cultivé accueille une partie de la population nicheuse de busards cendrés du Marais breton.



Carte 2 – Localisation du parc éolien par rapport au site Natura 2000.

1.3 IMPORTANCE DE LA ZONE POUR LES CHAUVES-SOURIS

Le Marais breton, et plus particulièrement le polder de Bouin, n'ont malheureusement jamais fait l'objet d'études approfondies sur les Chiroptères. Dans le cadre des documents d'objectifs du Site d'Intérêt Communautaire, aucun inventaire n'a été mené (bien que de nombreuses espèces de chauves-souris vendéennes figurent en annexes II et IV de la Directive Habitats).

Les données restent rares sur le territoire du Marais breton, peu de gîtes étant connus.

Des colonies sont connues pour 3 espèces seulement : un Oreillard (*Plecotus sp.*), le Murin de Daubenton (*Myotis daubentoni*), la Pipistrelle commune (*Pipistrellus pipistrellus*).

Compte-tenu de la richesse du site Natura 2000, et notamment de la présence de prairies humides riches en insectes, il est probable que de nombreuses espèces soient présentes.

Aucune étude des chauves-souris présentes sur le site d'implantation des éoliennes n'a été menée avant la construction de celles-ci.

2. MESURES "COMPENSATOIRES"

Par mesures "compensatoires" on entend ici l'ensemble des mesures de suppression, de réduction puis de compensation des impacts du parc éolien sur l'avifaune.

2.1 MESURES PROPOSEES PAR L'EXPERTISE INITIALE

Compte-tenu des enjeux avifaunistiques précédemment décrits, la LPO avait préconisé, lors de son expertise en 2000, les mesures "compensatoires" suivantes (ceci comprend les mesures de suppression, de réduction et de compensation des impacts) :

- déplacement des éoliennes dans le polder des Champs pour les éloigner du secteur sensible de la lagune de Bouin ;
- période de construction des éoliennes en dehors de la période de nidification des oiseaux sur le polder (construction entre septembre et février) ;
- pas d'éclairage nocturne permanent pour éviter d'attirer les oiseaux migrateurs vers les éoliennes ;
- effacement des lignes électriques existantes sur le site, et en particulier de la ligne moyenne tension située sur l'emplacement des futures éoliennes, afin de ne pas multiplier les obstacles pour les oiseaux (risque de collision et contournement du site) ;
- interdiction de la chasse sur la lagune, la prairie et la digue, afin d'éviter les dérangements d'oiseaux en reposoir et leur report dans la zone "à risque" des éoliennes (risque de collision et/ou dépenses énergétiques supplémentaires pour contourner le parc) ;
- engagement du maître d'ouvrage dans des travaux de génie écologique, afin de conforter et améliorer la capacité d'accueil de la lagune pour les oiseaux d'eau (compensation du dérangement potentiel par les éoliennes).

Ces mesures avaient été proposées sur la base de la bibliographie disponible à l'époque sur le sujet des éoliennes et des oiseaux.

2.2 MESURES AYANT ETE APPLIQUEES

Déplacement des éoliennes

Compte-tenu des impératifs techniques et financiers (liaison avec le poste électrique de Beauvoir), cette mesure n'a pas pu être appliquée.

Période de construction des machines

Les principaux travaux (fondations, travaux électriques, montage de la plupart des machines) ont été réalisés pendant l'hiver 2002-2003. La période préconisée a été allongée jusqu'en mars-avril.

Pas d'éclairage nocturne permanent

L'éclairage permanent n'était pas prévu, cette mesure était donc caduque.

Effacement des lignes

Seule la ligne moyenne tension située à l'emplacement des éoliennes (la plus problématique) a été enfouie. Les lignes d'alimentation des cabanes ostréicoles et les lignes téléphoniques sont restées en place.

Interdiction de la chasse sur la lagune

Cette mesure a été négociée avec la Société de Chasse et la Commune par l'ADEME et la LPO, bien qu'elle incombait aux maîtres d'ouvrage.

Une mesure d'interdiction de la seule chasse au gibier d'eau sur la lagune a été mise en place en septembre 2003 par la signature d'un arrêté municipal. La chasse au petit gibier de plaine, sur la prairie et la digue, est toujours autorisée.

L'arrêté municipal n'a été que partiellement respecté pendant plusieurs saisons (présence de chasseurs au poste fixe sur la digue, chassant le gibier d'eau au-dessus de la digue, seul endroit encore en dehors de la réserve de chasse). Des actions de chasse ont encore eu lieu pendant la saison 2005-2006.

Travaux de génie écologique

SIIF Energie (devenu depuis EDF Energies Nouvelles), propriétaire de 5 des 8 éoliennes, a financé une partie des travaux d'amélioration de la lagune (curage, création d'îlots, pose d'ouvrages hydrauliques permettant une meilleure gestion du site).

3. SUIVI DES IMPACTS DU PARC SUR L'AVIFAUNE : ZONE D'ETUDE

La zone d'étude est la même que celle que nous avons délimitée lors de l'état initial en 2000 (*cf.* carte 3). Ceci représente une surface totale de 360 ha, correspondant à un périmètre d'environ 500 m autour des éoliennes. Pour des raisons pratiques, le périmètre suit en effet des repères géographiques facilement repérables (routes, digues, lieux-dits...) :

Limite Nord-Ouest :	Digue à la mer
Limite Nord :	Port des Champs
Limite Est :	GR de Pays
Limite Sud-Est :	GR de Pays
Limite Sud :	Port du Bec

Pour le suivi de la reproduction des busards, nous avons étendu la zone d'étude au secteur situé à l'est de l'ancienne digue (GR de Pays). En effet, des données sont disponibles sur cette partie du polder depuis 1996.

4. IMPACTS SUR LA REPRODUCTION DES OISEAUX

L'objectif est de connaître l'évolution des effectifs nicheurs d'une année sur l'autre, afin d'évaluer le possible impact des éoliennes sur chaque espèce ou groupe taxonomique.

Le protocole détaillé de suivi des oiseaux nicheurs figure en annexe de ce dossier.

4.1 LES OISEAUX D'EAU

4.1.1 Rappels et éléments de protocole

Par oiseaux d'eau on entend les groupes suivants : limicoles (charadriidés, recurvirostridés, scolopacidés), anatidés, laridés et sternidés. Sont ici concernés : l'Avocette élégante (*Recurvirostra avosetta*), l'Echasse blanche (*Himantopus himantopus*), le Vanneau huppé (*Vanellus vanellus*), le Chevalier gambette (*Tringa totanus*), le Gravelot à collier interrompu (*Charadrius alexandrinus*), le Petit Gravelot (*Charadrius dubius*), le Tadorne de Belon (*Tadorna tadorna*), le Canard colvert (*Anas platyrhynchos*), la Mouette rieuse (*Larus ridibundus*), la Mouette mélanocéphale (*Larus melanocephalus*), le Goéland argenté (*Larus argentatus*), la Sterne caugek (*Sterna sandvicensis*), la Sterne pierregarin (*Sterna hirundo*) et occasionnellement la Sterne arctique (*Sterna paradisaea*).

Sur ce site, des données de reproduction des oiseaux d'eau étaient déjà disponibles avant l'étude d'impact des éoliennes : la LPO est en effet gestionnaire de la lagune de Bouin depuis la fin des années 1990 et suit ce site depuis de nombreuses années. Des publications sont donc disponibles (MIAUD 1993, DUBOIS *et al.* 1988, PENARD 1995, SIGNORET 1998, SIGNORET *et al.* 2000, DULAC *et al.* 2000, YESOU 2002).

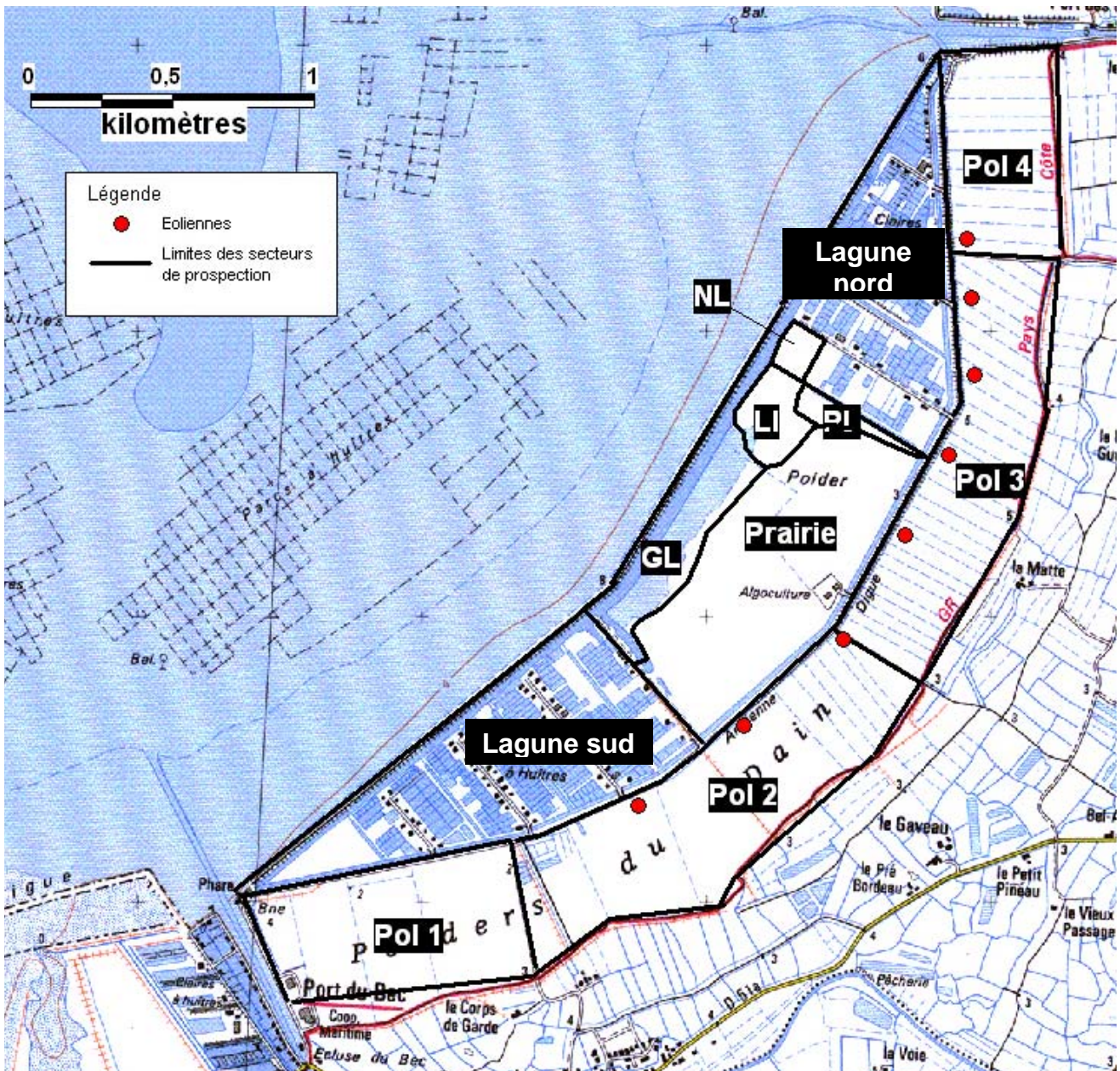
La méthode de recensement des nicheurs correspond à celle utilisée sur la lagune depuis plusieurs années. Elle consiste à comptabiliser de façon exhaustive, au moins une fois par mois entre le 1^{er} mars et le 15 août, le nombre de couples nicheurs (probable ou certain) de chaque espèce (*cf.* protocole détaillé en annexe 1).

Le territoire étudié a été découpé en secteurs (*cf.* carte 4) : Polder cultivé (Pol 1, Pol 2, Pol 3, Pol 4), Lagune sud, Lagune nord, Prairie, Petite Lagune (PL), Lagune Intermédiaire (LI), Grande Lagune (GL), Nouvelle Lagune (NL).

Pour chaque secteur, l'effectif retenu pour une espèce est le nombre maximum de couples probables ou certains observé au cours de la saison de reproduction.

La nidification étant plus importante (en terme de densité) sur la lagune (PL, LI, GL, NL) que sur les autres secteurs, la cartographie a été scindée en 2 cartes (*cf.* 4.1.2.).

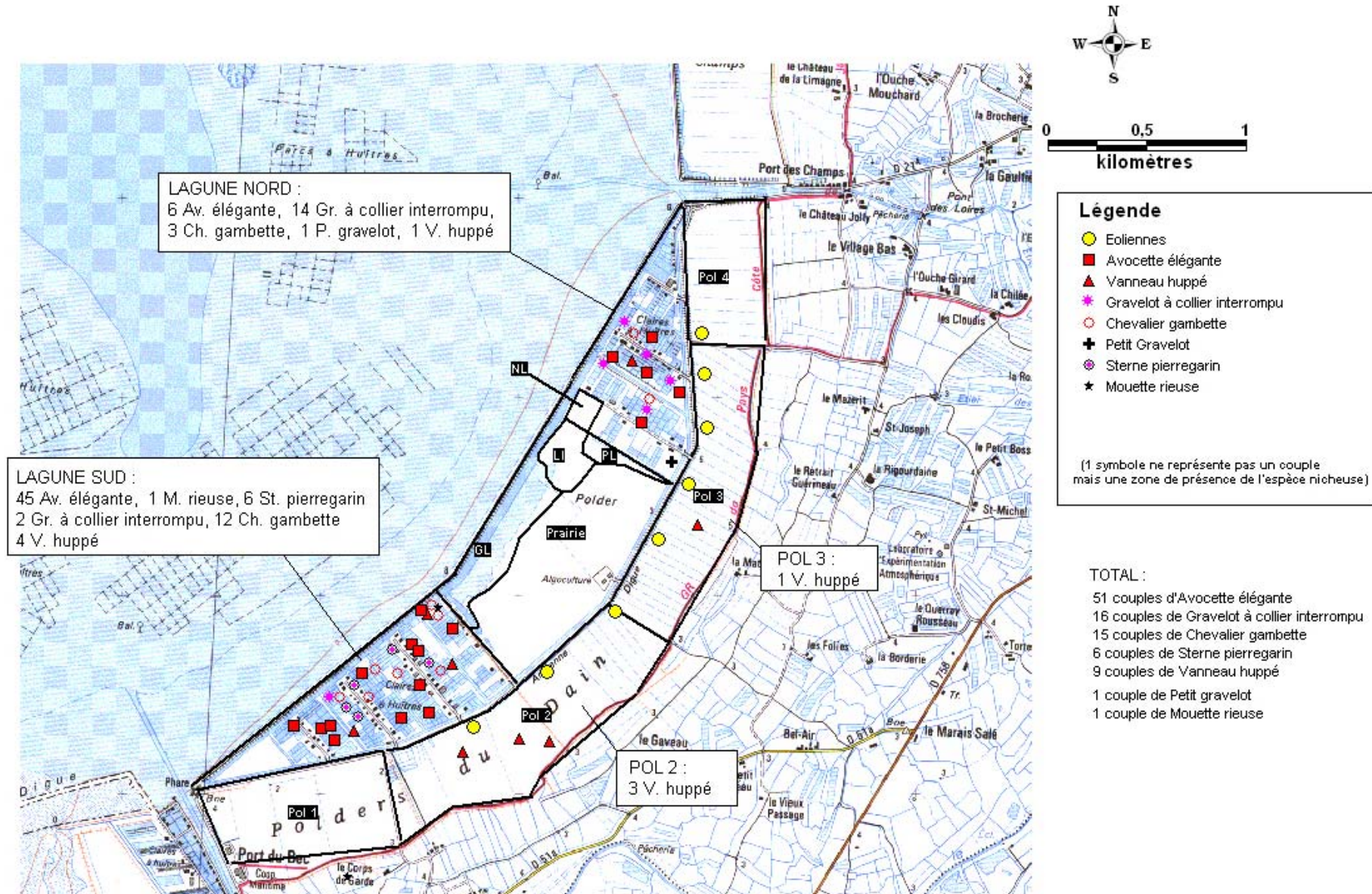
L'évaluation de la réussite de reproduction n'était pas comprise dans le protocole de suivi, toutefois elle a été estimée à chaque fois que c'était possible. En effet, les éoliennes peuvent ne pas empêcher l'installation des nicheurs, mais pourraient provoquer des échecs de reproduction (comme ça a pu être observé dans d'autres départements français sur certaines espèces, LPO Aude comm.pers.).



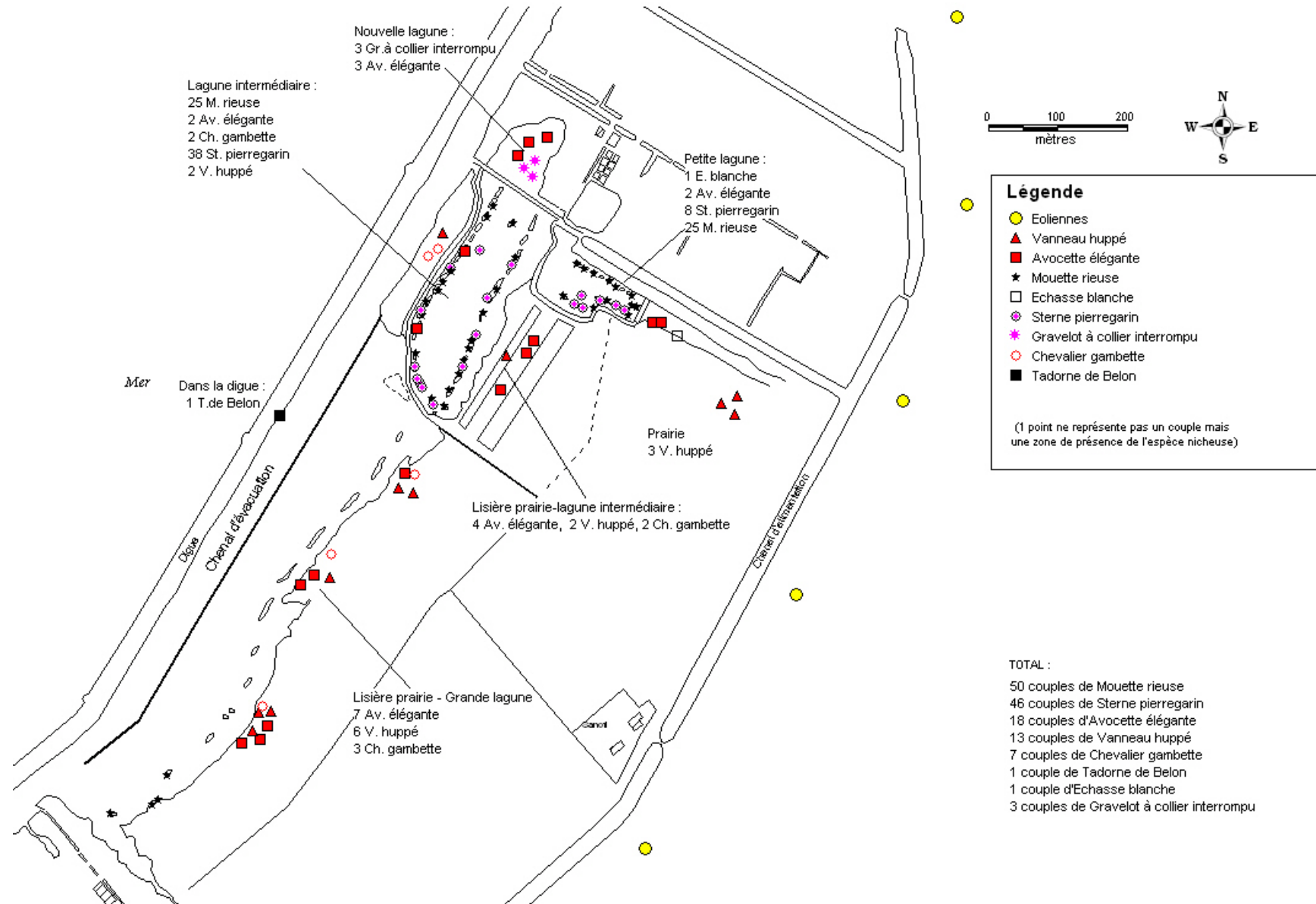
Carte 4 – Situation des secteurs d'observation des oiseaux nicheurs

4.1.2 Répartition géographique des nicher sur le polder

Les cartes 5 et 6 indiquent, pour exemple, la répartition des couples nicheurs en dehors de la lagune et sur la lagune, pour l'année 2006. Cette répartition se reproduit globalement d'une année sur l'autre (cf. COSSON 2003, COSSON 2004, COSSON & DULAC 2005, COSSON & DULAC 2006).



Carte 5 – Exemple de répartition des couples nicheurs sur les secteurs hors lagune (exemple de l'année 2006)



Carte 6 – Exemple de répartition des couples nicheurs sur la lagune (exemple de l'année 2006)

4.1.3 Evolution de la nidification sur le polder

Ce paragraphe décrit l'évolution des effectifs pour les principales espèces d'oiseaux d'eau nicheuses sur le polder, dans l'objectif d'étudier le possible impact des éoliennes sur ces effectifs.

Pour les espèces principales, un graphique a été établi, sur lequel sont indiqués :

- l'évolution du nombre de couples nicheurs depuis 1973 (ou plus récemment quand les données ne sont pas disponibles). La totalité du secteur n'est toutefois recensé que depuis 2002 (les années précédentes seule la lagune était suivie) ;
- dans la mesure du possible, la réussite de reproduction (nombre de jeunes par couple ou nombre de jeunes à l'envol par couple) ;
- la date du début de la gestion de la lagune par la LPO (pour les espèces concernées) ;
- la date de construction des éoliennes ;
- la date de réalisation des travaux de génie écologique qui ont eu lieu dans le cadre des mesures compensatoires (cf. §2.2).

4.1.3.1 Sterne pierregarin (*Sterna hirundo*)

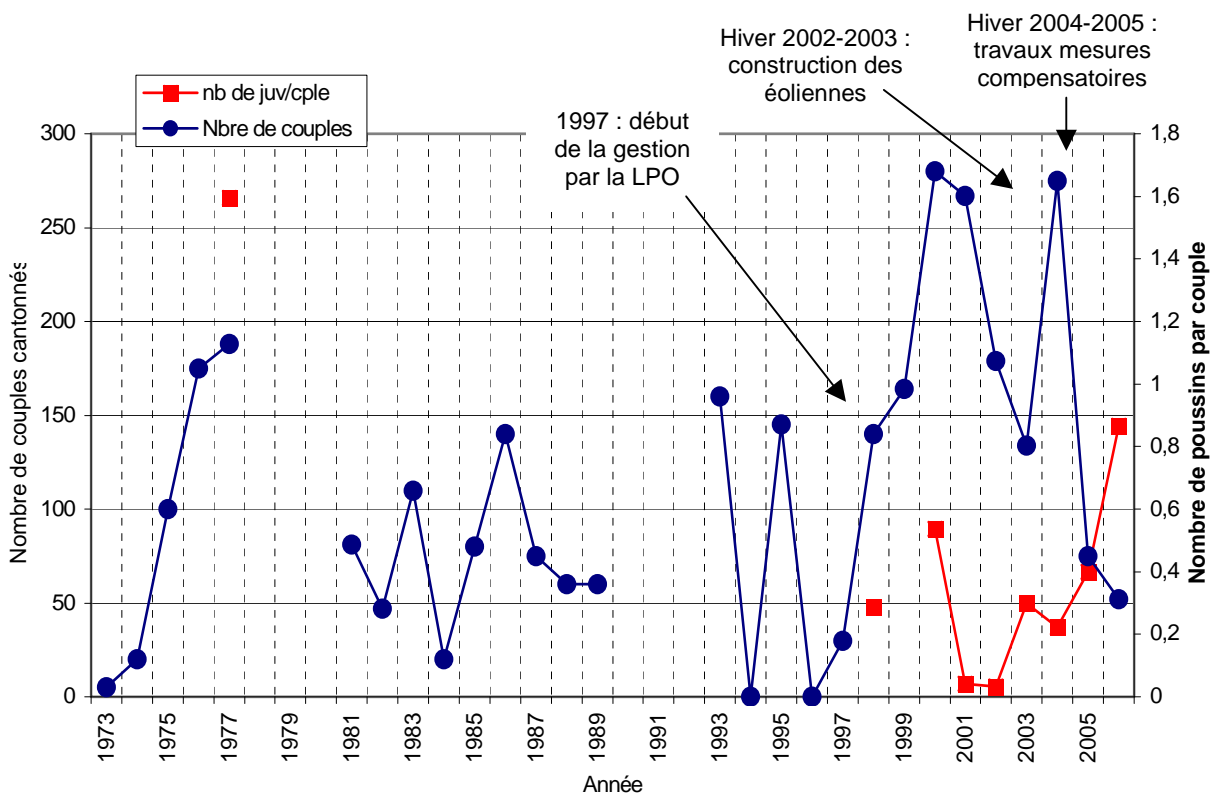


Figure 1 – Reproduction de la Sterne pierregarin (*Sterna hirundo*) sur le polder du Dain entre 1973 et 2006

(source données antérieures à 1993 : DUBOIS et al. 1988, P.Yésou comm. pers. ; données de 1993 à 2001 : MIAUD 1993, PENARD 1995, SIGNORET 1998, SIGNORET et al 2000, DULAC 2000, DULAC et al. 2000)

Le nombre de juvéniles par couple n'est pas disponible pour toutes les années (une absence de point ne signifie pas que la reproduction a échoué)

Nombre de couples

Depuis les années 1970 la lagune de Bouin a toujours été un **site important** pour la nidification de la Sterne pierregarin en Vendée, en Pays de la Loire et même sur la côte Atlantique (DUBOIS et al. 1988, DUBOIS et al. 2000, YESOU 2002, SIBLET 2004).

Les effectifs évoluent "**en dents de scie**" depuis que la colonie est suivie. Cette évolution est d'une part due aux habitudes de l'espèce, dont les colonies peuvent désertier ou occuper les sites de

nidification d'une année sur l'autre et même au sein d'une saison, en fonction de la gestion (niveaux d'eau, végétalisation des îlots), de la présence d'autres oiseaux d'eau (grégarité), des dérangements (travaux, activités de loisirs, cueilleurs de salicornes), de la prédation (renard, rats, corneilles...) et parfois de la compétition interspécifique (colonies de laridés) (SIBLET 2004).

La réalisation de **travaux de génie écologique** sur la lagune de Bouin en 1998 (suite à la mise en place en 1997 de la convention de gestion entre la Commune et la LPO), dont l'objectif était d'améliorer la gestion des niveaux d'eau et la capacité d'accueil des laro-limicoles (création d'îlots), a permis d'accueillir en 2000 et 2001 un nombre record de couples nicheurs (plus de 250). Les années suivantes, la **difficulté de gestion hydraulique** (envasement très rapide de la lagune, dépendance des systèmes ostréicoles) et la submersion des pontes, la prédation et la diminution d'attrait des îlots ont entraîné une baisse du nombre de couples nicheurs (COSSON 2003, COSSON 2004).

En outre, la **réhabilitation de sites naturels** autour de la baie de Bourgneuf depuis le début des années 2000 (Réserve Naturelle Nationale des Marais de Müllembourg à Noirmoutier, polder de Sébastopol à Barbâtre¹, cf. carte 7), a fréquemment provoqué une **redistribution des oiseaux** entre les 3 sites (voir les exemples de la Sterne caugek et de la Mouette rieuse, espèces pour lesquelles le phénomène est particulièrement visible : figures 3, 5 et 12).

Dans les secteurs en dehors de la lagune, où le nombre de couples est suivi depuis seulement 2002 (début du suivi des impacts des éoliennes), le nombre de couples nicheurs a évolué de la même façon que sur la lagune (5 couples en 2002, 7 en 2003, 16 en 2004, 9 en 2005 et 6 en 2006).

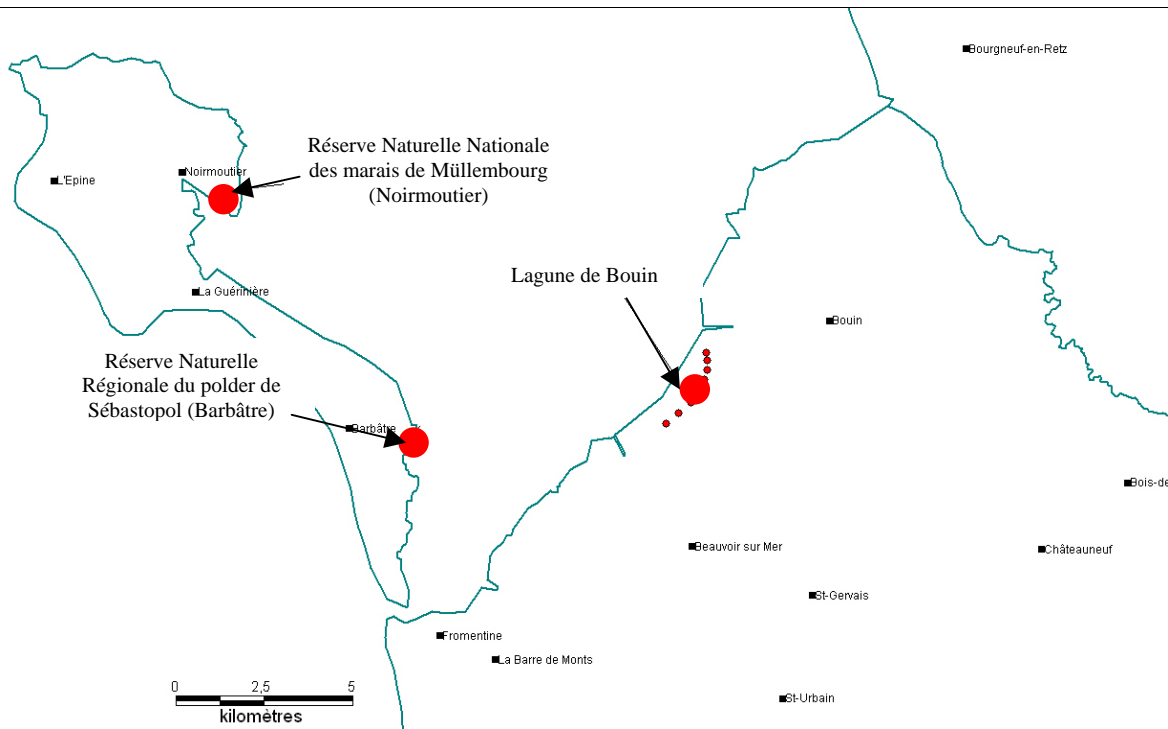
Les secteurs situés en dehors de la lagune ont accueilli, dans les 5 dernières années, au maximum 16 couples (2004). Ces couples hors lagune représentent en moyenne 7% de l'effectif total, et au mieux 12% (9 couples en 2005, pour un total de 75).

Succès de reproduction

La figure 1 indique également le nombre de poussins par couple (mais pas le nombre de juvéniles à l'envol). Entre 1997 et 2005, le nombre de jeunes par couple étaient inférieur aux chiffres fournis par la littérature, qui sont compris entre 0,5 et 1,5 jeunes par couple (PERRINS 1998, DRUNAT *et al.* 2006). En 2006, le nombre de jeunes a été particulièrement élevé par rapport aux années précédentes. Avec plus de 0,8 jeunes par couple, la reproduction eut être considérée comme bonne et même suffisante pour maintenir la stabilité des effectifs nicheurs de la colonie (BECKER *et al.* in DRUNAT *et al.* 2006). En revanche, le taux exceptionnel de réussite noté en 1977 (presque 1,6 jeunes par couple) n'est pas atteint.

Notons que sur ce site le dénombrement des poussins n'est pas aisé (végétation permettant aux poussins de se cacher), et il est possible que les chiffres soient sous-estimés.

¹ Récemment devenu Réserve Naturelle Régionale



Carte 7 – Localisation des sites gérés pour l'accueil des oiseaux d'eau autour de la baie de Bourgneuf (possibles reports des oiseaux d'un site sur l'autre, voir aussi figures 3, 5 et 12)

4.1.3.2 Sterne caugek (*Sterna sandvicensis*)

Nombre de couples

La nidification de la Sterne caugek sur le polder de Bouin est récente : un seul cas avait été signalé en 1976 (J.C. Beaudouin *in* YESOU 1989), et depuis seuls des cantonnements avaient été notés sans preuve de nidification. L'apparition de 50 couples nicheurs sur la lagune en 2000 est donc un événement. La Sterne caugek ne niche pas ailleurs que sur la lagune (elle est absente des autres secteurs du polder).

Encore plus que pour la Sterne pierregarin, les effectifs de la Sterne caugek subissent des évolutions en "dents de scie" (*cf.* fig.2), pour les mêmes raisons. Yésou & Sadoul (2004) indiquent que *les variations interannuelles d'effectifs à l'échelle locale sont un phénomène "classique" chez cette espèce*. La Sterne caugek est en particulier **sensible au dérangement** (YESOU & SADOUL 2004).

Ainsi, sur la lagune l'effectif le plus important est atteint en 2005 (année qui a suivi les travaux de génie écologique des mesures compensatoires), avec presque 100 couples. En 2006, la colonie s'est installée sur le polder de Sébastopol, à Barbâtre (*cf.* fig. 3).

Succès de reproduction

Depuis l'installation des caugek sur la lagune de Bouin, la réussite de reproduction n'a jamais dépassé 0,5 jeune par couple, ce qui est faible par rapport à la réussite observée sur les colonies bretonnes (0,4 à 0,8 jeune par couple, DRUNAT *et al.* 2006) et sur le polder de Sébastopol (1,6 à 2).

Ceci est peut-être dû à la petite taille de la colonie (les grandes colonies ayant une meilleure réussite de reproduction, PERRINS 1998). En 2000, une rapide montée du niveau d'eau dans la lagune avait entraîné un abandon des œufs (DULAC *et al.* 2000), d'où une réussite de reproduction nulle.

En 2005, la réussite de reproduction atteint son maximum pour la lagune (0,3 jeune par couple), ce qui reste un taux moyen.

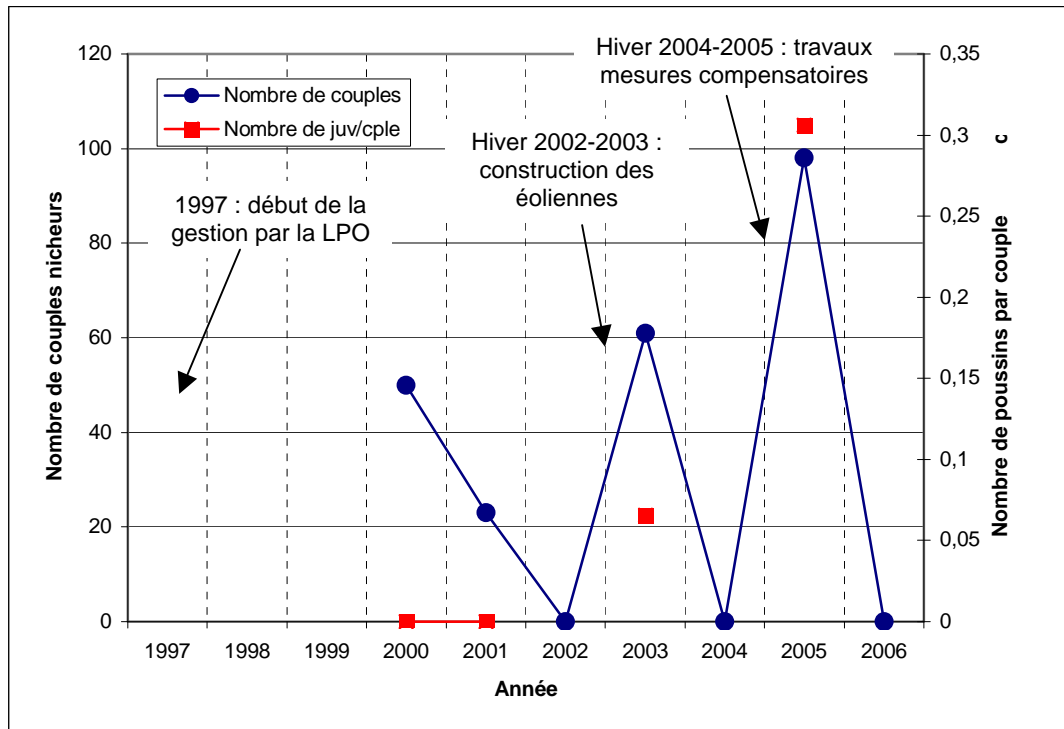


Figure 2 – Reproduction de la Sterne caugek (*Sterna sandvicensis*) sur la lagune entre 1997 et 2006 (source données de 1997 à 2001 : SIGNORET 1998, SIGNORET et al 2000, DULAC 2000, DULAC et al. 2000). Le nombre de juvéniles par couple n'est pas disponible pour toutes les années (une absence de point ne signifie pas que la reproduction a échoué)

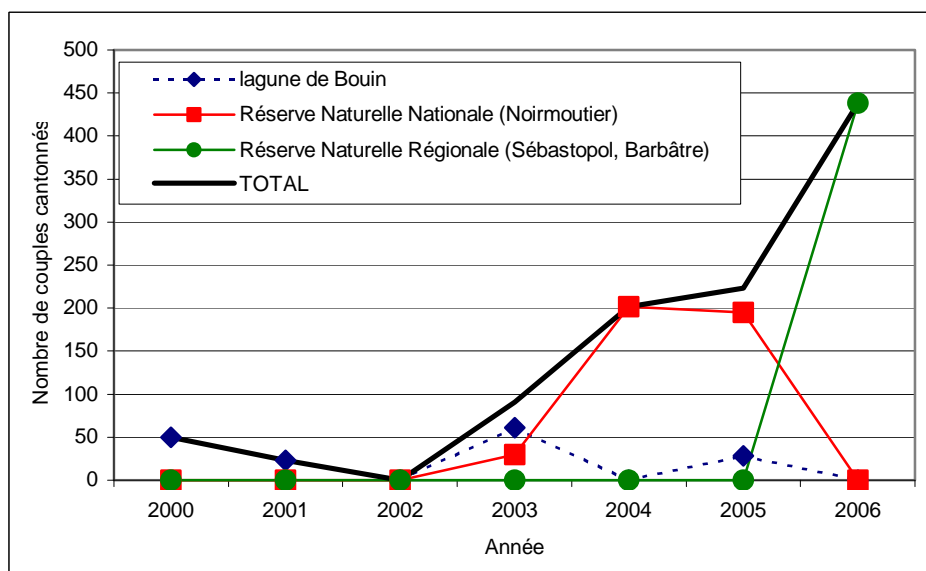


Figure 3 – Illustration du phénomène de report des sternes d'une colonie sur l'autre (échanges lagune de Bouin / Réserve Naturelle Nationale des Marais de Müllembourg, Réserve Naturelle Régionale du polder de Sébastopol)²
 En 2004, les oiseaux ont préféré s'installer à Noirmoutier et ont "déserté" la lagune de Bouin. En 2006, les sternes ont choisi le polder de Sébastopol (des travaux de génie écologiques ont permis un "rajeunissement" du milieu et une attractivité particulièrement importante de ce site).

² Données LPO Noirmoutier (pour la Réserve Naturelle Nationale) et Communauté de Communes de l'île de Noirmoutier (pour le polder de Sébastopol)

4.1.3.3 Mouette rieuse (*Larus ridibundus*)

Nombre de couples

L'installation de la Mouette rieuse sur la Lagune de Bouin est relativement récente. En effet, avant 1998, un seul couple avait niché (en 1980, DUBOIS *et al.* 1988). L'espèce s'est installée durablement sur la lagune et dans les zones ostréicoles attenantes en 1990, probablement suite à l'expansion de l'espèce en France et en particulier dans l'Ouest (YESOU 2002, YESOU *et al.* 2004).

Contrairement aux deux espèces de sternes, depuis 1998 il n'y a jamais eu d'année sans nidification de mouettes rieuses (fig. 4). Le pic a été atteint, comme pour la Sterne pierregarin, suite aux premiers travaux de génie écologique, en 2000 (290 couples).

Les effectifs, situés entre 75 et 175 couples entre 2001 et 2005, ont nettement baissé en 2006 (seulement 51 couples, dont 1 seul en dehors de la lagune). Pour cette espèce comme pour les deux précédentes, la "désertion" partielle de la lagune et du polder du Dain à partir de 2005 est clairement liée à un report d'une partie des individus vers le polder de Sébastopol (96 couples en 2005, et 172 en 2006³, cf. fig. 5).

Notons qu'en 2003, après la période des travaux d'installation des éoliennes, l'effectif d'oiseaux cantonnés a doublé par rapport à 2002 (77 couples en 2002 pour 142 en 2003).

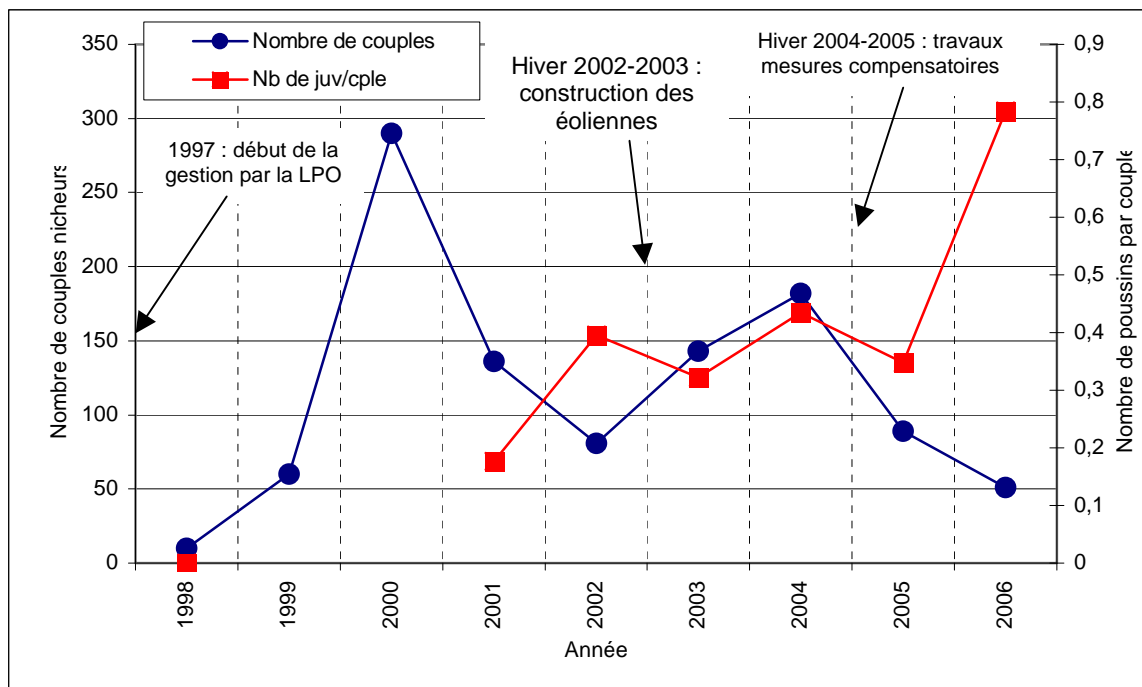


Figure 4 – Reproduction de la Mouette rieuse (*Larus ridibundus*) sur le polder du Dain entre 1998 et 2006 (source données de 1998 à 2001 : SIGNORET 1998, SIGNORET *et al.* 2000, DULAC 2000, DULAC *et al.* 2000). Le nombre de juvéniles par couple n'est pas disponible pour toutes les années (une absence de point ne signifie pas que la reproduction a échoué)

³ Données R. Marty, Communauté de Communes de l'île de Noirmoutier.

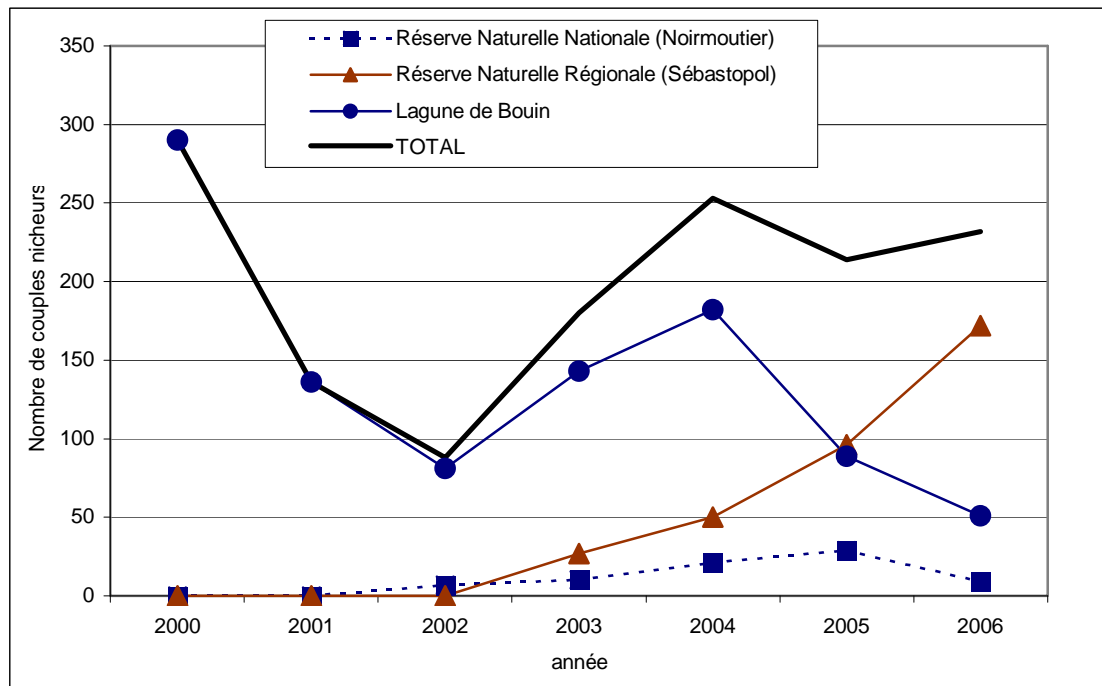


Figure 5 – Report partiel de la colonie de Mouette rieuse d'un site protégé à l'autre⁴

Entre 2004 et 2006, les effectifs totaux des trois sites protégés sont stables. En 2005, la diminution des effectifs sur la lagune de Bouin coïncide avec leur augmentation sur le polder de Sébastopol, le phénomène se poursuit en 2006.

Les secteurs situés en dehors de la lagune ont accueilli, dans les 5 dernière années, au maximum 28 couples (2004). Ces couples hors lagune représentent en moyenne 8% de l'effectif total, et au mieux 17% (15 couples en 2005, pour un total de 89).

Succès de reproduction

Le nombre de jeunes par couple est en augmentation sur le polder du Dain, depuis 1998. Comme pour les deux espèces de sternes, l'année 2006 a été marquée par un succès de reproduction bien meilleur que celui des années précédentes (0,8 jeune par couple, alors que les années précédentes ce taux n'avait jamais dépassé 0,5). Ce taux de reproduction reste inférieur à celui qui est observé sur le polder de Sébastopol (1 à 1,7), mais semble dans la moyenne de la littérature européenne (PERRINS 1998).

4.1.3.4 Mouette mélanocéphale (*Larus melanocephalus*)

Nombre de couples

Comme pour la Sterne caugék et la Mouette rieuse, l'installation de la Mouette mélanocéphale sur la lagune de Bouin date de 1998, année des premiers travaux de génie écologique. Comme pour les autres espèces, 2000 a été la meilleure année, avec presque 150 couples, fait inédit sur ce site (report possible de la colonie du marais d'Olonne, située plus au sud, désertée cette année-là, YESOU 2002). Les deux années qui ont suivi la construction des éoliennes (2003 et 2004) ont également vu s'installer d'assez nombreux couples (plus de 40).

En 2005 et 2006, la reproduction est moins bonne, du fait du report vers les autres sites de nidification de la baie et de la côte vendéenne. En 2006 en particulier, la reproduction a été

⁴ Données LPO Noirmoutier (pour la Réserve Naturelle) et Communauté de Communes de l'île de Noirmoutier (pour le polder de Sébastopol)

exceptionnelle sur les autres sites vendéens : plus de 400 couples sur le polder de Sébastopol (R.Marty comm.pers.) et 100 couples sur les marais d'Olonne (P.Yésou & A.Barzic comm.pers.).

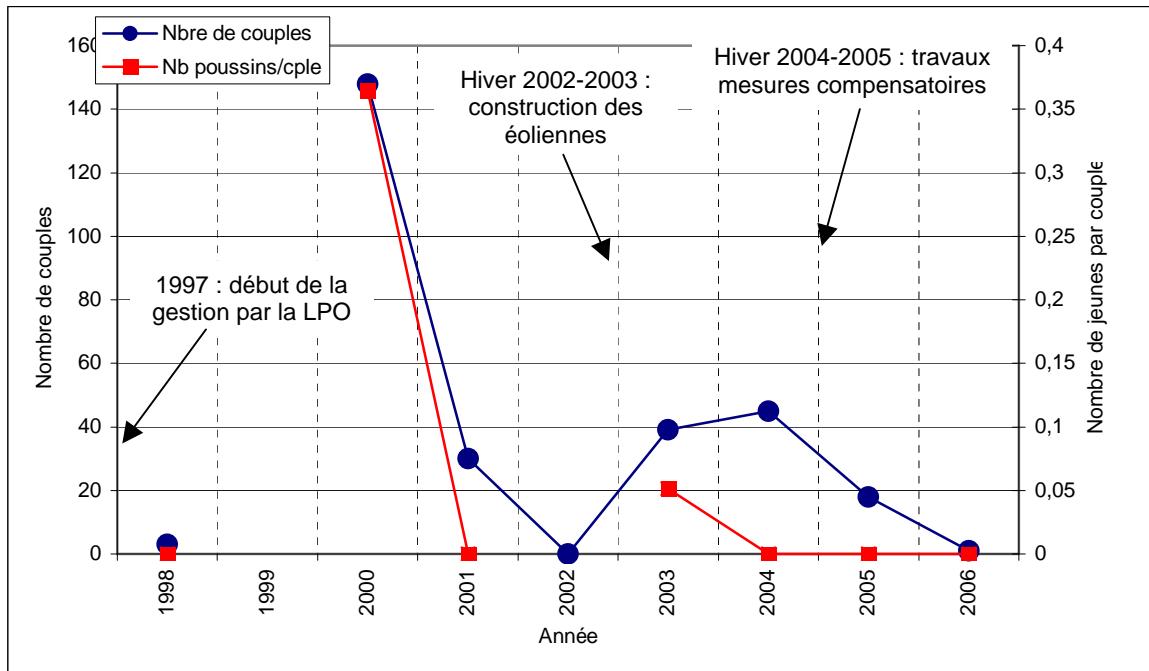


Figure 6 – Reproduction de la Mouette mélanocéphale (*Larus melanocephalus*) sur la lagune entre 1998 et 2006 (source données de 1998 à 2001 : SIGNORET 1998, SIGNORET et al 2000, DULAC 2000, DULAC et al. 2000).

Pour la Mouette mélanocéphale comme pour les espèces précédentes, les variations d'effectifs sont donc très probablement liées à des reports inter-site dans la baie de Bourgneuf mais également **de façon plus large sur la côte atlantique**, voire au niveau national et européen (ISENMANN *et al.* 2004).

Succès de reproduction

Depuis l'installation de la Mouette mélanocéphale sur la lagune de Bouin, des jeunes ont été produits en 2000 et 2003 seulement, avec un taux de réussite de 0,36 et 0,05 respectivement. Ceci correspond au taux de réussite sur le polder de Sébastopol (R.Marty com.pers.), et un peu inférieur à ce qui est observé en Camargue sur certaines colonies peu protégées des prédateurs (0,1 à 0,5 jeunes à l'envol par couple, ISENMANN *et al.* 2004).

4.1.3.5 Avocette élégante (*Recurvirostra avosetta*)

Nombre de couples

Sur la lagune, comme pour les autres espèces, l'année 2000 a été particulièrement favorable aux avocettes (presque 100 couples). Les années suivantes l'espèce a préféré s'installer dans les zones ostréicoles, peut-être en raison de la modification du milieu sur la lagune (envasement, modification des zones de nidification, diminution de la ressource alimentaire) et de dérangements réguliers (cueilleurs de salicorne, prédateurs...). En revanche, en 2005, suite aux travaux des mesures compensatoires, presque 40 couples ont à nouveau niché sur les îlots. Les dépressions créées entre

la prairie et la lagune intermédiaire en début d'année 2005 n'ont pas été occupées par les nicheurs, mais elles ont été exploitées comme zone d'alimentation.

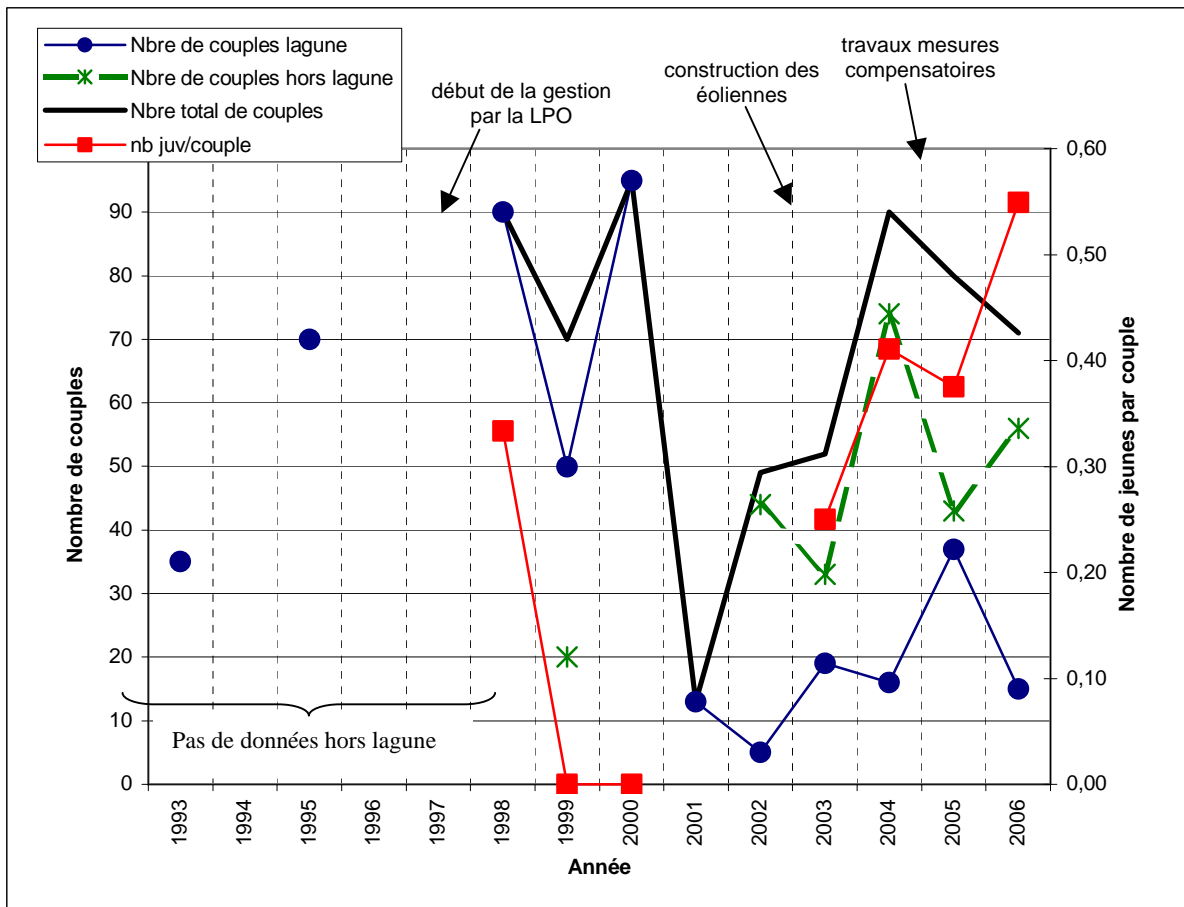


Figure 7 – Reproduction de l'Avocette élégante (*Recurvirostra avosetta*) sur le polder du Dain entre 1993 et 2006 (pas de données en dehors de la lagune avant 1999)

(Source des données de 1993 à 2001 : MIAUD 1993, PENARD 1995, SIGNORET 1998, SIGNORET et al 2000, DULAC 2000, DULAC et al. 2000)

Sur les zones ostréicoles (presque 90% des nicheurs certaines années), les oiseaux s'installent en bordure des claires les moins anthropisées mais subissent les aléas des dérangements (curage de bassins, circulation des chiens et des personnes...), ce qui explique probablement les variations d'effectifs entre 2002 et 2005.

Enfin, comme pour les sternes il existe un turn-over important entre les différents sites de nidification favorables de la baie de Bourgneuf (lagune de Bouin, marais protégés de l'écomusée du Daviaud, marais de la LPO à Beauvoir, polder de Sébastopol, Réserve Naturelle de Noirmoutier).

Succès de reproduction

Le dénombrement du nombre de poussins reste difficile à évaluer en raison de la hauteur de la végétation. En 2006, la réussite de reproduction atteint 0,55 jeunes par couple, ce qui est le meilleur taux de réussite depuis 2003. Comme pour les autres espèces, le nombre moyen de poussins par couple a augmenté ces dernières années.

4.1.3.6 Vanneau huppé (*Vanellus vanellus*)

Nombre de couples

Sur la prairie de la lagune, le nombre de couples de Vanneau a subi une diminution régulière depuis la fin des années 1990. Ainsi, en 2006 1 seul couple a niché alors que la moyenne des années précédentes se situe autour de 5 (jusqu'à 15 en 1998). La prairie de fauche, dans laquelle la végétation est haute au printemps, **n'est pas très favorable à la nidification du Vanneau**, qui préfère les secteurs de végétation rase. La LPO avait proposé de mettre en pâturage la partie basse de la prairie et de continuer la fauche tardive en haut de prairie. Malheureusement, cette mesure a été refusée par le comité de gestion de la lagune, qui a considéré qu'il y avait un risque de pollution des huîtres de la baie de Bourgneuf par les déjections du bétail. Par ailleurs, les travaux réalisés pendant l'hiver 2004-2005 et destinés à favoriser la nidification des limicoles, n'ont pas joué le rôle attendu.

En dehors de la lagune, les vanneaux occupent les zones cultivées d'une part (comme dans les secteurs de bocage, ils utilisent les zones de culture d'été, dont le sol est nu au printemps, pour installer leur nichée) et les claires ostréicoles peu anthropisées d'autre part. Les variations de l'effectif de vanneaux nicheurs entre 2002 et 2006, en dehors de la lagune, peuvent être dues à plusieurs facteurs : dérangements humains, prédation, rotation des cultures.

Dans les cultures, les pontes sont rarement menées à terme car les travaux agricoles dérangent régulièrement les oiseaux en avril-mai et détruisent les premières nichées. Ils sont un facteur d'échec important pour les populations nichant dans les cultures (BROYER 1995, POIRE *et al.* 1999).

Pour conclure, si l'on considère que les effectifs de Vanneau évoluent peu sur les secteurs hors-lagune et qu'ils étaient équivalents avant 2002, on s'aperçoit que le Vanneau **est la seule espèce du polder dont les effectifs ont vraiment chuté depuis 10 ans** (le constat de la chute des effectifs peut également être fait à l'échelle du Marais breton).

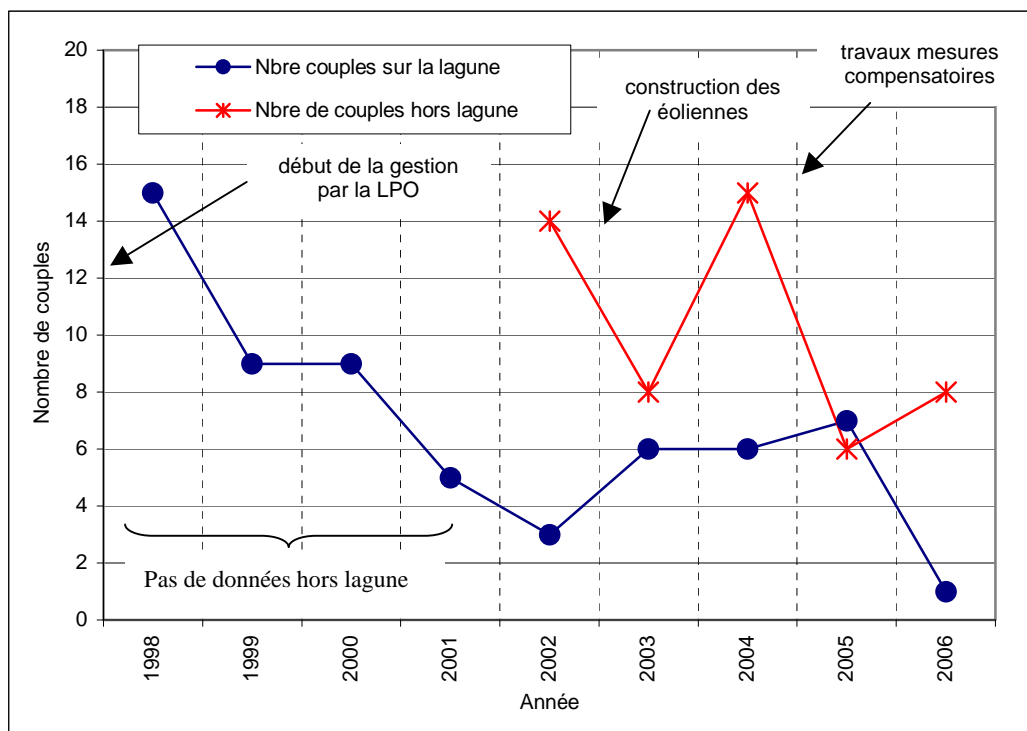


Figure 8 – Reproduction du Vanneau huppé (*Vanellus vanellus*) sur le polder du Dain entre 1998 et 2006 (Source des données de 1998 à 2001 : SIGNORET 1998, SIGNORET *et al.* 2000, DULAC 2000, DULAC *et al.* 2000)

4.1.3.7 Chevalier gambette (*Tringa totanus*)

Depuis 2002, le nombre de couples de Chevalier gambette sur la lagune est stable (entre 5 et 10 couples), après une chute des effectifs à la fin des années 90. Comme pour le Vanneau, **la gestion de la prairie en fauche n'est pas très favorable à la nidification du Chevalier gambette**, qui préfère les prairies humides pâturées (TROLLET 1995).

En revanche, sur les secteurs hors-lagune, les effectifs évoluent "en dents de scie", passant de moins de 5 couples à plus de 15 selon les années. Comme pour les autres espèces de limicoles qui nichent dans les zones ostréicoles, les aléas de la fréquentation humaine sont probablement à l'origine des fluctuations interannuelles des effectifs.

La réussite de reproduction n'a pas été évaluée pour cette espèce (observations trop peu nombreuses).

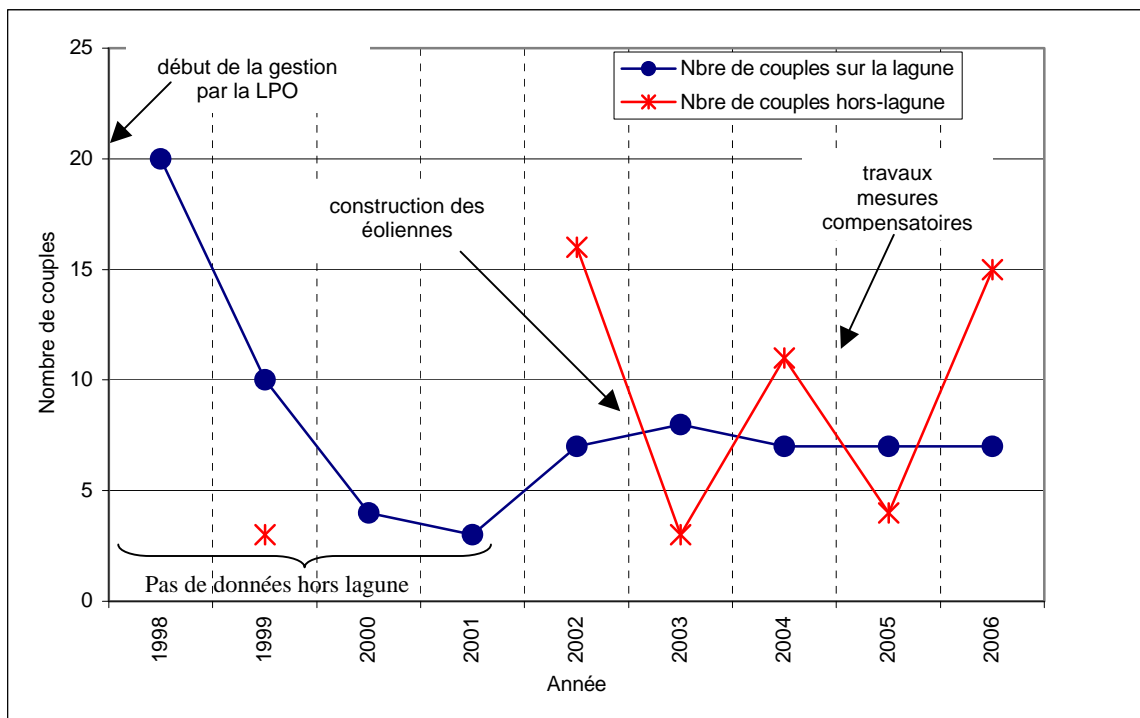


Figure 9 – Reproduction du Chevalier gambette (*Tringa totanus*) sur le polder du Dain entre 1998 et 2006 (Source des données de 1998 à 2001 : SIGNORET 1998, SIGNORET et al 2000, DULAC 2000, DULAC et al. 2000)

4.1.3.8 Gravelot à collier interrompu (*Charadrius alexandrinus*)

La nidification du Gravelot à collier interrompu n'était pas suivie sur le polder avant 2002 (année du complément de l'état initial). 1 couple avait niché en 1998 et un autre en 2000 sur la lagune.

L'espèce niche principalement sur les secteurs ostréicoles (hors lagune), dans les zones de claires peu anthropisées. En 2006, le nombre de couples nicheurs a atteint un niveau record de 16 couples. Au moins 16 poussins ont été élevés sur les zones hors lagune.

La réussite de reproduction sur le polder est supérieure à celle des sites de nidification sur la plupart des plages vendéennes (DESMOTS 2004, 2006). Malgré un dérangement potentiel dans les zones ostréicoles (circulation de personnes, de chiens, d'engins), celui-ci reste moins problématique que sur les plages où la fréquentation touristique et les grandes marées font échouer beaucoup de nichées. Il est en outre possible que les oiseaux présents sur le polder ostréicole soient des "reports" des zones littorales.

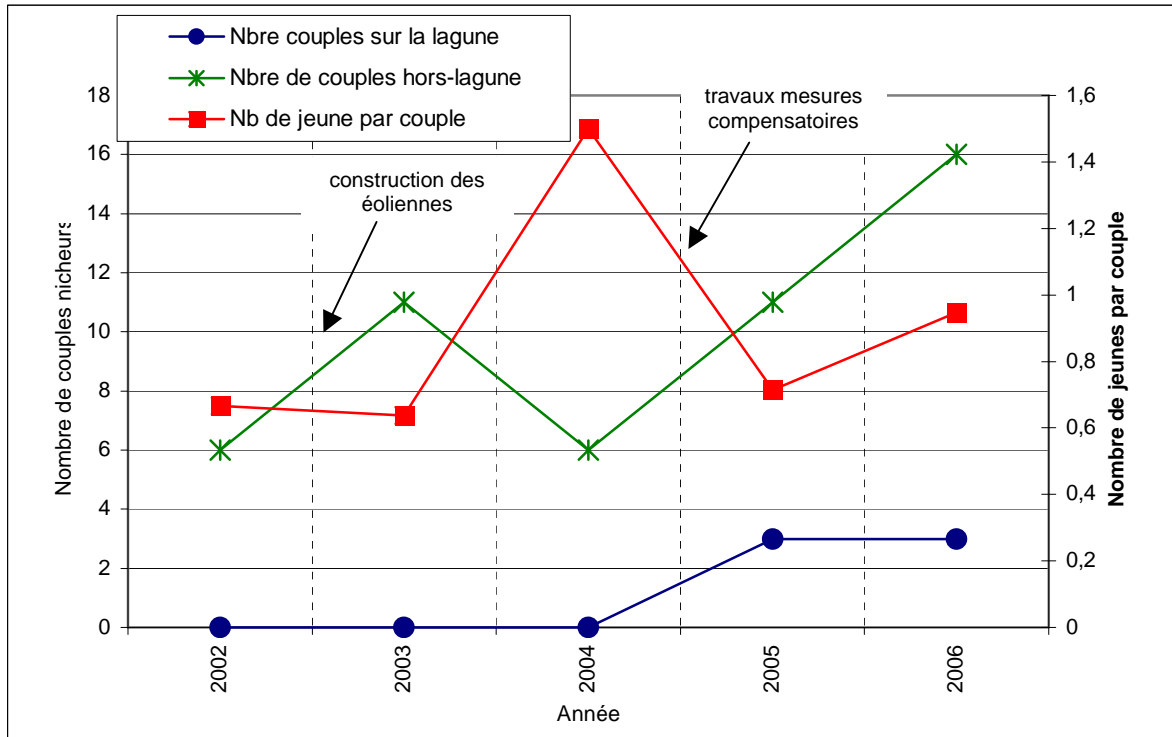


Figure 10 – Reproduction du Gravelot à collier interrompu (*Charadrius alexandrinus*) sur le polder du Dain entre 2002 et 2006

4.1.3.9 Petit Gravelot (*Charadrius dubius*)

En 2003, 1 couple de Petits Gravelots était découvert sur le polder ostréicole. Les 3 années suivantes, l'espèce a également niché (1 à 2 couples en 2004, 3 couples en 2005, 1 couple en 2006). Aucun poussin n'a jamais été observé.

4.1.3.10 Tadorne de Belon (*Tadorna tadorna*)

Depuis 1998, entre 1 et 5 couples nichent autour de la lagune de Bouin (maximum 8 en 2001, minimum 1 en 2006). La plupart du temps, les couples occupent la digue à la mer et la petite lagune (terriers de lapin et buissons). Les adultes viennent également élever les jeunes sur la lagune et dans les fossés.

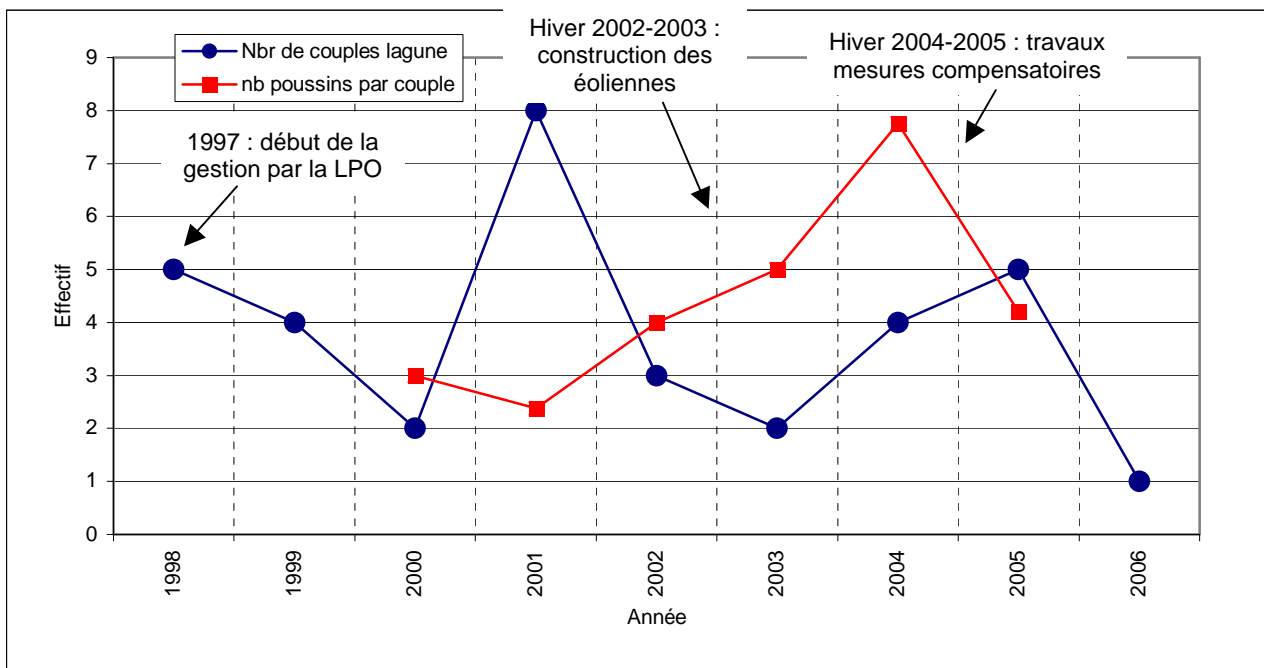


Figure 11 – Reproduction du Tadorne de Belon (*Tadorna tadorna*) sur la lagune entre 1998 et 2006
 (Source des données de 1998 à 2001 : SIGNORET 1998, SIGNORET et al 2000, DULAC 2000, DULAC et al. 2000)

4.1.3.11 Sterne arctique (*Sterna paradisaea*)

L'espèce a tenté de se reproduire en 2005 (COSSON & DULAC 2006) et a niché en 2006 (ponte), sans toutefois produire de jeunes.

La Sterne arctique a une aire de nidification circumpolaire : l'Alaska, le Groenland, la Sibérie et l'Islande accueillent la majorité des effectifs reproducteurs mondiaux (DEL HOYO *et al.* 1996).

L'espèce niche très irrégulièrement en France (DUBOIS *et al.* 2000, YESOU 2004), et l'observation de Bouin constituait la donnée la plus méridionale dans l'ouest paléarctique jusqu'en 2005. En effet, en 2006, un couple (le même ?) a également été observé en Charente-Maritime, sur la Réserve Naturelle Nationale de Lilleau des Niges (VASLIN 2007).

4.1.4 Synthèse et effet des éoliennes sur les oiseaux d'eau nicheurs

Espèce	Nombre de couples nicheurs ou cantonnés au printemps		
	Effectifs moyens sur la lagune* (1998-2002)	Effectifs moyens sur la lagune* (2003-2006)	Tendance état initial – fonctionnement des éoliennes
Anatidés			
Tadorne de Belon	4,4	3	→ (une valeur extrême en 2001 fait augmenter la moyenne 1998-2002)
Limicoles			
Avocette élégante	50	22	↘ sur la lagune, mais tendance à l'augmentation sur le secteur hors lagune
Petit Gravelot	?	1,5	→ depuis 2002
Gravelot à collier interrompu	?	11	↗ depuis 2002
Vanneau huppé	8,2	5	↘ sur la lagune (sur le secteur hors lagune, fluctuations)
Chevalier gambette	8,8	7,25	→
Laridés			
Mouette mélanocéphale	36,2	25,8	fluctuations interannuelles importantes
Mouette rieuse	113,2	105	→
Goéland argenté	1	1	→
Sternidés			
Sterne caugek	14,6	39,8	fluctuations interannuelles importantes
Sterne pierregarin	206	134	fluctuations interannuelles importantes
Sterne arctique	0	1	Nidification anecdotique

Tableau 1 – Comparaison des résultats de nidification des oiseaux d'eau entre l'état initial (moyenne 1998-2002) et la période de fonctionnement des éoliennes (2003-2006).

* sauf Petit Gravelot et Gravelot à collier interrompu : effectifs totaux (polder entier).

L'année 2000 a été exceptionnelle pour la nidification des laridés sur la lagune. C'est ce qui explique la moyenne élevée de la période 1998-2002, pour les deux espèces de mouettes et la Sterne pierregarin.

L'année 2006 est la plus mauvaise année pour la reproduction de la Mouette rieuse et de la Sterne pierregarin, deux espèces emblématiques de la lagune de Bouin. Ceci est dû en grande partie au report des oiseaux vers les autres sites gérés de la baie de Bourgneuf (Réserve Naturelle Nationale des marais de Müllembourg à Noirmoutier et polder de Sébastopol⁵, cf. figure 12), et également à la difficulté de gestion hydraulique. En effet, malgré les travaux de génie écologique, la vitesse d'envasement de la lagune et donc d'exondation des îlots reste importante.

Le Vanneau huppé est la seule espèce dont les effectifs ont globalement baissé sur l'ensemble du polder.

En revanche, les taux de réussite de reproduction (nombre de jeunes par couple) sont plus élevés en 2006 que les années précédentes.

⁵ récemment classé en Réserve Naturelle Régionale

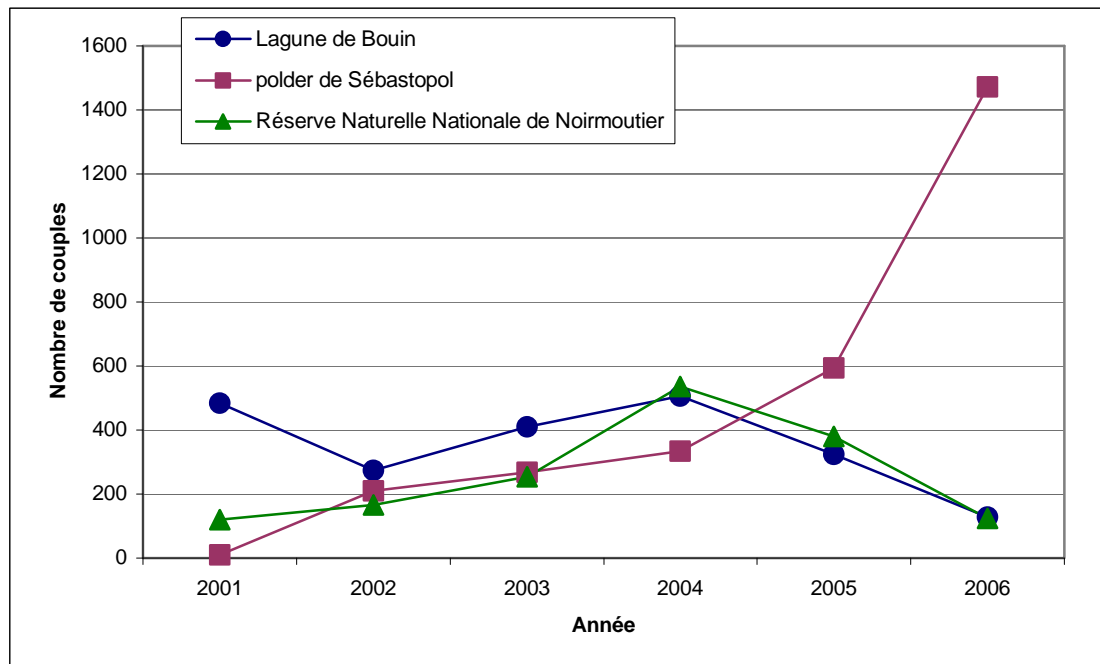


Figure 12 – Phénomène de report des oiseaux d'eau d'un site à l'autre de la baie de Bourgneuf.

A partir de 2004, année suivant les travaux de génie écologique sur le polder de Sébastopol, les effectifs augmentent sur ce site et diminuent sur les deux autres (données : R.Marty, Communauté de Communes de l'île de Noirmoutier ; D.Desmots, Réserve Naturelle Nationale des Marais de Müllembourg)

Construction des éoliennes

La construction des éoliennes, lors de l'hiver 2002-2003, **n'a semble-t-il pas dérangé la colonie d'oiseaux d'eau nicheurs de la lagune**. En effet, pour toutes les espèces sauf la Sterne pierregarin et le Tadorne de Belon, les effectifs nicheurs de l'année 2003 étaient supérieurs à ceux de 2002.

Pour la Sterne pierregarin, après une chute des effectifs en 2003 (nombre de nicheurs inférieur à celui des 5 années précédentes), l'année 2004 a été particulièrement faste (avec, pour la pierregarin, 275 couples en 2004, soit un nombre équivalent à l'année 2000).

Pour le Tadorne, la baisse du nombre de nicheurs en 2003 est suivie d'une hausse en 2004, les fluctuations étant de faible ampleur et se reproduisant régulièrement. Cette espèce est pourtant l'une des espèces littorales les plus sensibles au dérangement (TRIPLET *et al.* 2003).

Notons par ailleurs que les effectifs de Sterne caugek étaient particulièrement importants en 2003, alors que l'installation des individus s'est faite au moment des essais techniques sur les éoliennes, parfois bruyants.

Eoliennes et colonie de laridés-sternidés

La présence des éoliennes sur le polder depuis 2003 n'a jusqu'à présent provoqué ni de désertion du site (ce qui était l'une des hypothèse de l'étude d'impact initiale) **ni d'échec de la reproduction pour l'importante colonie de laridés - sternidés**. La dynamique de colonie, qui évolue "en dents de scie", est semble-t-il plus liée à des phénomènes classiques pour ces oiseaux littoraux, inféodés aux milieux pionniers : grégarité des espèces, sensibilité au dérangement, à la prédation et à la qualité du milieu (végétation et niveaux d'eau), report vers des sites proches plus attractifs, travaux de génie écologique...

Si il reste possible que les éoliennes aient un impact sur la colonie de laridés et sternidés de la lagune, **cet impact est pour l'instant suffisamment faible pour être "masqué" par les autres facteurs influençant l'installation et la reproduction des oiseaux**.

Les travaux de génie écologique prévus dans les mesures compensatoires n'ont pas permis d'augmenter le nombre de couples d'oiseaux nicheurs. Ceci est dû à la coïncidence avec les travaux

menés notamment sur le polder de Sébastopol, qui a accueilli en 2005 et 2006 un nombre particulièrement important de mouettes et sternes (plus de 1 400 oiseaux en 2006).

Eoliennes et limicoles

La population d'avocettes a diminué sur la zone de la lagune, mais **augmente** sur les zones voisines, le nombre de nicheurs sur le polder n'a donc pas beaucoup évolué (redistribution des oiseaux dans les zones ostréicoles). Comme pour les mouettes et sternes, l'impact des éoliennes est suffisamment faible pour être masqué par les autres facteurs influençant la présence de l'avocette.

La population de Vanneau a nettement diminué sur la lagune depuis la fin des années 1990. **Il est possible que les éoliennes aient joué un rôle** (l'impact sur les vanneaux avait été observé au Danemark, PEDERSEN & POULSEN in AVEL PEN AR BED 2000, mai pas en Hollande, WINKELMAN 1992c), mais cet impact n'est **probablement pas la principale cause** de la diminution des effectifs. En effet :

- le phénomène de disparition des couples intervient principalement avant 2002 (cf. fig. 8 § 4.1.3.6), donc avant la construction des éoliennes ;
- sur la partie "lagune", la gestion actuelle de la prairie n'est pas favorable à l'espèce (prairie de fauche, hauteur de végétation peu favorable) ;
- sur la partie hors lagune, le Vanneau s'installe dans les cultures, il est donc sujet à la rotation agricole ;
- le Vanneau est par ailleurs en forte diminution sur l'ensemble du Marais breton (-25% en 20 ans).

La présence des éoliennes ne semble pas influencer la présence du Chevalier gambette et des deux espèces de Gravelots. La population de Gravelot à collier interrompu augmente régulièrement (des couples ont même commencé à nicher sur la lagune depuis les travaux de l'hiver 2004-2005), et les populations de Chevalier gambette et de Petit Gravelot évoluent peu.

4.2 LES BUSARDS

4.2.1 Méthodologie

Deux espèces sont principalement concernées par ce site : le Busard cendré (*Circus pygargus*) et le Busard des roseaux (*Circus aeruginosus*). Occasionnellement, le Hibou des marais (*Asio flammeus*), rapace nocturne particulièrement rare, a niché sur le polder. Cette espèce est donc également surveillée.

Comme pour les oiseaux d'eau, la reproduction des busards faisait l'objet, avant l'étude d'impact des éoliennes, de suivis annuels dans le cadre des campagnes nationales de protection des nichées de busards (ces espèces nichent en effet dans les cultures de printemps et les moissons peuvent intervenir avant l'envol des jeunes). Des données sont donc disponibles depuis la fin des années 90.

La méthode de suivi consiste en un dénombrement exhaustif du nombre de nids (localisation précise), et en un suivi du succès de la reproduction (nombre de jeunes à l'envol). Des opérations de protection des nids au moment des moissons peuvent être menées avec les agriculteurs si les jeunes ne sont pas volants (cf. détails du protocole de suivi en annexe 1).

Pour ce suivi, la zone d'étude a été élargie au secteur de cultures et de friches situées à l'est de l'ancienne digue.

4.2.2 Résultats

Nombre de couples (Busard cendré)

En 1996 et 1997, le nombre de couples sur le polder était particulièrement élevé (cf. fig. 13 et carte 8). De 1999 à 2002, le nombre de couples se situe autour de 5. En 2003, année de mise en service des éoliennes, 1 seul couple niche sur le polder, non loin de l'éolienne 1. Depuis, les effectifs sont remontés pour atteindre une dizaine de couples.

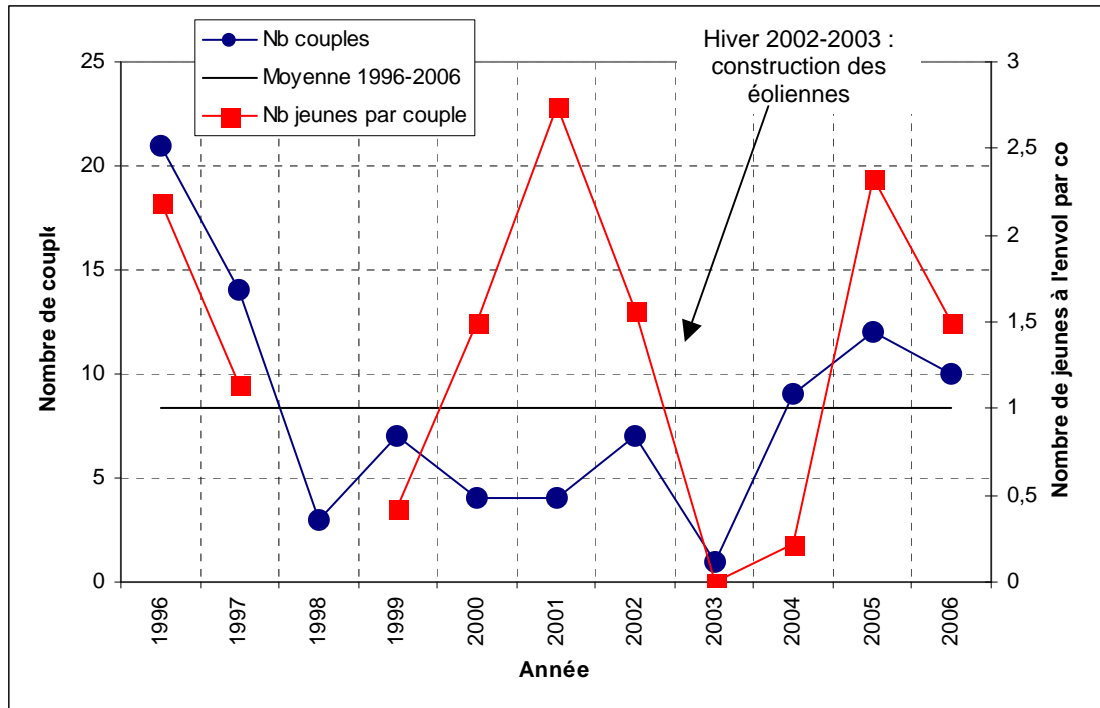


Figure 13 - Nombre de couples de Busard cendré (*Circus pygargus*) entre 1996 et 2006 sur le polder du Dain (y compris zone à l'est de l'ancienne digue). NB : les données de 1998 sont incomplètes.

Réussite de reproduction (Busard cendré)

La réussite de reproduction évolue en "dents de scie". Les meilleurs taux de réussite ont été obtenus en 2001 et en 2005 (plus de 2 jeunes à l'envol par couple).

Il faut noter que cette réussite de reproduction est en partie liée à l'intervention humaine : en effet, les campagnes de protection de nichées vis-à-vis des moissons permettent d'augmenter le nombre de jeunes à l'envol (déplacement ou protection des nids au moment des moissons). Bien que ces actions soient reconduites chaque année, elles sont plus ou moins couronnées de succès (notamment en fonction de la volonté des agriculteurs de participer aux protections des nids).

Indépendamment de la problématique des éoliennes, les facteurs de réussite de reproduction sont donc les suivants : conditions météo, disponibilité en proies (Campagnol des champs principalement), date des moissons, intervention humaine (partenariat LPO/agriculteurs).

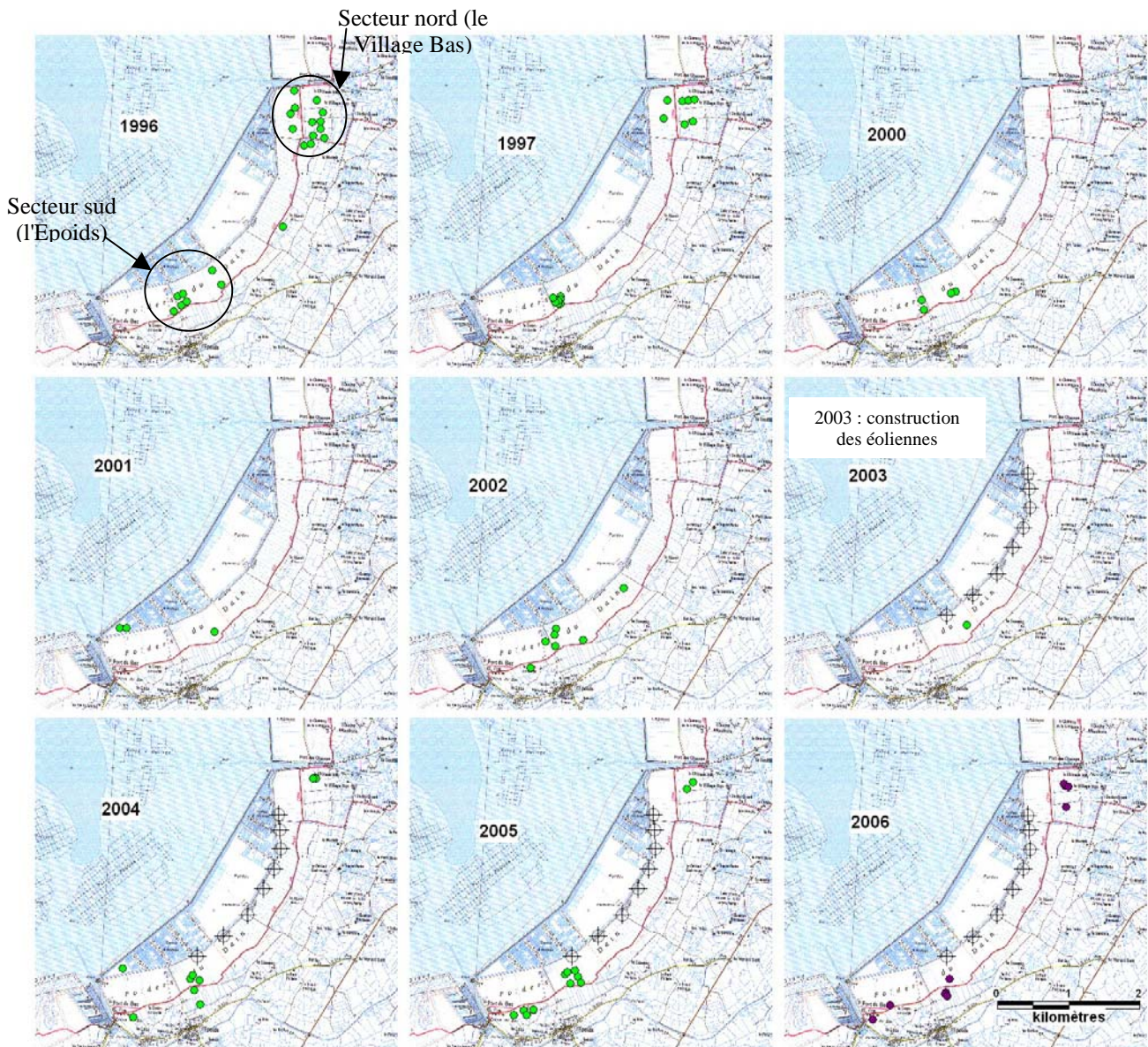
Localisation des nids de Busard cendré

Sur le polder du Dain les busards cendrés forment des semi-colonies, comme souvent dans les zones cultivées (LEROUX 2004). Depuis que la population du Dain est suivie, les secteurs du Village Bas (nord du polder) et de l'Epoids (sud du polder) sont préférentiellement choisis par les busards (cf. carte 8).

Le secteur situés entre les éoliennes 2 et 7 n'a jamais été assidûment fréquenté par les busards cendrés (même avant la construction).

Les années où le nombre de couples est moins important, les oiseaux s'installent plutôt sur la partie sud du polder (secteur de l'Epoids). C'est le cas des années 2000, 2001, 2002 et 2003 (cf. carte 8 et figure 13).

En revanche, depuis 2004, le nombre de couples sur le polder est plus élevé, et le secteur nord ("le Village Bas", "le Château Jolly") est à nouveau fréquenté.



Carte 8 – Localisation des nids de Busard cendré sur le polder du Dain depuis 1996 (1 point = 1 nid). Les données de 1998 et 1999 ne figurent pas sur cette carte car les informations géographiques sont incomplètes pour ces années..

Territoire de chasse et comportement des individus en chasse

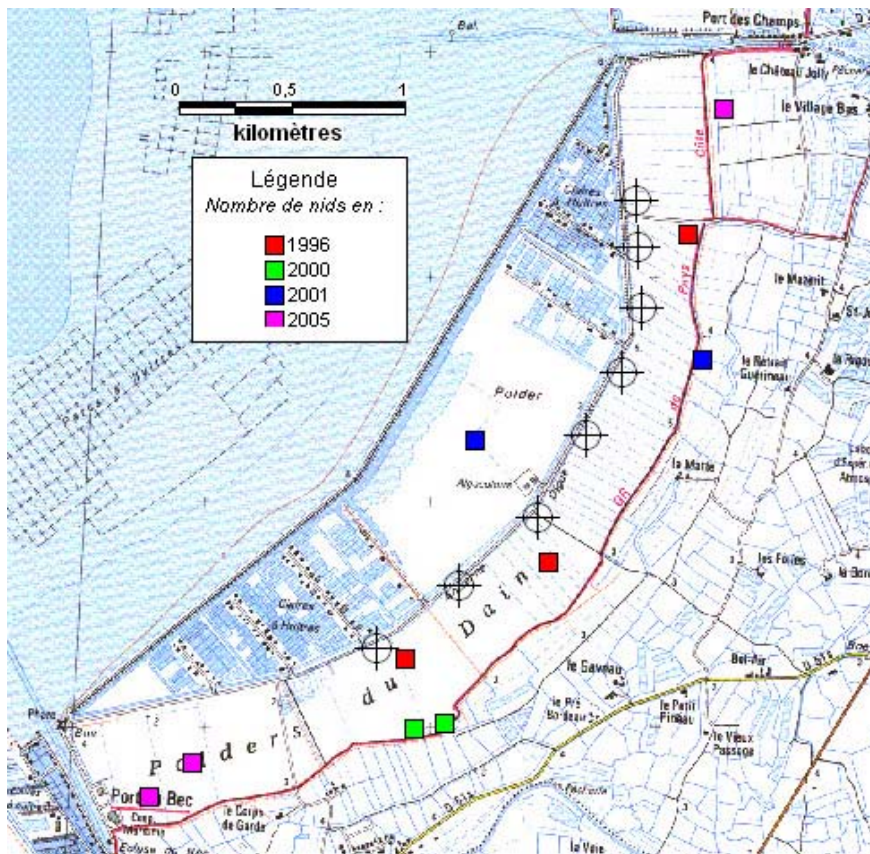
Malheureusement, dans le cadre de cette étude, l'évolution du territoire de chasse des busards cendrés nicheurs n'a pu être étudiée. Des observations attestent seulement de la présence d'individus en chasse sous les éoliennes.

Note sur le Busard des roseaux

Le Busard des roseaux n'est pas un nicheur régulier sur le polder du Dain. Depuis 1996, seules 4 années ont fourni des données. Les deux meilleures années sont 1996 (3 nids), qui est aussi la meilleure année pour le Busard cendré, et 2005 (3 nids).

La carte 9 indique les localisations des nids en fonction des années.

En 2005, les 3 couples ont produit 12 jeunes à l'envol, soit une très bonne réussite de reproduction (4 jeunes par couple).



Carte 9 – Localisation des nids de Busard des roseaux sur le polder du Dain depuis 1996 (1 carré=1 nid)

4.2.3 Conclusions et effets des éoliennes sur les busards

Nombre de couples nicheurs

L'année 2003 (mise en service des éoliennes) a été particulièrement mauvaise pour la reproduction des busards cendrés sur le polder. Plusieurs facteurs peuvent expliquer la quasi-désertion des couples :

- une absence générale de campagnols en 2003 (remarquée ailleurs en Marais breton et en Marais poitevin, les deux bastions de l'espèce en Vendée), qui a provoqué une forte diminution du nombre de nicheurs dans la région

- un dérangement des nicheurs par les travaux et les éoliennes. Les essais n'étaient pas terminés au moment de l'installation des busards, et le polder était très fréquenté. Par ailleurs, les éoliennes sont proches des lieux traditionnels de nidification (moins de 500 m). Il est donc possible que les nicheurs, dérangés par la présence humaine, le bruit et la présence de nouvelles grandes infrastructures, se soient installés ailleurs.

En revanche, dès 2004, les effectifs ont retrouvé un niveau "habituel" (nombre de couples un peu au-dessus de la moyenne des années 1996 à 2002), et les nicheurs se sont installés dans les parcelles précédemment occupées.

Il est donc possible que les travaux de construction des éoliennes aient joué un rôle dans la "désertion" du site par les busards, mais ceux-ci semblent s'être habitués à la présence des éoliennes dès l'année suivante.

Réussite de reproduction

Nous avons vu précédemment que la réussite de reproduction est liée notamment aux conditions météo et aux pratiques agricoles.

En 2004, le faible taux de réussite est lié à la présence de prédateurs, à l'impossibilité de protéger certains nids des moissons, aux conditions météo mais également à un volume de ponte assez faible.

En 2005, la reproduction a été particulièrement réussie, avec presque 2,5 jeunes volants par couple de Busard cendré et 4 jeunes volants par couple de Busard des roseaux.

Il est difficile d'évaluer le rôle des éoliennes dans la faible réussite de reproduction des deux premières années. Si les éoliennes ont pu jouer un rôle, il n'est en tout cas pas prédominant sur les autres facteurs.

Localisation des nids

Les secteurs "traditionnels" d'occupation du polder par les nicheurs n'ont pas évolué depuis 1996. **Au terme de ce suivi, les éoliennes ne semblent pas avoir éloigné les nicheurs.**

4.3 LES PASSERIFORMES ET OISEAUX COMMUNS

4.3.1 Méthodologie

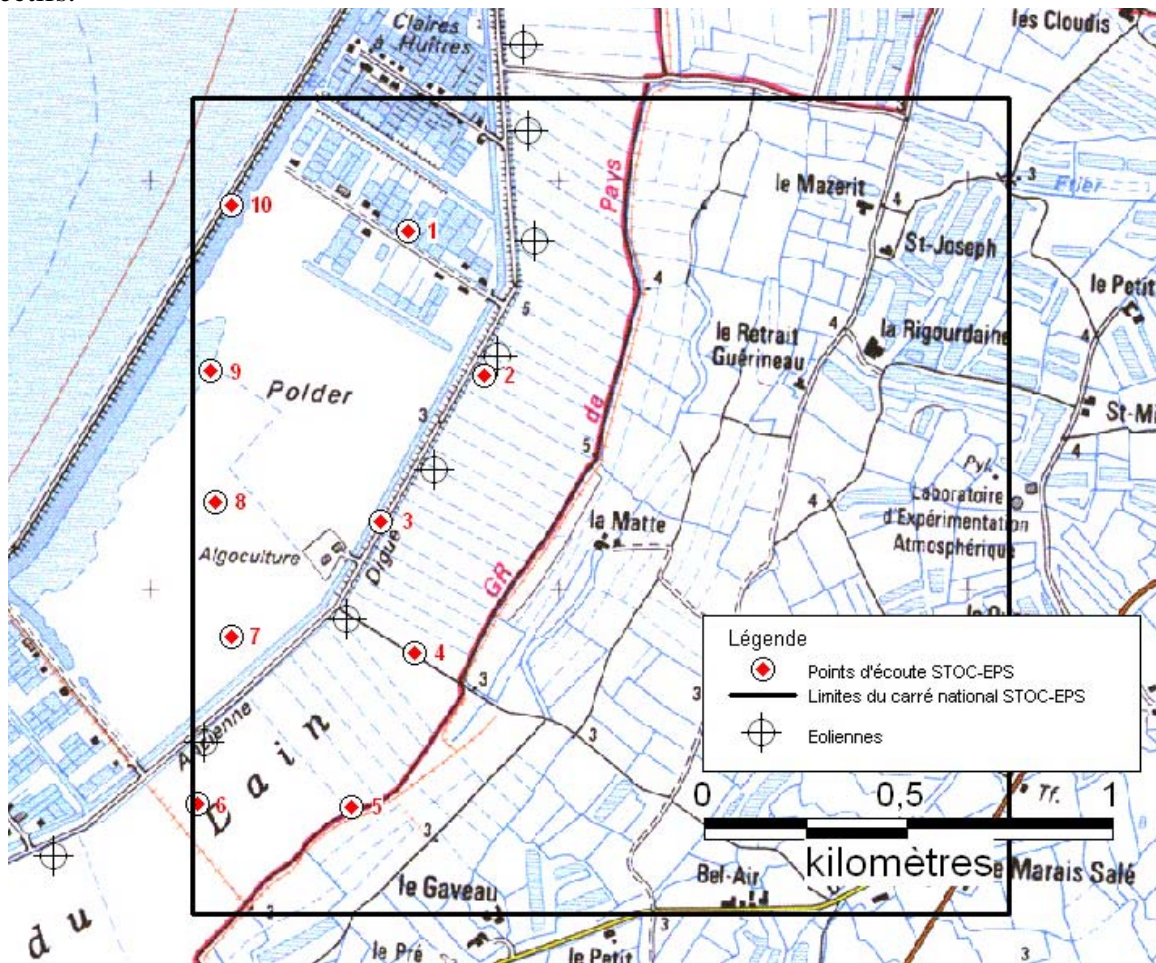
Les espèces concernées par ce suivi sont les passériformes : "passereaux" au sens habituel du terme et également corvidés, pigeons, tourterelles,....

Le comptage exhaustif des passereaux nicheurs étant complexe et gourmand en temps, nous avons choisi de réaliser sur le site un suivi selon la méthode nationale STOC-EPS (Suivi Temporel des Oiseaux Communs par Echantillonnage Ponctuel Simple).

Cette méthode, mise en place par le Muséum National d'Histoire Naturelle, consiste à suivre pendant plusieurs années un carré échantillon de 2 km de côté. Dans ce carré sont placés 10 points d'observation et d'écoute des chants et cris, sur lesquels l'observateur se rend deux fois par an au printemps (à au moins 5 semaines d'intervalle autour du 8 mai). Le temps d'observation et d'écoute est de 5 minutes par point. Le protocole détaillé de la méthode est décrit en annexe 1 de ce document.

Cette méthode ne permet pas de recenser tous les chanteurs mais de suivre l'évolution des populations dans le temps (bien que ce soit difficile à l'échelle d'un seul carré) et de comparer ces évolutions avec la tendance départementale (une quarantaine de carrés est réalisée en Vendée) et nationale (environ 900 carrés, JIGUET & JULLIARD 2006).

En outre les données STOC ont été complétées (quand c'est possible) par des observations réalisées hors des points d'écoute, ce qui permet d'apporter un éclairage sur certaines variations d'effectifs.



Carte 10 – Localisation des points d'écoute des passereaux

4.3.2 Résultats

Pour chaque point d'écoute, c'est le nombre maximal d'individus contactés lors de l'un ou l'autre des passages annuels qui est retenu pour effectuer les comparaisons (tableau 2).

Certaines variations d'effectifs observées à court terme ne sont pas faciles à interpréter (ex : les fluctuations très locales d'effectifs réduits). Il s'agit donc d'être prudent dans les analyses et les interprétations des tendances (JIGUET & JULLIARD 2005).

A partir de l'effectif annuel total des points d'écoute du site éolien, les tendances d'évolution depuis 2001 (état initial) ont été comparées avec les tendances d'évolution vendéennes et nationales (tableau 2).

En Vendée, seuls 6 carrés STOC-EPS sont réalisés depuis 2001, et ces carrés ne présentent pas les mêmes milieux que celui de Bouin. Les comparaisons restent donc indicatives.

Si l'on prend comme état initial l'année 2002, la comparaison peut se faire sur 11 carrés.

Les espèces de passereaux caractéristiques du milieu qui ont été retenues pour ces comparaisons sont les suivantes: Pigeon ramier *Columba palumbus*, Tourterelle des bois *Streptopelia turtur*, Martinet noir *Apus apus*, Hirondelle rustique *Hirundo rustica*, Alouette des champs *Alauda arvensis*, Bergeronnette grise *Motacilla alba*, Bergeronnette printanière *Motacilla flava*, Pipit

farlouse *Anthus prantensis*, Cisticole des joncs *Cisticola juncidis*, Fauvette grisette *Sylvia communis*, Gorgebleue à miroir blanc *Luscinia svecica*, Tarier pâtre *Saxicola torquata*, Etourneau sansonnet *Sturnus vulgaris*, Moineau domestique *Passer domesticus*, Linotte mélodieuse *Carduelis cannabina*, Chardonneret élégant *Carduelis carduelis*, Bruant des roseaux *Emberiza schoeniclus* et Bruant proyer *Miliaria calandra*.

Par rapport aux années précédentes, nous avons retiré de la liste le Verdier d'Europe et le Merle noir, dont la présence sur le polder est anecdotique (milieu non favorable à ces deux espèces).

Tableau 2 - Variations du nombre de contacts sur les points STOC-EPS du site d'étude entre 2001 et 2006

	Nombre maximal d'individus contactés lors d'un des passages sur les points d'écoute de Bouin						Tendance 2001-2006	Tendance Vendée 2001-2006 (6 carrés)	Tendance Vendée 2002-2006 (11 carrés)	Tendance nationale (2001-2006) ⁶
	2001	2002	2003	2004	2005	2006				
Pigeon ramier	0	0	10	5	11	2	fluctuations	↗	↗	↗
Tourterelle des bois	0	0	2	6	0	0	fluctuations	→	↘	→
Martinet noir	7	26	7	2	4	4	→	↘	→	→
Alouette des champs	25	15	19	23	21	28	→	↘	↘	↘
Hirondelle rustique	3	1	0	0	18	2	→	→	→	↘
Pipit farlouse	5	0	0	1	0	0	↘	↘*	↘	↘
Bergeronnette printanière	11	4	11	11	18	10	→	→	→	↗
Bergeronnette grise	3	8	3	4	3	3	→	→	→	→
Gorgebleue à miroir blanc	5	5	10	9	4	6	→	Absence de données		→
Tarier pâtre	4	2	1	1	0	1	↘*	→	→	→
Cisticole des joncs	17	16	11	13	11	4	↘*	→	→	→
Fauvette grisette	5	0	2	2	0	2	→	→	→	↘
Etourneau sansonnet	153	13	13	69	74	17	fluctuations	↗	↗/→	→
Moineau domestique	27	7	29	11	14	9	fluctuations	↗*	↗	↗
Chardonneret élégant	1	1	0	0	0	6	→	↘	↘*	↘
Linotte mélodieuse	7	8	7	6	2	0	↘*	↘*	↘	↘
Bruant des roseaux	5	3	0	1	0	0	↘*	→	→	→
Bruant proyer	23	18	16	10	12	12	↘*	Absence de données		→

* pour le carré de Bouin et les carrés vendéens, les tendances annotées d'un astérisque sont celles pour lesquelles la régression linéaire sur le nombre total d'individus observés par an fournit des résultats significatifs.

⁶ JIGUET & JULLIARD 2007, F.JIGUET comm.pers.

4.3.3 Espèces en diminution

Sur la période 2001 – 2006, les espèces suivantes montrent une tendance à la diminution :

- le **Pipit farlouse** n'était pas présent en 2006 sur les points d'écoute du polder (1 chanteur était présent en 2004, et 5 en 2001), mais deux couples ont niché en dehors des points d'écoute (l'un en haut de la prairie et l'autre dans la zone ostréicole nord). Toutefois, au moins 2 chanteurs ont disparu du polder du Dain depuis 2001. Le polder reste, en Marais breton, **l'un des seuls sites où l'espèce est connue nicheuse**. Le Pipit farlouse a également presque disparu de l'ensemble des carrés STOC-EPS suivis dans le département : présence dans un seul carré en 2004 et 2005, aucune donnée en 2006. L'espèce est aussi **en déclin en France** : pour la période 2001-2005, la baisse est de 30 % (JIGUET & JULLIARD 2006). Cette espèce liée aux milieux agricoles pourrait prochainement disparaître des secteurs de plaine (JULLIARD & JIGUET 2005).
- la **Cisticole des joncs** a vu ses effectifs baisser à partir de 2003 (seulement 4 contacts en 2006, pour 10 à 20 contacts les années précédentes). Cette espèce sédentaire subit des fluctuations importantes liées aux hivers rigoureux, aussi bien au niveau départemental qu'au niveau national : alors qu'entre 2001 et 2002 les indices donnés par le STOC-EPS montraient une augmentation de 30%, cette variation passait à -10% l'année suivante et -33% entre 2005 et 2006 (JIGUET & JULLIARD *op. cit.*).
- au même titre que le Pipit farlouse, le **Tarier pâtre** a progressivement déserté les points d'écoute entre 2001 et 2006 (4 contacts en 2001, 0 en 2005, mais 1 en 2006). Cependant, au moins 1 couple est présent sur le polder (hors points d'écoute). En Vendée, sur la même période et sur les 6 autres carrés suivis, les indices d'évolution ne varient presque pas. **Cette espèce se porte bien en France** (+71% depuis 15 ans, JULLIARD & JIGUET 2005), bien qu'il soit inféodé aux milieux agricoles.
- pour la **Linotte mélodieuse**, la chute amorcée en 2005 se confirme en 2006, avec aucun contact. Sur la même période, cette espèce est également **en déclin dans les 6 autres carrés du département et au niveau français** (- 22% depuis 2001, JIGUET & JULLIARD 2006). Par ailleurs, son statut de conservation au niveau européen a récemment été réévalué, la Linotte fait maintenant partie des espèces en déclin (BIRDLIFE INTERNATIONAL 2004). Comme le Pipit farlouse, elle fait partie du cortège des espèces "agricoles".
- le **Bruant des roseaux** a disparu des points d'écoute du polder de Bouin (0 contact en 2006, aussi bien sur les points d'écoute qu'en dehors ; 5 contacts en 2001 et 3 en 2002). Cette espèce des zones humides est également en **déclin généralisé en France** depuis 15 ans (mais pas sur la période 2001-2006). En revanche, sur la période 2001-2006, les effectifs sont stables sur les 6 autres carrés STOC-EPS du département.
- le nombre de contacts de **Bruant proyer** diminue régulièrement depuis 2001 (d'une vingtaine de contacts en 2001 et 2002, on est passé à une dizaine depuis 2004). Pour la période 2002-2006, les effectifs comptés sur 11 autres carrés vendéens ne montrent pas d'évolution nette. Au niveau national, le Bruant proyer est considéré comme espèce "à surveiller" (déclin significatif mais de faible ampleur) en France (JULLIARD & JIGUET 2005).



Figure 14 – Evolution du nombre de contacts de Linotte mélodieuse (*Carduelis cannabina*) sur le carré STOC-EPS de Bouin depuis 2001 (le trait noir représente la régression linéaire)

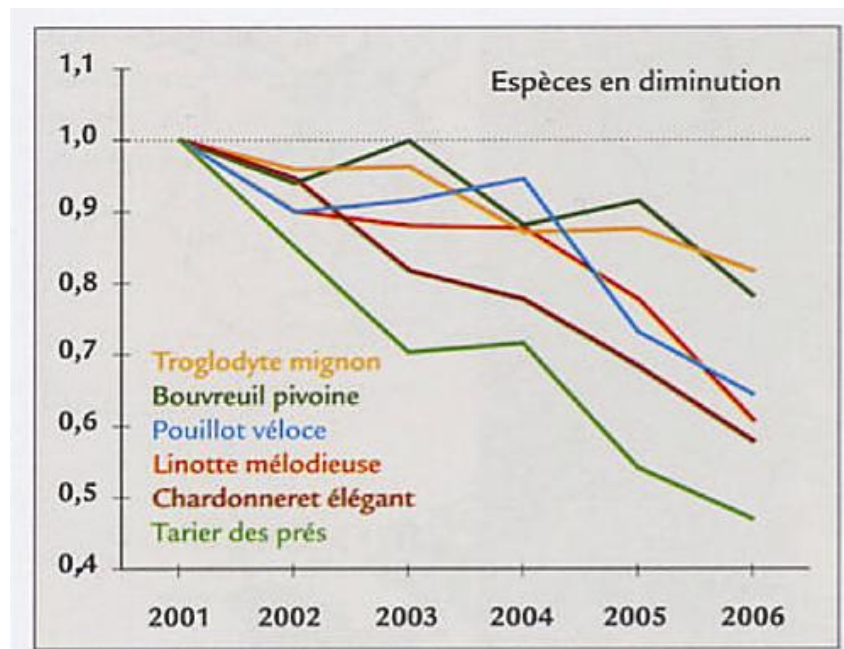


Figure 15 – Espèces en diminution en France sur la période 2001-2006 : variation des indices d'abondance sur les carrés STOC suivis les 6 années (figure extraite de JIGUET & JULLIARD 2007).

4.3.4 Espèces ayant peu évolué ou montrant de fortes fluctuations

Pendant la période de suivi sur le polder du Dain, le nombre de contacts annuel des espèces suivantes a peu évolué (ou montre de fortes fluctuations) :

- le **Pigeon ramier**, le **Moineau domestique** et l'**Etourneau sansonnet** montrent d'importantes fluctuations depuis 2001. En Vendée et en France, ces trois espèces sont en augmentation. Sur le polder, pour les 3 espèces les fortes fluctuations peuvent être liées à l'observation de groupes d'oiseaux qui ne nichent pas sur le polder mais viennent s'y nourrir (dans les cultures en particulier).
- l'**Alouette des champs** est l'espèce la plus commune sur le polder, depuis 2001 le nombre de contacts évolue peu, malgré **un déclin lent mais régulier en France dans les milieux agricoles** (JULLIARD & JIGUET 2005). En Vendée, sur la même période et sur les carrés suivis régulièrement depuis 2001 ou 2002, on observe un déclin peu marqué.

- les effectifs de **Bergeronnette printanière** varient peu depuis 2001 sur le polder (une dizaine de contacts en 2006). Le nombre de contacts relevé sur les 6 autres carrés suivis depuis 2001 est très faible (0 à 1 selon les années). En revanche, si l'on y ajoute les 5 carrés suivis depuis 2002, le nombre de contacts reste stable d'une année sur l'autre. Cette espèce montre par ailleurs une augmentation nette en France depuis 15 ans, ce qui en fait une exception parmi les espèces agricoles (JULLIARD & JIGUET 2005). A Bouin des mâles chanteurs de Bergeronnette printanière ont été observés à environ 50 m des éoliennes.
- la **Bergeronnette grise** évolue peu, comme c'est le cas en Vendée pour la même période.
- la **Gorgebleue à miroir**, comme l'Alouette, se maintient au même niveau depuis 2001, avec 5 à 10 contacts sur les points d'écoute STOC.
- la **Fauvette grisette**, la **Tourterelle des bois** et le **Chardonneret élégant** sont peu présents sur le polder, car le milieu ne leur convient pas tellement. L'évolution des effectifs n'est donc pas très représentative de la situation des passereaux nicheurs sur le polder.

4.3.5 Proximité des éoliennes et nombre de contacts

Une analyse du nombre de contacts par point d'écoute nous a permis de voir que les effectifs comptés sur les 5 points les plus proches des éoliennes (points 2, 3, 4, 6, 7, en moyenne 27 contacts par an) n'étaient pas significativement⁷ différents de ceux des points les plus éloignés des éoliennes (points 1, 5, 8, 9, 10, en moyenne 33 contacts par an).

4.3.6 Synthèse et effet possible des éoliennes sur les passereaux

Synthèse des observations

Pendant la période d'observation, on observe les tendances suivantes :

- une **diminution régulière** du nombre de contacts de Pipit farlouse, Tarier pâtre, Cisticole des joncs, Linotte mélodieuse, Bruant des roseaux, Bruant proyer ;
- **peu de changement** (avec des éventuelles fluctuations) pour les autres espèces.

Par ailleurs, **le nombre de contacts sur les points d'écoute proches des éoliennes n'est pas significativement différent du nombre de contacts sur les points d'écoute les plus éloignés des éoliennes.**

Enfin, des oiseaux chanteurs sont régulièrement observés à proximité des éoliennes (moins de 100 m), en particulier les oiseaux typiques de ce type de milieu (zones de prairies et de cultures arrière-littorales) : Gorgebleue à miroir, Bergeronnette printanière, Alouette des champs (alors que cette espèce semble sensible sur certains parcs de Champagne Ardenne, S.Bellenoue comm.pers.).

Limites de la méthode

Ces conclusions doivent être considérées **avec précaution** en raison du protocole STOC-EPS, établi pour des "grands échantillons" (analyses menées sur plusieurs dizaines de carrés). L'analyse des données d'un seul carré est donc malaisée en raison :

- du **faible effectif** de chaque espèce (les variations concernent la plupart du temps moins de 5 chanteurs ou couples, et les chanteurs peuvent se trouver en dehors des points d'écoute) ;
- de la **rotation des cultures**, qui peut déplacer les couples (et donc les chanteurs) en dehors des points d'écoute sur ce carré. C'est en particulier le cas pour le Pipit farlouse, présent en

⁷ le test utilisé est le test non paramétrique de Mann-Whitney.

faible effectif sur le polder (moins de 5 couples), et dont les chanteurs sont localisés en dehors des points d'écoute.

Facteurs d'évolution des populations et effet possible des éoliennes

Pour certaines espèces, la diminution constatée est sans doute en partie liée à la **conjoncture régionale et nationale**. C'est le cas du Pipit farlouse, de la Linotte mélodieuse, du Bruant proyer, pour lesquels le déclin constaté au niveau national, lié à la dégradation des milieux agricoles peut se reproduire sur le polder (le cortège d'oiseaux "agricoles" est celui qui subit la plus forte diminution en France : - 29 % en 15 ans, JIGUET & JULLIARD 2006).

Pour le Bruant des roseaux, il est possible que la **disparition partielle de la roselière** dans la prairie de la lagune soit aussi à l'origine de la disparition des chanteurs.

Certaines espèces, qui ont diminué sur le polder, ne montrent pas de déclin en France (Tarier pâtre, Cisticole des joncs). Les éoliennes pourraient donc avoir joué un rôle dans la diminution du nombre de chanteurs, au même titre que la rotation des cultures ou des hivers froids (pour la Cisticole).

Compte-tenu des multiples facteurs qui interviennent sur l'évolution des populations de passereaux, **il reste difficile de tirer des conclusions sur le rôle des éoliennes** (celui-ci n'est pas à exclure mais **ne semble pas prévaloir sur les autres facteurs**).

Notons que l'Alouette des champs, qui chante en vol et en hauteur, et pour laquelle des craintes avaient été exprimées lors de l'étude préliminaire à l'installation du parc, ne semble finalement pas touchée par la présence des machines.

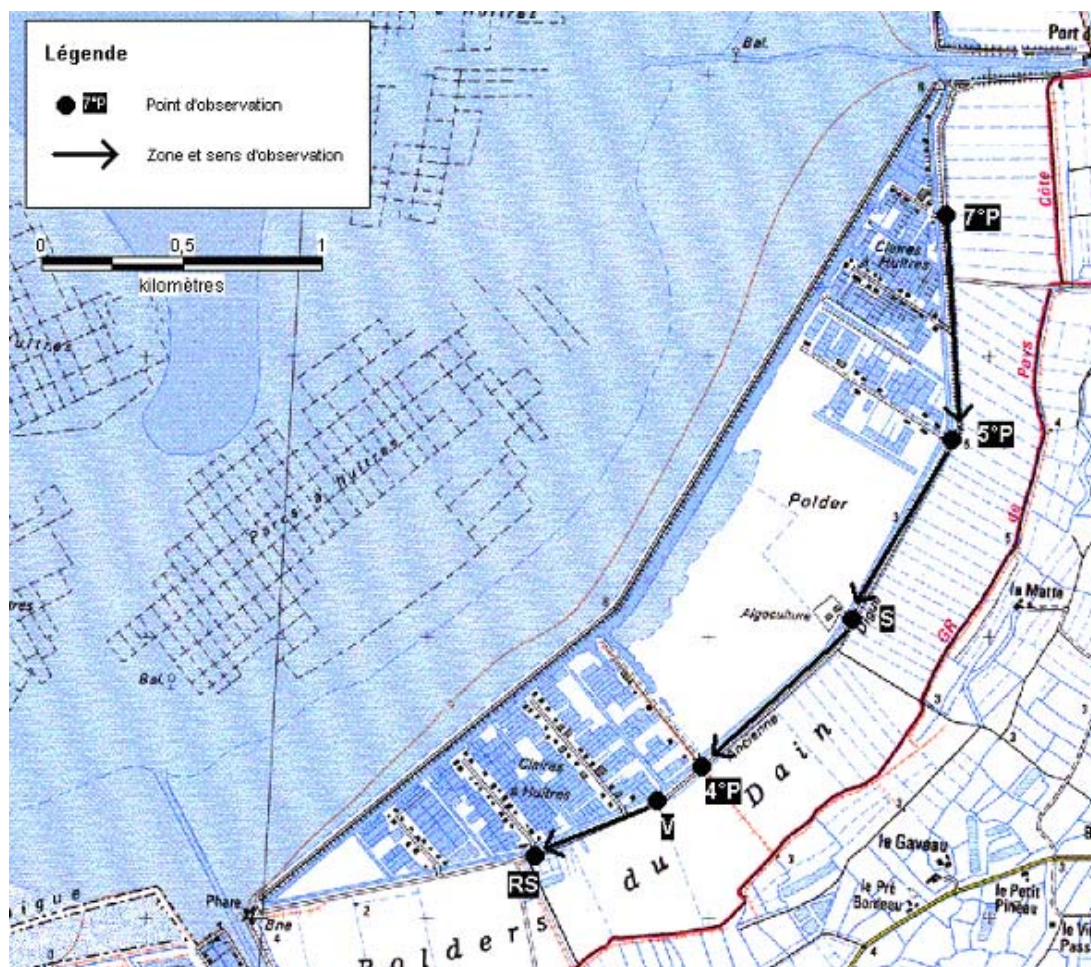
5. IMPACTS SUR LE COMPORTEMENT DIURNE DES OISEAUX

Ce suivi a pour objectif de mettre en évidence les modifications comportementales des oiseaux pouvant être liées aux éoliennes, en comparant la situation avant l'installation des éoliennes avec les observations réalisées après.

5.1 ELEMENTS DE PROTOCOLE

La méthode consiste à observer les allées et venues des oiseaux autour des éoliennes, à différentes périodes de l'année et de la journée et par différentes conditions de marée. Sont notés les espèces, la quantité, le sens de passage, la hauteur, les réactions face aux éoliennes, les autres facteurs de dérangement... Ceci permet de déterminer :

- si les oiseaux passent sur le polder aussi souvent et aussi nombreux avant et après l'installation des éoliennes,
- si les oiseaux ont modifié leur hauteur de vol,
- si les oiseaux font demi-tour ou non devant les éoliennes,
- s'ils réagissent différemment en fonction de facteurs extérieurs (dérangement, météo, période de l'année, taille des groupes).



Carte 11 – Les 4 secteurs de suivi du comportement diurne des oiseaux autour des éoliennes

Les observations se font sur 4 secteurs linéaires d'environ 1 km (cf. carte 11), pendant une durée de deux heures. La direction d'observation reste toujours la même. Les séances d'observation sont conduites une fois par mois sur chaque secteur (au total 4 séances de 2 heures d'observation par mois, soit 48 séances et 96 heures d'observation). Elles alternent 4 matinées et 4 après-midi, approximativement aux mêmes heures, de façon à ce que les échantillons collectés couvrent différentes heures, marées et conditions météorologiques.

La personne qui effectue les suivis de terrain est toujours la même (ce qui a une importance, notamment pour l'appréciation de la hauteur de vol).

Le protocole détaillé du suivi de terrain figure en annexe 3 du présent rapport.

5.2 PREAMBULE A L'ANALYSE DES DONNEES DE COMPORTEMENT

L'analyse des données porte sur les cinq années d'observation : 2002 (état initial⁸), 2003 (année des travaux et de la mise en fonctionnement des éoliennes), 2004 à 2006 (trois années complètes de fonctionnement).

Pour cette analyse, comme les années précédentes nous avons travaillé sur trois variables :

- le **nombre de passages** d'oiseaux par heure dans la ligne d'éoliennes
- la **taille des groupes** d'oiseaux
- la **hauteur de vol** des oiseaux

Le nombre d'oiseaux par heure n'a pas été utilisé : les passages de grands groupes de limicoles induisent des valeurs extrêmes éloignées de la moyenne. Le nombre de passages par heure nous paraît être une variable plus cohérente pour expliquer le fonctionnement du site, sachant que les deux variables (nombre d'oiseaux et nombre de passages) sont de toutes façons reliées par la taille des groupes.

Pour les 5 années nous avons choisi de travailler sur une période allant de début février à fin janvier. Fin janvier correspond en effet à la fin de l'hivernage de beaucoup d'espèces d'oiseaux d'eau. Ainsi, lorsque nous parlons par exemple de l'année 2005, il s'agit de la période courant du 1^{er} février 2005 au 31 janvier 2006.

Nous avons par ailleurs considéré 4 périodes différentes : **l'hivernage** (décembre-janvier), **la migration prénuptiale** (février-mars), **la reproduction** (avril-juillet), **la migration postnuptiale** (août-novembre). Ceci ne correspond pas à la phénologie de toutes les espèces. En effet la migration s'étale sur plusieurs mois (pour les limicoles notamment, des passages migratoires ont lieu jusqu'en mai en période prénuptiale et dès juillet en période postnuptiale). Toutefois, elle correspond globalement à la biologie de la Mouette rieuse (*Larus ridibundus*), qui représente la majorité des passages sur le site (voir remarques suivantes). C'est enfin un compromis entre la phénologie des différentes espèces.

Pour les comparaisons statistiques, nous avons presque toujours utilisé un test non paramétrique de Mann-Whitney, car la plupart des séries de données ne répondent pas à une loi normale. Seules quelques séries de données de hauteur de vol permettent d'appliquer un test paramétrique (test t de Student).

Les petits échantillons ($n \leq 8$ et $n < 20$) ont été pris en compte, et le seuil de significativité choisi est de 5% (sauf indication contraire).

⁸ L'état initial est en réalité incomplet car les travaux ont début en septembre 2002, cf. aussi § 5.7).

5.3 QUELQUES RESULTATS GENERAUX

	Janvier 2002	2002	2003	2004	2005	2006
Nombre de données (= nombre de passages d'oiseaux)	131	4 929	4 776	4 178	2 995	3 235
Nombre de jours d'observation	4 jours	48 jours	48 jours	48 jours	47 jours	42 jours
Nombre d'heures d'observation	8	96	96	96	94	84
Nombre d'espèces observées	22	73	67	67	59	58

Tableau 3 – Suivi du comportement : investissement sur le terrain et données générales

NB : Le nombre de jours de suivis de l'année 2006 est inférieur aux années précédentes car la période d'hivernage s'arrête en décembre (pas de suivi en janvier 2007). Par ailleurs, 2 journées de suivi n'ont pu être réalisées (novembre et décembre).

Les listes détaillées des 81 espèces observées pendant les 5 années figurent en annexe 3.

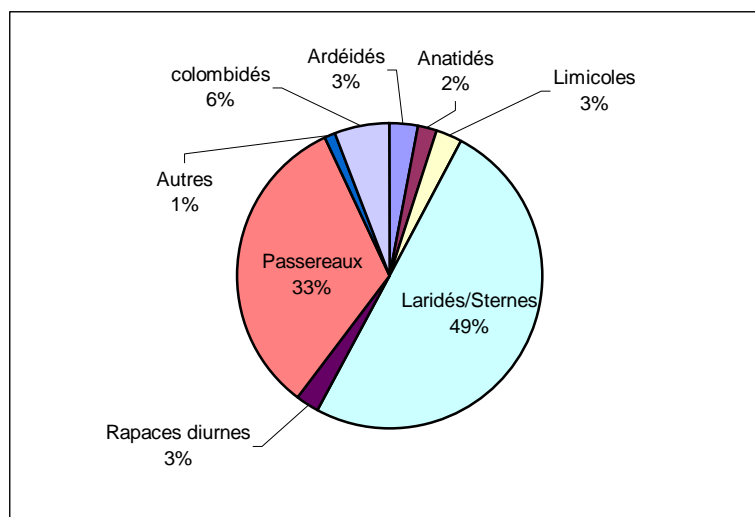


Figure 16 – Répartition des passages sur le site entre 2002 et 2006. La catégorie "autres" regroupe les espèces suivantes : Grand Cormoran, Cormoran huppé, Ibis sacré, Grue cendrée, Spatule blanche, Perdrix.

Les laridés (mouettes et goélands) représentent plus de 49% des passages d'oiseaux sur le site. Viennent ensuite les **passereaux** avec 33% (voir figure ci-dessus).

La **Mouette rieuse** (*Larus ridibundus*) représente à elle seule plus de 38% de la totalité des passages, soit 7 500 observations en 5 ans.

L'**Etourneau sansonnet** (*Sturnus vulgaris*) la suit de loin avec seulement 9,5% des passages. Viennent ensuite les **passereaux non déterminés**⁹ (6,4%), le **Goéland argenté** *Larus argentatus* (5,3%), les **Goélands non déterminés** (4,9%), le **Moineau domestique** *Passer domesticus* (4,4%), le **Pigeon ramier** *Columba palumbus* (3%), le **Pipit farlouse** *Anthus pratensis* (2,9%), la **Tourterelle des bois** *Streptopelia turtur* (2,4%), l'**Aigrette garzette** *Egretta garzetta* (2,1%), le **Tadorne de Belon** *Tadorna tadorna* (1,4%), la **Bergeronnette grise** *Motacilla alba* (1,4%),

⁹ passés trop loin de l'observateur pour qu'il puisse les identifier

l'**Hirondelle rustique** *Hirundo rustica* (1,3%), le **Faucon crécerelle** *Falco tinnunculus* (1,2%) et le **Vanneau huppé** *Vanellus vanellus* (1,1%).

Les autres espèces représentent moins de 1% des passages sur les 5 ans de suivi.

5.4 NOMBRE DE PASSAGES D'OISEAUX

5.4.1 Données globales

Si la période qui a suivi les travaux de construction des éoliennes (2003) n'a pas montré de modification du nombre de passages d'oiseaux par heure (sauf en hiver, cf. § 5.4.3), en revanche entre l'état initial (2002) et les années 2005 et 2006, nous observons une **diminution significative du nombre global d'oiseaux passant sur le site en journée** (alors que la diminution observée en 2004 n'était pas significative).

Le détail des données par espèce, par saison et par secteur peut permettre de connaître plus précisément les raisons de cette diminution.

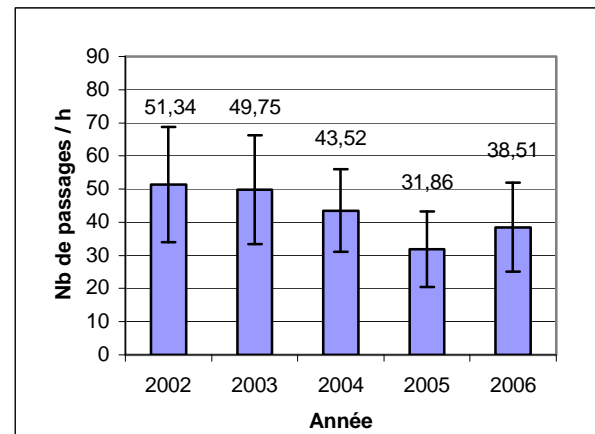


Figure 17 : Nombre moyen de passages d'oiseaux sur le site par heure.

Les traits verticaux représentent l'écart-type de l'échantillon.

5.4.2 Par taxon

Nous avons recherché quelles familles taxonomiques et quelles espèces étaient plus particulièrement concernées par la diminution du nombre de passages diurnes. Nous avons notamment étudié le cas de la quinzaine d'espèces dont le nombre de passages par heure dépasse 1% du total.

Seules trois familles sont concernées par la baisse significative du nombre de passage par heure entre l'état initial et les 3 années de fonctionnement :

- les anatidés
- les passereaux
- les rapaces

Il est intéressant de noter que les laridés (oiseaux les plus abondants sur le site), et en particulier la Mouette rieuse, n'ont pas vu leurs effectifs diminuer pendant les 5 années d'observation.

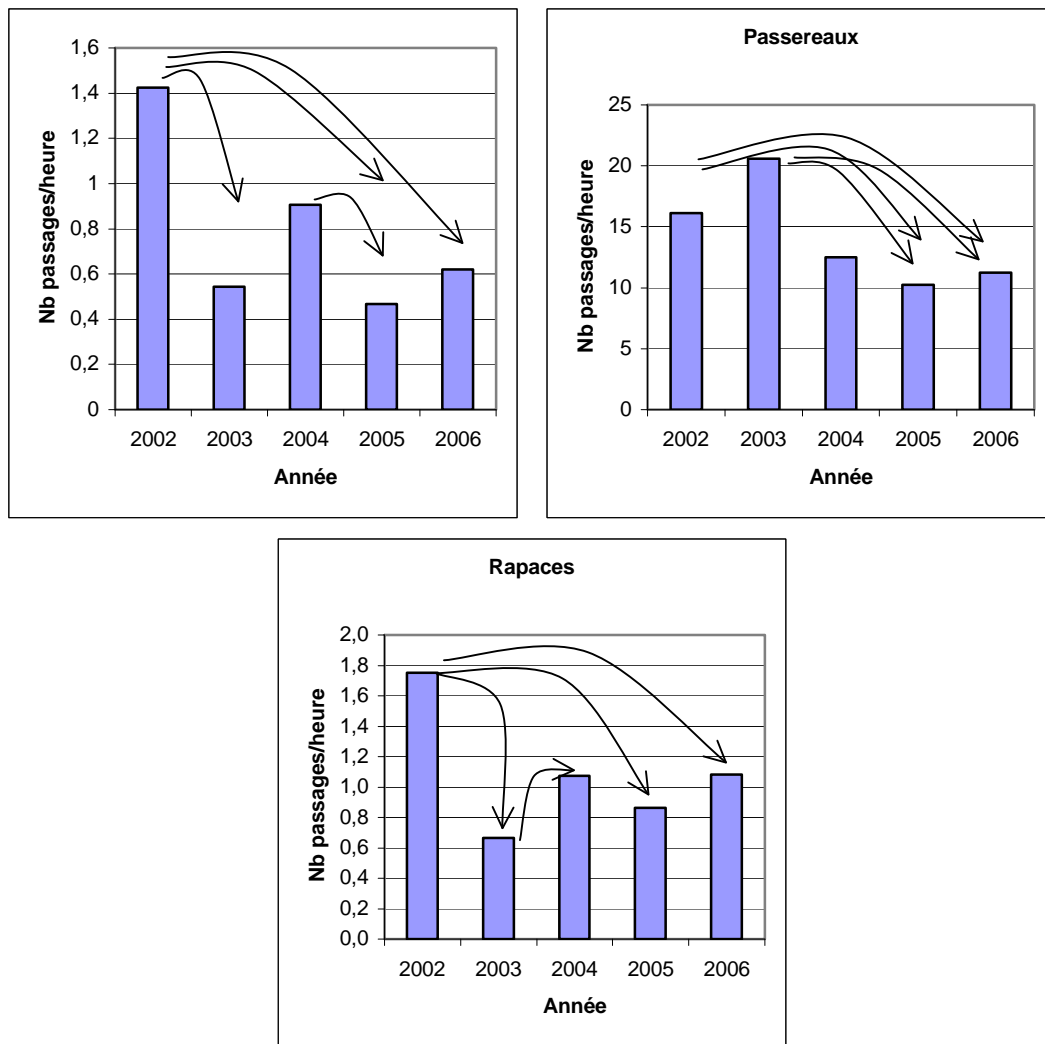


Figure 18 – Evolution du nombre de passages par heure pour les familles concernées par une baisse significative. Les flèches indiquent les variations significatives (test non paramétrique de Mann-Whitney, risque 5 %)

Pour les anatidés

Les passages d'anatidés sur le site sont très peu nombreux sur le site (moins de 2% des passages, soit 375 données pour les 5 ans).

Le nombre de passages de **Tadornes de Belon** (espèce la plus représentée sur le site : 69% des passages d'anatidés) a diminué de façon significative entre 2002 et les années suivantes. En revanche, depuis 2003 la situation n'a pas évolué. **Est-ce lié à un dérangement de l'espèce par les éoliennes ?** Le Tadorne figure parmi les espèces les plus sensibles au dérangement (TRIPLET *et al.* 2003). Toutefois, il est aussi possible que l'année 2002 fasse figure d'exception (*cf.* §5.7).

En outre, en 2006, le **Canard colvert** (18% des passages d'anatidés, mais seulement 0,34% des passages, soit en moyenne moins de 0,5 passage par heure) a également vu ses effectifs diminuer de façon significative par rapport à 2002 (année de référence).

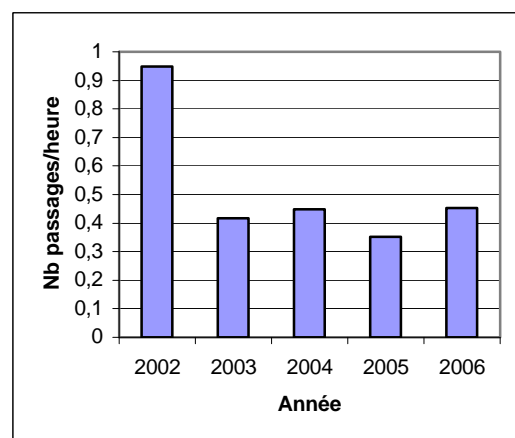


Figure 19 – Evolution du nombre de passages de Tadorne de Belon (*Tadorna tadorna*) sur le site entre 2002 et 2006. Les variations sont significatives seulement entre 2002 et les autres années

Pour les passereaux

La baisse concerne le **Pipit farlouse** (qui ne représente que 10% des passages de passereaux et 2,9% des passages totaux, moyenne du nombre de passages par heure : 0,6 à 1,6) et la **Bergeronnette grise** (3% des passages de passereaux, 1,4% des passages, moyenne du nombre de passages par heure : 0,3 à 0,6). En revanche, le nombre de passages de passereaux non déterminés a augmenté de façon significative entre l'état initial (2002) et les années 2004 à 2006.

Compte-tenu de la difficulté de reconnaissance des passereaux au-delà d'une certaine distance, la diminution de certaines espèces pourrait être corrélée à cette augmentation (les corrélations simples ne sont pas significatives pour le Pipit farlouse et la Bergeronnette grise).

Les deux espèces les plus représentées (Etourneau sansonnet et Moineau domestique) n'ont pas vu leurs effectifs chuter.

Pour les rapaces

En 2005, la baisse concernait uniquement le Busard des roseaux (20% des passages de rapaces en 2006, mais seulement 0,28% des passages). Pour 2006, le nombre de passages de Busards des roseaux n'est pas significativement différent du nombre de passages en 2002.

En revanche, le nombre de passages de **Faucon crécerelle** (50% des passages de rapaces, 1,5% des passages d'oiseaux), qui jusque là n'avait pas montré de variation significative, a diminué en 2006.

Nous avons noté en 2003 une **disparition du dortoir de busards des roseaux**. Depuis lors, les busards sont beaucoup moins nombreux (moins de passages en soirée du marais vers la prairie de la lagune, au moment où les oiseaux rejoignent habituellement le dortoir).

La raison de la disparition de ce dortoir n'a pu être clairement identifiée : dérangement lié aux travaux des éoliennes, destruction de temporaire de la roselière (absence de fauche) qui aurait déplacé le dortoir ailleurs ??

5.4.3 Par saison

En hiver (décembre-janvier)

Nous indiquions dans les précédents rapport que pendant la période décembre 2002 – janvier 2003, les passages avaient été significativement plus nombreux que pendant les hivers précédents et suivants. Il se peut que cette augmentation, qui ne s'est produite que cette année-là (période des travaux de construction des éoliennes), soit liée à l'activité humaine accrue sur le site, qui aurait provoqué des dérangements plus réguliers des oiseaux présents aux alentours et donc plus de déplacements.

En hiver il n'y a donc finalement pas de différence significative de fréquentation du site entre l'état initial (janvier 2002) et la période de fonctionnement (2003-2004, 2004-2005, 2005-2006, décembre 2006). Cependant, le nombre de données est faible en janvier 2002 (n=4), ce résultat est donc à considérer avec des précautions (cf. aussi §5.7).

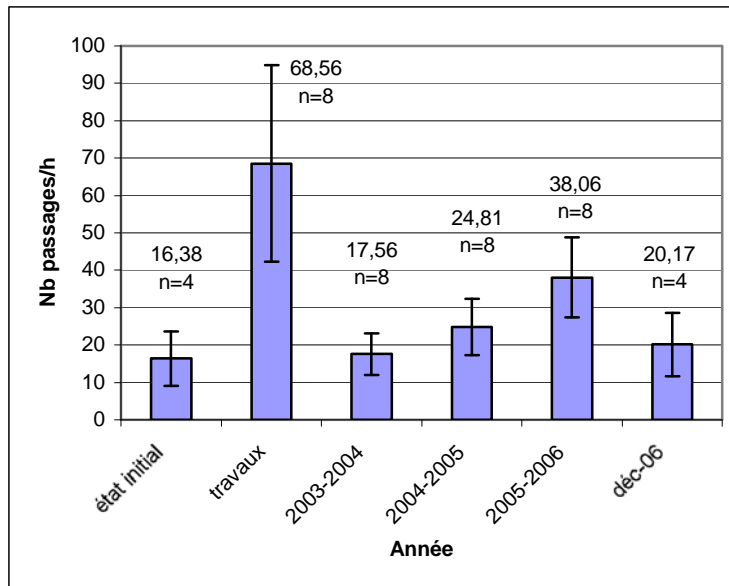


Figure 20 - Nombre moyen de passages d'oiseaux sur le site par heure en période d'hivernage.
Les traits verticaux représentent l'écart-type de l'échantillon.

En période de migration prénuptiale (février – mars)

Le nombre de passages par heure n'est **pas significativement différent** entre les années, en période de migration prénuptiale.

En période de reproduction (avril – juillet)

Si l'on intègre toutes les données des années de fonctionnement des éoliennes, globalement **le nombre de passages par heure n'a pas diminué entre l'année de référence (2002) et les années de suivi** pendant le fonctionnement des éoliennes.

En période de migration postnuptiale (août-novembre)

En période de migration postnuptiale, seule l'année 2005 se différencie des autres années, avec un nombre de passage par heure significativement moins élevé que lors des 4 autres années de suivi.

Globalement, comme pour la période de reproduction, le nombre de passages par heure n'est pas moins élevé pendant la période de fonctionnement des éoliennes que lors de l'année 2002. Signalons toutefois que 2002 ne constitue pas un état initial pour cette période de l'année (les travaux des éoliennes ayant début en septembre 2002).

5.4.4 Par secteur géographique

Alors qu'en 2005, nous observons une baisse globale du nombre de passages d'oiseaux sur deux des quatre secteurs suivis (le plus au nord et le plus au sud), en 2006 cette situation ne se reproduit pas. Aucun des secteurs d'observation n'est concerné en particulier par une diminution du nombre de passages entre 2002 et 2006.

Le nombre de passages par heure **n'a pas varié significativement sur les secteurs situés face à la lagune**.

5.4.5 Influence de la vitesse du vent

Une analyse de la vitesse du vent nous a permis de voir, sur les données de 2003 et de 2004, que ce facteur n'a statistiquement pas d'influence sur le nombre de passages d'oiseaux sur le site : le nombre de passages d'oiseaux par heure n'est pas expliqué par la vitesse moyenne du vent¹⁰ pendant les 2 heures d'observation (coefficient de corrélation de Bravais-Pearson, appliqué aux probabilités 0,1%, 1% et 5%).

5.5 TAILLE DES GROUPES

5.5.1 Données globales

Sur les 5 années d'observation, seule l'année 2006 (3,72 oiseaux par groupe, 3 oiseaux par groupe si l'on exclut les passages de 2 grands groupes d'étourneaux en février) est significativement différente de l'année 2002.

En outre, si l'on compare les données de l'année de référence (2002) avec les données des 3 années complètes de fonctionnement des éoliennes, **globalement le nombre moyen d'oiseaux par groupe n'a pas évolué**. En revanche, en 2003, année de la fin des travaux et de la mise en route des éoliennes, le nombre moyen d'oiseaux par groupe était significativement inférieur à celui observé en 2002.

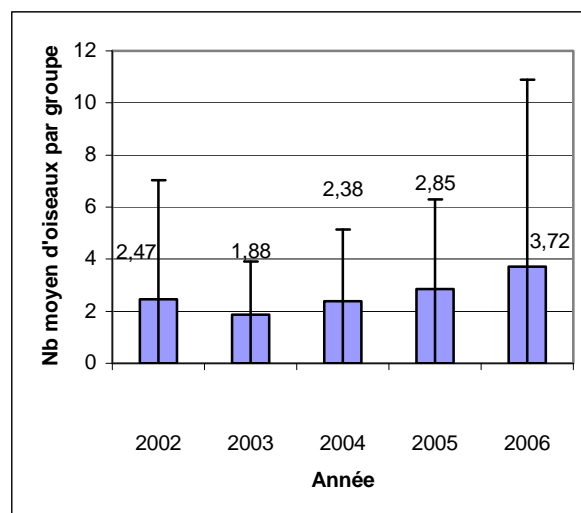


Figure 21 - Taille moyenne des groupes d'oiseaux passant la ligne d'éoliennes. Les traits verticaux représentent l'écart-type de l'échantillon.

Notons ici que les données sont très dispersées autour de la moyenne (variable représentée sur la figure ci-dessus). Plus de 70% des passages sont effectués par des oiseaux seuls (taille du groupe = 1). Ainsi, depuis 2002, la médiane de l'échantillon est toujours égale à 1.

5.5.2 Par taxon

Si l'on prend en compte l'ensemble des données depuis 2004 (fonctionnement des éoliennes), on observe les évolutions suivantes par rapport à l'état initial :

¹⁰ Vitesse moyenne sur deux heures d'observation, calculée à partir des données anémométriques de l'éolienne 4, enregistrées toutes les 10 minutes (données EDF Energies Nouvelles)

- pas de changement significatif pour les laridés, les limicoles, les passereaux et la catégorie "autres" (ibis, cormorans, perdrix, spatule, grue), malgré des évolutions inter-annuelles parfois significative.
- diminution significative pour les anatidés (4,79 oiseaux par groupe en moyenne en 2002, 3,52 pour la période 2004-2006), les ardéidés (1,15 et 1,10), les pigeons et tourterelles (1,69 et 1,48), les rapaces (1,11 et 1,04).

En outre, pour la quinzaine d'espèces les plus abondantes sur le polder, on observe les évolutions suivantes :

- pas d'évolution significative entre l'état initial et la période 2004-2006 pour la Mouette rieuse, les goélands, le Tadorne de Belon, l'Aigrette garzette, la Tourterelle des bois, le Pigeon ramier, le Faucon crécerelle, l'Etourneau sansonnet, les passereaux non identifiés, les Bergeronnettes printanière et grise, l'Alouette des champs, la Pie bavarde,
- une augmentation du nombre moyen d'oiseaux par groupe pour le Pipit farlouse et le Goéland argenté
- une diminution du nombre d'oiseaux par groupe pour le Vanneau huppé et l'Hirondelle rustique.

Il est difficile de tirer des conclusions sur le rôle joué par les éoliennes dans cette évolution. Le suivi des passages diurnes concerne en effet essentiellement des oiseaux locaux, qui se déplacent peu en groupe (70% des passages correspondent à des oiseaux seuls). Cette variable n'est donc pas très pertinente pour expliquer le rôle des éoliennes.

5.5.3 Par saison

Les données par saison indiquent des différences significatives entre 2002 et la période de fonctionnement des éoliennes pour trois saisons, **la reproduction et la migration prénuptiale**, pendant lesquelles **le nombre moyen d'oiseaux par groupe a augmenté**, et **l'hiver**, pendant lequel **le nombre moyen d'oiseaux par groupe a diminué**.

5.5.4 Par secteur

Entre l'année de référence (2002) et la période 2004-2006, la taille des groupes d'oiseaux passant en journée sur le site a augmenté de façon significative sur les secteurs 5P>S et S>4P (face à la lagune), ainsi que sur le secteur V>RS (le plus au sud). En revanche, sur le secteur 7P>5P, la taille des groupes n'a pas évolué de façon significative.

5.5.5 Influence de la vitesse du vent

Comme pour le nombre de passages sur le site, la vitesse du vent n'a statistiquement pas d'influence sur la taille des groupes : le nombre moyen d'oiseaux par groupe n'est pas expliqué par la vitesse moyenne du vent¹¹ pendant les 2 heures d'observation (coefficient de corrélation de Bravais-Pearson, appliqué aux probabilités 0,1%, 1% et 5%).

¹¹ Vitesse moyenne sur deux heures d'observation, calculée à partir des données anémométriques de l'éolienne 4, enregistrées toutes les 10 minutes (données EDF Energies Nouvelles)

5.6 HAUTEUR DE VOL

5.6.1 Données globales

Entre 2002 (année de référence) et la période 2003 (année des travaux), puis la période 2004 à 2006 (années de fonctionnement des éoliennes), on observe **une augmentation significative de la hauteur moyenne de vol**. On est ainsi passé de 12,3 m à 17,1 m en moyenne sur les 3 dernières années.

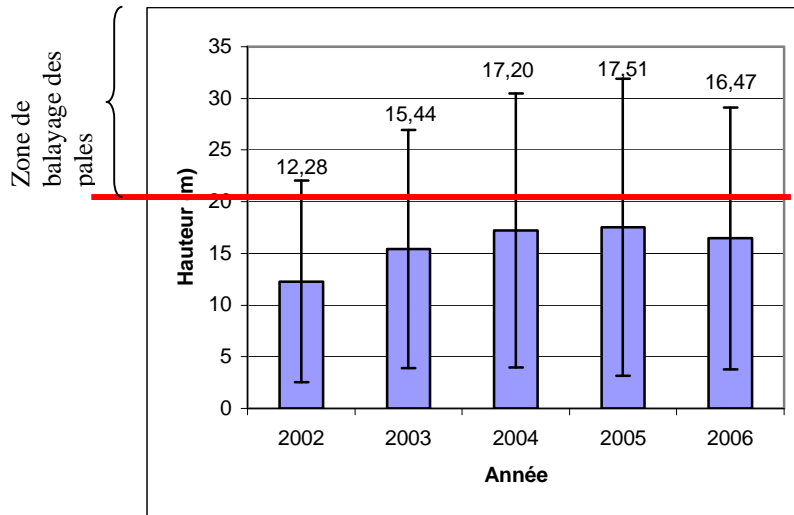


Figure 22 – Hauteur moyenne de vol des oiseaux passant la ligne d'éoliennes. Les traits verticaux représentent les écarts-types des échantillons

Malgré l'augmentation significative de la hauteur de vol entre l'état initial et la période de fonctionnement, **les oiseaux continuent de traverser la ligne d'éoliennes à une hauteur inférieure à la zone de balayage des pales** (cf. aussi § 5.6.3).

5.6.2 Par taxon

Entre 2002 (état initial) et les années 2004 à 2006, tous les groupes taxonomiques ont vu leur hauteur de vol augmenter de façon significative, sauf les ardeidés, les rapaces et la catégorie "autres".

L'interprétation de cette augmentation générale de la hauteur moyenne de vol reste difficile : est-elle liée aux éoliennes elles-mêmes, à la disparition de la ligne électrique qui aurait fait disparaître les phénomènes de "plongeon", ou à la fréquentation accrue sur le polder, qui provoquerait une réaction de méfiance chez les oiseaux ?

Parmi la quinzaine d'espèces les plus abondantes sur le polder (plus de 1% des passages), la plupart des espèces sont concernées par l'augmentation globale de la hauteur de vol (Tadorne de Belon, Aigrette garzette, Pigeon ramier, Tourterelle des bois, Goélands sp., Vanneau huppé, Mouette rieuse, Faucon crécerelle, Etourneau sansonnet, Hirondelle rustique). En revanche, la hauteur moyenne de vol des passereaux non identifiés a diminué et la hauteur moyenne de vol de la Pie, de l'Alouette des champs, des Bergeronnettes printanière et grise et du Pipit farlouse ont diminué de façon significative.

5.6.3 Fréquentation de la "zone à risque" par les oiseaux

Sur les 5 années d'observation, plus de 80% des oiseaux, en journée, passent en dessous de la zone de balayage des pales (cette zone étant comprise entre 20 m et 100 m de hauteur au dessus du sol). Toutefois, la hauteur moyenne de vol ayant globalement augmenté depuis 2002, le pourcentage d'oiseaux passant en journée dans la "zone à risque" de balayage des pales a également augmenté.

Ainsi, on est passé de 91% d'oiseaux passant en dessous de la zone de balayage des pales en 2002 à 87% en 2003 (année des travaux) puis à 85,5 % en moyenne pour les années de fonctionnement des éoliennes (2004 à 2006).

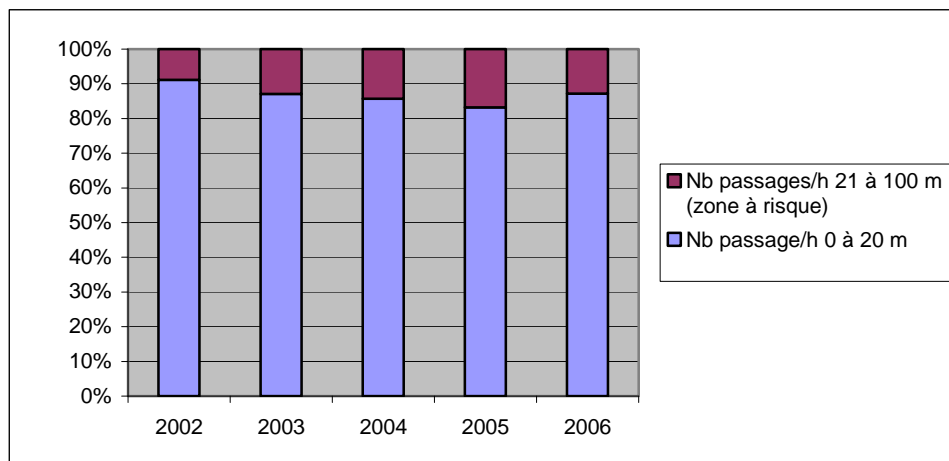


Figure 23 – Proportion d'oiseaux passant en journée dans la zone "à risque" de balayage des pales : évolution depuis 2002

Cette situation est contrastée selon les groupes taxonomiques (cf. aussi fig. 24) :

- pour les columbidés (pigeons et tourterelles) et les passereaux, plus de 95% des oiseaux effectuent leurs déplacements diurnes au-dessous de la zone de balayage des pales ;
- pour les ardéidés (Aigrette garzette et Héron cendré), les laridés / sternidés, les limicoles et les rapaces, ce sont plus de 70% des oiseaux qui passent en dehors de la "zone à risque" ;
- pour les anatidés, alors qu'en 2002 plus de 75% des oiseaux passaient sous la zone de balayage des pales, depuis 2004 cette proportion est passée à 55% seulement.
- pour la catégorie "autres" (principalement Ibis sacré et Grand cormoran), **plus de la moitié des oiseaux** passent en journée **dans la zone de balayage des pales**. Il faut noter qu'aucun individu de ce groupe n'a été retrouvé mort sous les éoliennes (cf. § 7).

Les espèces qui passent le plus sur le site (plus de 1% des passages pour la période 2002-2006), et qui sont donc à priori les plus vulnérables à la collision, **passent majoritairement hors de la zone à risque** (figure 25).

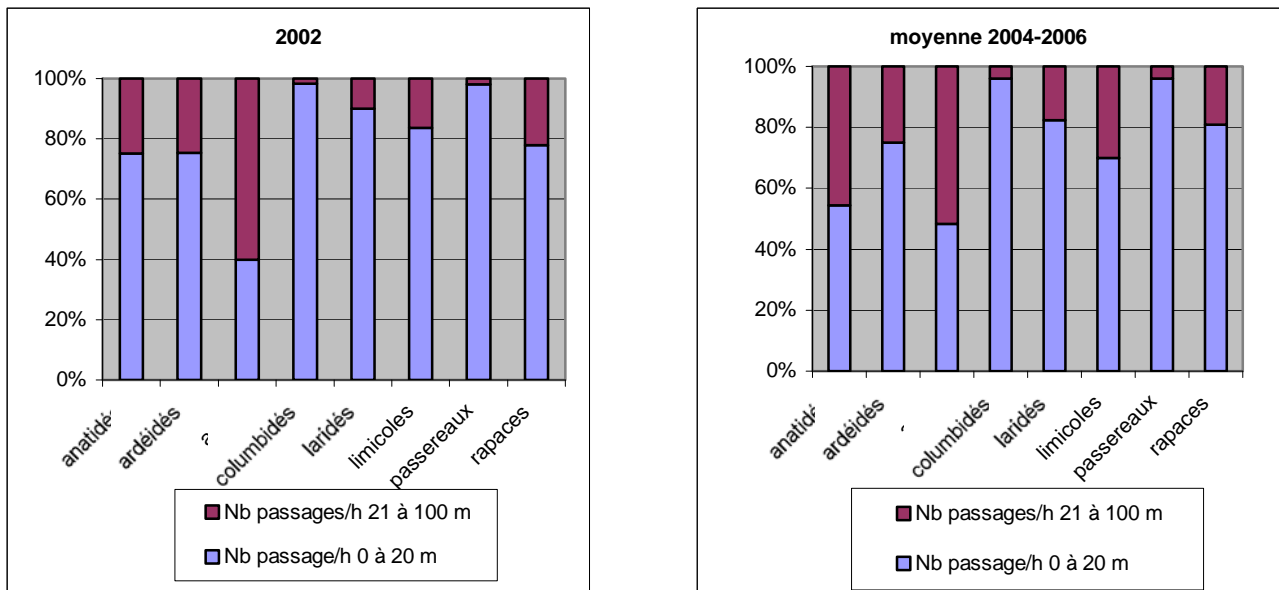


Figure 24 – Proportion d'oiseaux passant en journée dans la zone "à risque" de balayage des pales

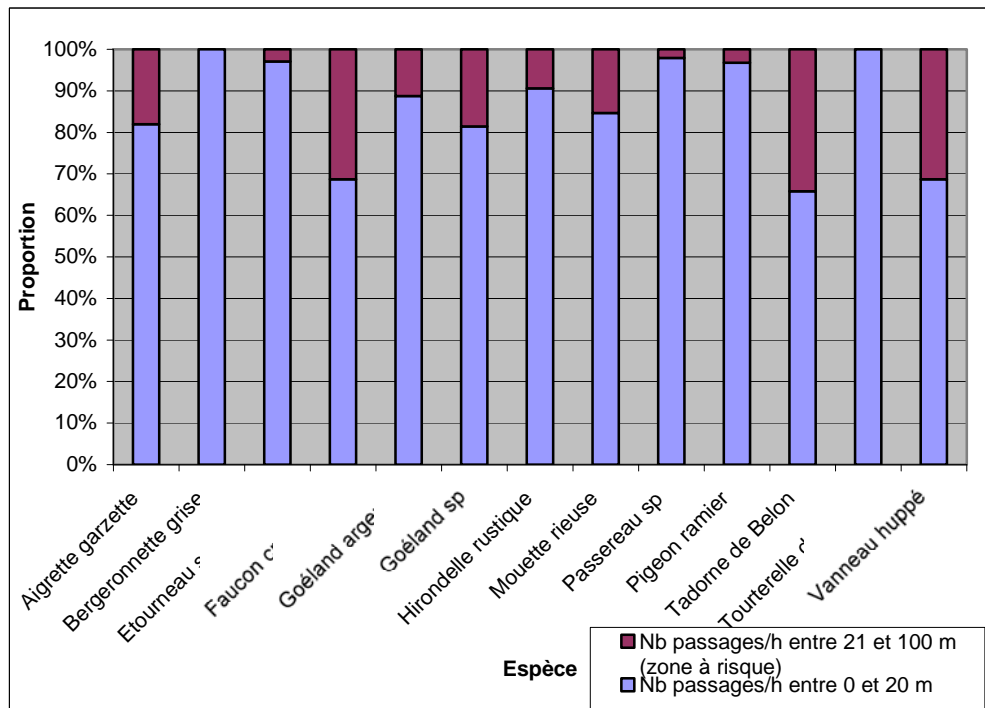


Figure 25 – Proportion d'oiseaux passant dans la zone "à risque" de balayage des pales (2006) : détail pour les espèces les plus représentées sur le site.

Il est très probable que la situation est différente la nuit, surtout en période de migration : les oiseaux volent alors plus haut, et il se peut que la proportion d'oiseaux volant "dans les pales" mais aussi au-dessus soit plus élevée (passereaux et anatidés notamment).

En revanche, la Mouette rieuse, qui est à la fois l'espèce la plus représentée dans les observations diurnes autour des éoliennes et celle qui est la plus touchée par la mortalité (cf. § 7), ne se déplace pas la nuit. Elle fréquente la zone "à risque" uniquement en journée.

5.6.4 Par saison

En hiver, la hauteur de vol moyenne avait baissé de façon significative en 2002-2003 (année des travaux). Sur l'ensemble de la période 2003 à 2006 (4 hivers de fonctionnement des éoliennes), la hauteur moyenne de vol n'est pas significativement plus élevée qu'en janvier 2002.

En période de migration prénuptiale, la hauteur moyenne de vol a évolué tous les ans de façon significative (à la hausse ou à la baisse selon les années, cf. figure 26), mais globalement, la hauteur moyenne de vol sur la période 2004-2006 (années de fonctionnement des éoliennes) n'est pas différente de celle de l'état initial (2002).

En période de reproduction, l'augmentation de la hauteur moyenne de vol est significative pour chacune des années par rapport à l'état initial. Sur cette période la hauteur moyenne de vol a globalement augmenté depuis le début du suivi.

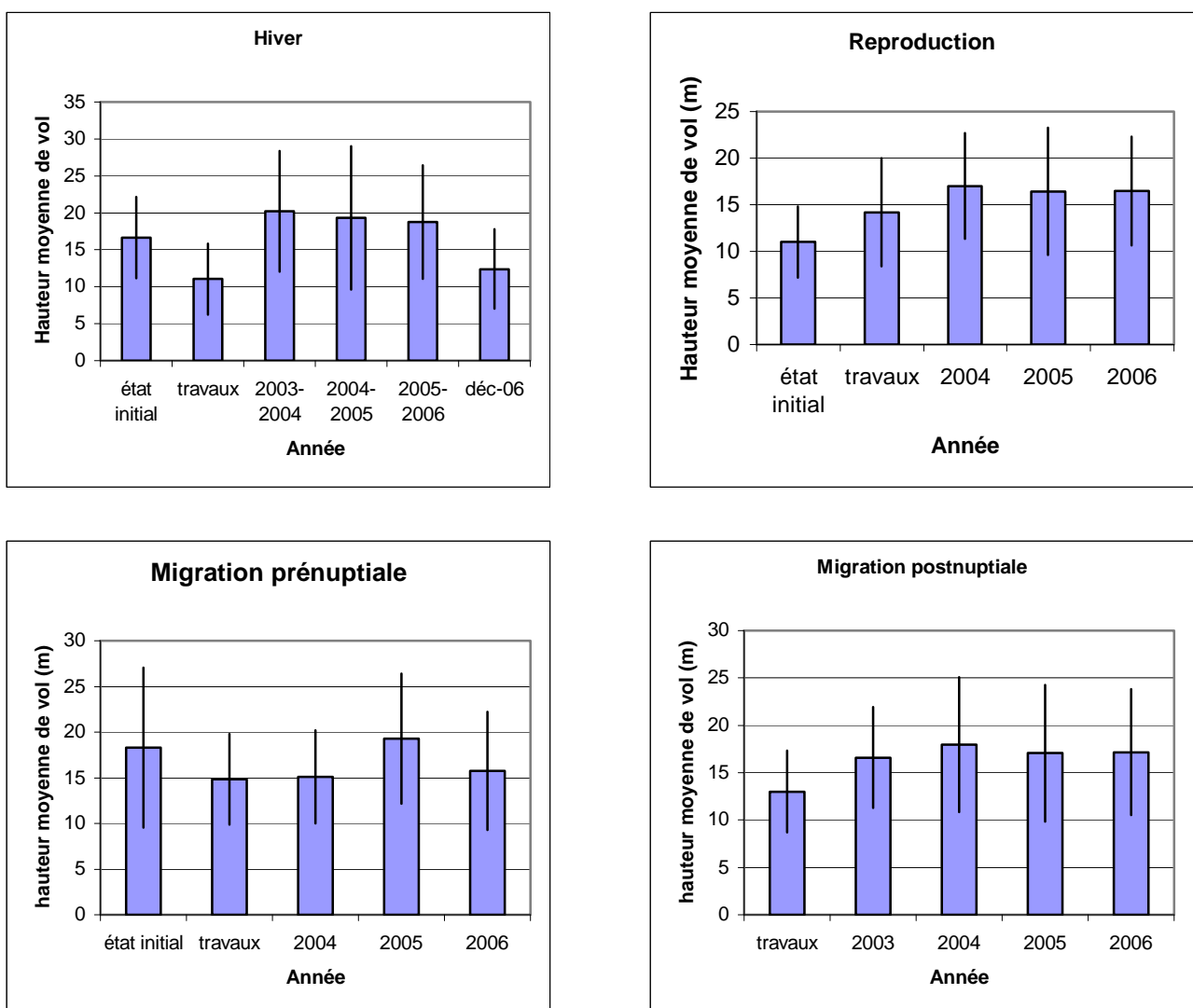


Figure 26 – Evolution de la hauteur moyenne de vol pendant les différentes saisons (les traits verticaux représentent l'écart-type de l'échantillon)

En période de migration postnuptiale, nous n'avons presque pas d'observations sur l'état initial, les travaux ayant commencé en septembre 2002. Nous ne pouvons donc pas tirer de conclusions sur l'évolution de la hauteur de vol entre l'état initial et le fonctionnement des éoliennes. Nous pouvons uniquement constater que la hauteur moyenne de vol est significativement plus basse en période de travaux qu'en période de fonctionnement des éoliennes.

5.6.5 Par secteur

La hauteur moyenne de vol a augmenté de façon significative sur tous les secteurs d'observation entre l'année 2002 et les années de fonctionnement des éoliennes.

5.6.6 Influence de la vitesse du vent

Comme pour le nombre de passages et la taille des groupes, la vitesse du vent n'explique pas les variations de hauteur moyenne de vol.

5.7 LIMITES DE LA METHODE ET DIFFICULTES D'INTERPRETATION

Pour tirer des conclusions du suivi du comportement diurne des oiseaux passant sur le site, nous nous sommes heurtés aux difficultés suivantes :

- la disproportion entre le nombre de données de l'état initial et le nombre de données des années de fonctionnement des éoliennes. En effet, l'état initial, dont le suivi a débuté en janvier 2002, ne comprend réellement que 8 mois de données, les travaux de construction ayant débuté en septembre 2002. **Il est possible que l'année 2002, qui nous a servi d'année de "référence", ne soit pas représentative du fonctionnement global du site avant la constructions des éoliennes**, d'autant plus que sur ce site anthropisé, de nombreux autres facteurs peuvent faire évoluer le comportement des oiseaux d'une année sur l'autre.
- la **multiplicité de facteurs** qui agit sur la présence et la quantité d'oiseaux (météo, facteurs de dérangement autres que les éoliennes comme la circulation d'engins et de véhicules, le bruit de la zone ostréicole, mais aussi facteurs plus généraux comme la santé des populations d'espèces) **rend difficile l'interprétation des données et la connaissance du réel rôle joué par les éoliennes** : si en cas de situation inchangée par rapport à l'état initial on peut dire que les éoliennes n'ont pas d'impact négatif sur les populations locales d'oiseaux, en revanche en cas de changement de comportement on peut difficilement savoir si les éoliennes sont responsables et dans quelle mesure par rapport aux autres facteurs d'évolution. Cette remarque est d'autant plus vraie dans les situations particulières comme la migration ou l'hiver, périodes pendant lesquelles les conditions météo jouent un rôle important sur les déplacements d'oiseaux.
- pour le groupe des passereaux, les distances d'observation sont parfois trop importantes pour reconnaître l'espèce, voire le genre (en témoigne le nombre de données de "passereaux sp."). Ainsi, si les analyses menées sur le groupe des passereaux sont représentatives de la réalité, en revanche on peut difficilement tirer des conclusions sur les évolutions de certaines espèces (pipits, fringilles etc...).
- les variations observées ne se reproduisent pas forcément d'une année sur l'autre, ce qui peut nous amener à tirer des conclusions différentes de celles que nous avons pu établir

les premières années (toutefois, ceci nous permet également d'exclure un impact très fort des éoliennes).

5.8 SYNTHÈSE ET CONCLUSIONS

5.8.1 Nombre de passages diurnes au niveau de la ligne d'éoliennes

Construction des éoliennes

Pendant la période de construction des éoliennes, le nombre de passages d'oiseaux sur le site n'a été modifié qu'en hiver (augmentation significative du nombre de passages). Le surcroît d'activité humaine lié aux travaux (engins, personnes, circulation) pourraient être responsable de cette situation (il aurait provoqué des dérangements inhabituels et réguliers des oiseaux présents aux alentours et donc plus de déplacements).

L'année des travaux, nous avons par ailleurs remarqué une disparition du dortoir de busard des roseaux sur la prairie. Cette disparition pourrait être liée au dérangement causé par les travaux (déplacement des oiseaux vers un autre site), mais également à la fauche de la roselière (disparition temporaire de l'habitat favorable).

Fonctionnement des éoliennes

Entre 2004 et 2006 (années de fonctionnement étudiées), le nombre de passages est significativement moins élevé que lors de l'état initial (38 passages par heure en moyenne contre 51 en 2002).

Cette diminution touche les anatidés (**Tadorne de Belon** et **Canard colvert**), les passereaux (**Bergeronnette grise** et **Pipit farlouse**), les rapaces (**Faucon crécerelle**). Les 2 espèces les plus représentées sur le polder (Mouette rieuse et Etourneau sansonnet, 50% des passages) **ne sont pas touchées** par cette diminution.

Le rôle des éoliennes dans cet état de fait est difficile à appréhender. Le Tadorne fait partie des espèces particulièrement sensibles au dérangement (TRIPLET *et al.* 2003). Les éoliennes sont-elles responsables de la diminution du nombre de passages de tadornes ? Cette espèce continue par ailleurs de nicher sur le polder.

5.8.2 Taille des groupes

Construction des éoliennes

Le nombre d'oiseaux par groupe a diminué de façon significative par rapport à l'état initial (1,88 contre 2,47 en 2002).

Fonctionnement des éoliennes

Toutes espèces et toutes périodes confondues, la taille moyenne des groupes n'est pas significativement différente de celle observée en 2002 (état initial). En revanche, les **anatidés, ardéidés, columbidés et rapaces montrent une diminution** du nombre moyen d'oiseaux par groupe.

Le nombre moyen d'oiseaux par groupe a augmenté en période de reproduction et de migration pré-nuptiale, et a diminué en période hivernale. Il a augmenté sur les secteurs d'observation situés face à la lagune.

Encore plus que pour le nombre de passages d'oiseaux, le rôle des éoliennes sur les évolutions du nombre d'oiseaux par groupe est difficile à interpréter. En effet, **70% des passages diurnes observés concernent des oiseaux seuls**, qui effectuent des **déplacements locaux**. Cette variable n'est donc pas très pertinente pour expliquer les mouvements d'oiseaux sur le polder¹².

5.8.3 Hauteur moyenne de vol

Construction des éoliennes

La hauteur moyenne de vol des oiseaux a augmenté de façon significative.

Fonctionnement des éoliennes

La hauteur moyenne de vol a aussi augmenté **pendant la période de fonctionnement des éoliennes (2004-2006)**, passant de 12,3 m en 2002 à 17,1 m en moyenne sur la période 2004-2006.

Tous les groupes taxonomiques sont concernées sauf les ardéidés, les rapaces, les cormorans et ibis sacrés.

L'augmentation de la hauteur moyenne de vol se produit sur **tous les secteurs** d'observation et **seulement en période de reproduction**.

Par ailleurs, en journée **plus de 85% des oiseaux passent en dehors de la zone "à risque" de balayage des pales**. Les anatidés, le Grand Cormoran et l'Ibis sacré font exception (50% seulement des oiseaux passent dans la hauteur de balayage des pales) mais ce ne sont pas les espèces les plus présentes sur le site.

La situation est probablement très différente la nuit, surtout en période de migration. Certaines espèces ne sont pas concernées la nuit (les laridés par exemple) alors que d'autres passent probablement en proportion plus importante à hauteur des pales (anatidés, passereaux...).

La raison de l'augmentation de la hauteur moyenne de vol tout au long des 5 années de suivi est difficilement explicable. La première année, nous avons fait l'hypothèse de la suppression de la ligne moyenne tension qui avait pu modifier le comportement en vol des oiseaux, mais la hauteur de vol a continué d'augmenter les années suivantes.

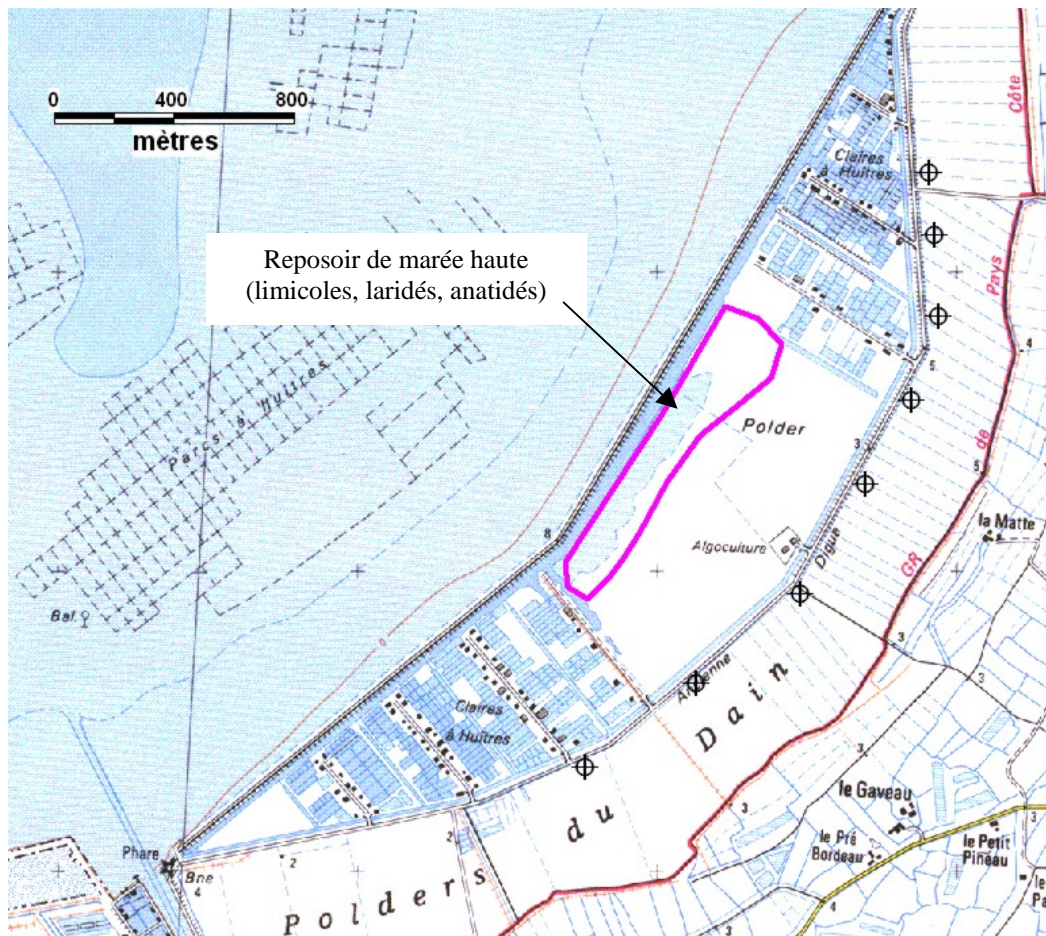
¹² Elle peut l'être dans des suivis de sites de migration, pour étudier le rôle des machines dans l'éclatement des groupes d'oiseaux face au danger potentiel que représentent les éoliennes (le suivi effectué ici n'était pas destiné à suivre la migration).

6. IMPACTS SUR LE REPOSOIR DE MAREE HAUTE

6.1 LOCALISATION ET IMPORTANCE DU REPOSOIR

L'analyse des données de comportement diurne autour des éoliennes est complétée par des données sur le stationnement des oiseaux d'eau (limicoles et anatidés) sur la lagune de Bouin.

En effet, la lagune constitue l'un des plus importants reposoirs de marée haute de la baie de Bourgneuf en hiver et lors des périodes migratoires : en moyenne 13% des oiseaux d'eau hivernants en baie par coefficient "moyen" de marée (DULAC 2004).



Carte 12 – Localisation du reposoir de marée haute sur la lagune par rapport aux éoliennes

Des données sont disponibles depuis plus de 20 ans sur ce site, et un comptage mensuel a lieu depuis 1995, dans le cadre du comptage des oiseaux d'eau de la baie. Ce comptage se fait depuis la digue à la mer, par coefficient de marée compris en 75 et 85.

En outre, depuis 2003 le reposoir de la lagune est compté par fort coefficient de marée, en même temps que les deux autres sites gérés pour l'accueil des oiseaux d'eau de la baie (Réserve Naturelle des Marais de Müllembourg, à Noirmoutier, et polder de Sébastopol, à Barbâtre). En effet, lors des plus forts coefficients de marée, le nombre de reposoirs accessibles est peu important (vasière submergées sur une plus grande surface). Les oiseaux d'eau se reportent alors sur les reposoirs situés derrière les digues.

6.2 RESULTATS

Nous avons étudié d'une part les mois de décembre et janvier (mois d'hivernage strict), et d'autre part l'ensemble de l'année, ce qui permet d'établir les graphiques suivants.

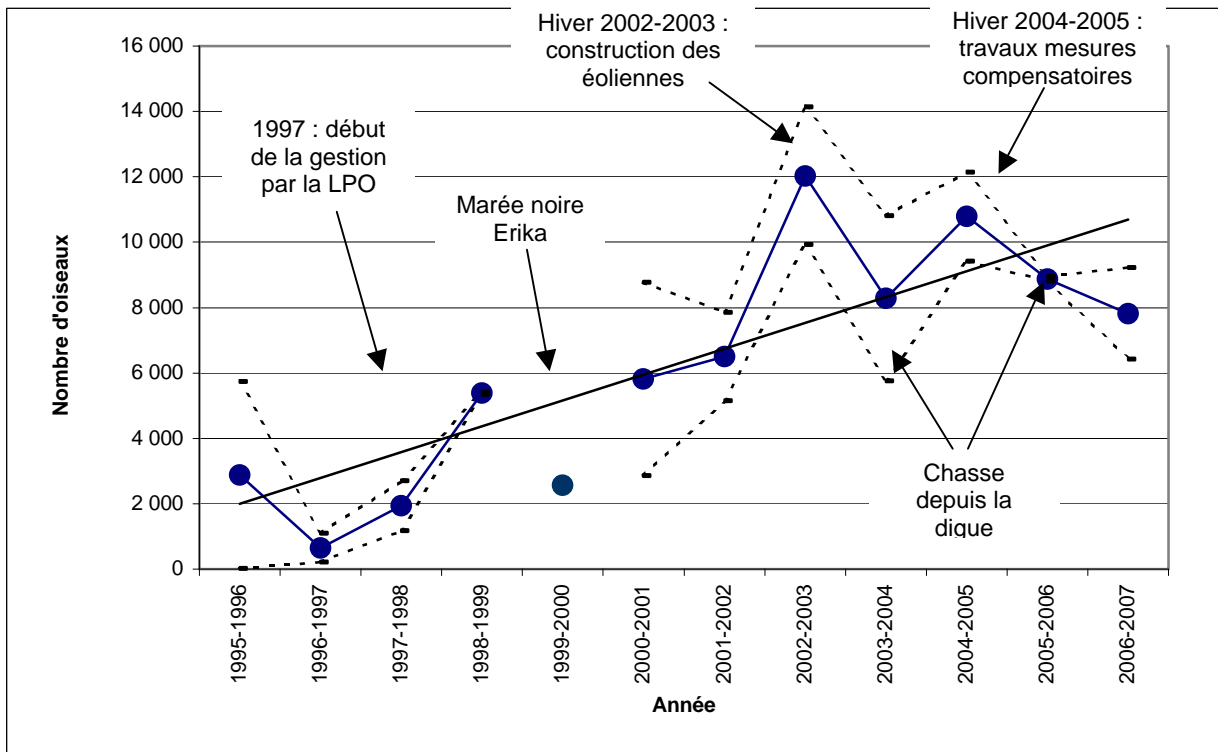


Figure 27 - Nombre moyen d'oiseaux d'eau sur la lagune (limicoles et anatidés) en décembre et janvier, par marée haute de coefficient "moyen" (75 à 85). Janvier 2007 : conditions de comptage particulièrement mauvaises.

Le trait plein représente la moyenne, les pointillés correspondent au maximum et au minimum.

La régression linéaire (qui ne prend pas en compte l'année de la marée noire) montre que l'augmentation du nombre d'oiseaux en reposoir est significative au risque 1% ($r^2 = 0.68$)

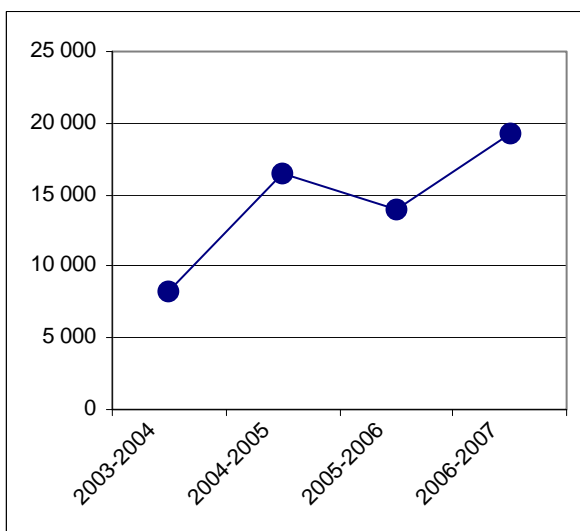


Figure 28 - Nombre moyen d'oiseaux d'eau sur la lagune (limicoles et anatidés) en décembre et janvier, par marée haute de fort coefficient (supérieur à 90).

La figure 27 indique que les effectifs d'oiseaux d'eau en reposoir, par marée moyenne, s'accroissent régulièrement depuis 1995. **Depuis 5 ans, les effectifs hivernants sont compris entre 8 000 et 15 000 oiseaux. Par grand coefficient de marée, à la même période de l'année la lagune accueille 10 000 à 20 000 oiseaux (fig. 28), soit jusqu'à 50% des limicoles de la baie.**

La convention de gestion, signée entre la LPO Vendée et la Commune de Bouin à la fin des années 90, semble donc porter ses fruits en terme de capacité d'accueil du site.

Lors de l'hiver 2002-2003, pendant les travaux de construction du parc éolien, les effectifs du reposoir par marée moyenne ont atteint un niveau record (plus de 14 000 oiseaux en janvier 2003). **Il semble donc que la proximité des engins (grues, éoliennes), la circulation des véhicules (camions, véhicules utilitaires et de tourisme) et le bruit n'aient pas dérangé le reposoir situé à 500 m environ.**

En revanche, les effectifs d'hivernants depuis 2003-2004 (premier hiver de fonctionnement des éoliennes) sont moins importants qu'en 2002-2003, mais restent supérieurs à ceux de tous les hivers précédents. En janvier 2007, les conditions de comptage étaient particulièrement mauvaises (brouillard, pluie), le faible effectif de l'hiver 2006-2007 est lié à ces conditions.

Effets de l'interdiction de la chasse au gibier d'eau (cf. § 2.2)

Rappelons qu'en 2003, un arrêté municipal avait interdit la chasse au gibier d'eau sur la lagune. Cependant, lors de l'hiver 2003-2004 puis de l'hiver 2005-2006, des chasseurs se sont postés sur la digue pour chasser le gibier d'eau, provoquant des dérangements dont les effets sur le reposoir ont pu se prolonger les jours de comptage (la chasse est pratiquée par moyenne à grande marée, comme le comptage, et l'action de chasse a un effet rémanent sur le reposoir, DULAC *et al.* 2000). Il est donc possible que les fluctuations soient en partie liées à la chasse. Le graphique 29 montre en outre que c'est pendant les mois d'ouverture de la chasse (septembre – janvier), dont l'arrêt coïncide globalement avec la construction des éoliennes, que les effectifs étaient moins importants, ce qui confirmerait l'hypothèse précédente.

Enfin, par coefficient de marée supérieur à 90, bien que nous n'ayions des données qu'à partir de 2003, nous constatons également une augmentation globale des effectifs d'oiseaux d'eau en reposoir (fig. 28).

La mesure compensatoire d'interdiction de la chasse au gibier d'eau aurait donc porté ses fruits, malgré des difficultés d'application les 2 premiers hivers.

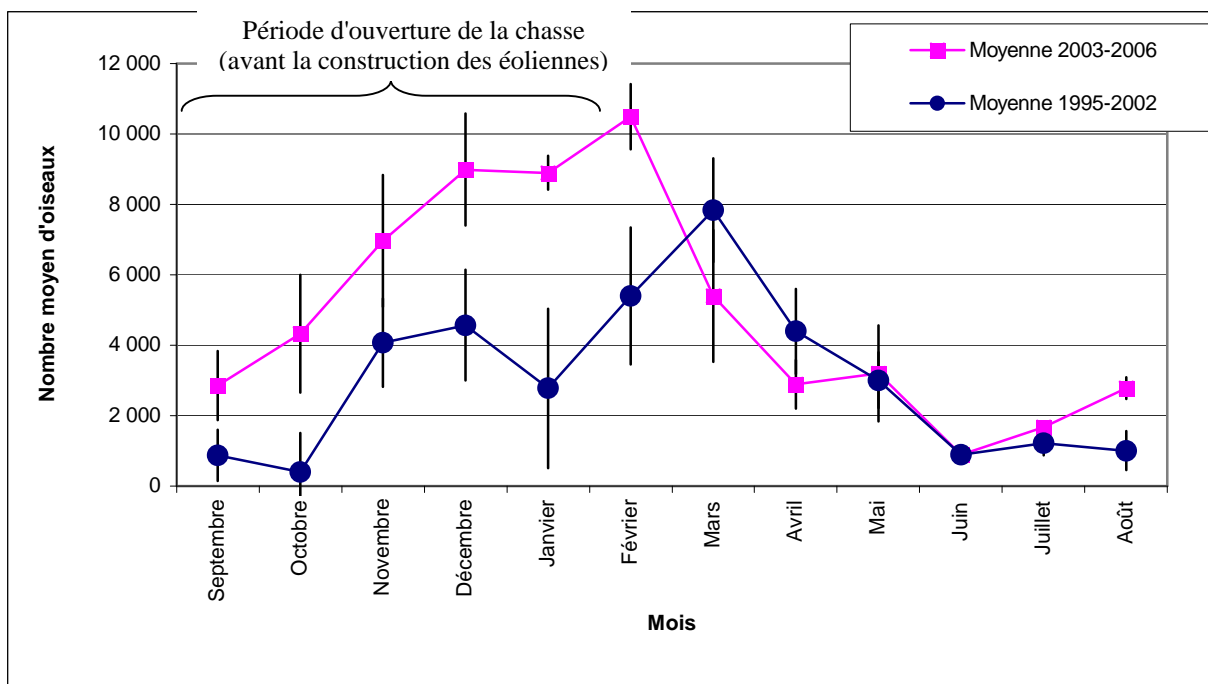


Figure 29 – Nombre moyen d'oiseaux d'eau en reposoir sur la lagune lors des hautes mers de coefficient compris entre 75 et 85 (limicoles et anatidés) : comparaison de la situation avant et après la construction des éoliennes.

Les moyennes ont été calculées sur la série 1995-2007 sauf pour septembre (1998-2006), mai, juin, juillet et août (1999-2007). Les traits verticaux correspondent à l'écart-type de l'échantillon.

6.3 CONCLUSIONS

Le reposoir de marée haute de limicoles et anatidés sur la lagune voit ses effectifs augmenter régulièrement depuis la fin des années 1990. **La construction des éoliennes et leur mise en service ne semble jusqu'à présent pas avoir dérangé ou perturbé la formation de ce reposoir.**

En outre, **l'interdiction de la chasse au gibier d'eau** sur la lagune, mesure compensatoire à l'installation des éoliennes, semble avoir porté ses fruits.

7. LA MORTALITE

7.1 ELEMENTS DE PROTOCOLE

Recherche sur le terrain

Le protocole appliqué s'appuie sur une recherche hebdomadaire des cadavres d'oiseaux et de chauves-souris au pied des éoliennes, sur une superficie de $100 \times 100 \text{ m}^2$ soit 1 ha par éolienne. Cette superficie peut être réduite en cas d'impossibilité de pénétrer dans les parcelles (semis juste effectué par l'exploitant agricole, tiges de maïs trop hautes...). Le protocole de terrain détaillé est annexé à ce rapport (annexe 5, voir aussi ANDRE 2005).

Analyse des données

Trois facteurs principaux mèneraient à une sous-estimation de la mortalité si l'on se contentait de compter les oiseaux et chauves-souris trouvés morts au pied des éoliennes :

- la disparition des cadavres entre le moment où l'oiseau ou la chauves-souris tombe et le moment de la recherche sur le terrain (prédation par les charognards, enfouissement par des insectes nécrophages, dégradation rapide par les fortes pluies, enfouissement des cadavres au moment des labours) ;
- la difficulté à repérer les animaux, en particulier pour les animaux de petite taille et pendant les périodes où la végétation est la plus haute ;
- la réduction ponctuelle de la surface de prospection en fonction des conditions locales (cf. ci-dessus).

C'est pourquoi des coefficients correcteurs sont appliqués aux résultats obtenus sur le terrain, sur le principe décrit par WINKELMAN (1989, 1992) :

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

Où $N_{\text{estimé}}$ est le nombre estimé d'oiseaux ou chauves-souris tués par les éoliennes

$N_{\text{trouvé}}$ est le nombre d'oiseaux ou chauves-souris morts trouvés, et pour lesquels la cause présumée de la mort est l'éolienne

Z est le coefficient de correction lié à l'efficacité de recherche de l'observateur sur le terrain

P est le coefficient de disparition des cadavres, sur le pas de temps choisi

S est la surface prospectée

Les coefficients et le nombre estimé sont calculés pour les oiseaux de grande taille (taille supérieure au Merle noir), et pour les oiseaux de petite taille (taille inférieure au Merle noir). Les coefficients calculés pour les oiseaux de petite taille sont appliqués aux chauves-souris.

Cependant, au lieu de diviser le résultat de $N_{\text{estimé}}$ par la surface prospectée, comme le propose WINKELMAN, ce qui induisait des corrections hors de proportion, nous avons calculé la proportion moyenne d'oiseaux et de chauves-souris qui tombaient sur la surface prospectée en permanence. Pour les journées de prospection incomplète, nous avons ensuite ajouté la proportion "manquante" d'oiseaux (cf. § 7.2.2).

7.2 DETERMINATION DES COEFFICIENTS DE CORRECTION

7.2.1 Disparition et efficacité de l'observateur

Pour les 3,5 années de suivi de la mortalité (le suivi ayant débuté en juillet 2003, date de mise en service des éoliennes), les coefficients de correction moyens sont les suivants :



Période	Disparition			Efficacité de recherche		
	P	P _{petits oiseaux/chiros}	P _{grands oiseaux}	Z	Z _{petitsoiseaux/chiros}	Z _{grands oiseaux}
Janvier – Mars	0,66	0,38	0,74	0,78	0,54	0,87
Avril – Juillet	0,85	0,74	1,00	0,65	0,54	0,86
Juillet – Octobre	0,67	0,45	0,84	0,65	0,57	0,73
Novembre – Décembre	0,45	0,33	0,68	0,47	0,47	0,57

Tableau 4 – Détermination des coefficients correcteurs P et Z moyens pour les 3,5 années de suivi

Le coefficient P

Pour les 3,5 années de suivi, nous obtenons des coefficients moyens de disparition des cadavres compris entre 0,45 et 0,85 selon les saisons, ce qui signifie qu'**en moyenne, entre 15% et 55% des cadavres disparaissent en 1 semaine selon la saison**. La disparition des cadavres est particulièrement accrue en période hivernale (novembre et décembre), ce qui semble logique puisqu'à cette période une partie des prédateurs, qui chassent des proies vivantes en période plus faste, deviennent charognards (Faucon crécerelle, Renard, Chats...).

Ce coefficient est compris entre 0,33 et 0,74 pour les petits oiseaux (**25% à 67% des cadavres de petite taille disparaissent**), et entre 0,68 et 1,00 pour les "grands" oiseaux (**0% à 32% des cadavres de grande taille disparaissent en 1 semaine**).

Le coefficient Z

Pour les 3,5 années de suivi, les valeurs du coefficient d'efficacité de recherche sont comprises entre 0,47 et 0,78 selon les saisons, ce qui signifie que **l'observateur, en fonction de la hauteur de végétation, de la lumière, de l'état du sol, retrouve 47% à 78% des cadavres déposés pour tester son efficacité**.

Ce coefficient est en moyenne compris entre 0,47 et 0,57 pour les cadavres de petite taille et entre 0,57 et 0,87 pour les cadavres de grande taille. Ces chiffres sont proches de ce qu'obtenait Winkelmann en 1992 sur les parcs néerlandais, en zone agricole (WINKELMAN 1992a).

Notons que les coefficients P et Z ont peu varié d'une année sur l'autre.

Le cas particulier des chauves-souris

Nous avons choisi d'appliquer aux chauves-souris les coefficients déterminés pour les oiseaux de petite taille. Ce choix peut être discuté, il est en effet possible que la prédation sur les chauves-souris soit moins important que celle qui s'exerce sur les petits oiseaux (M.J. Dubourg-Savage comm.pers.). L'efficacité de recherche n'est sans doute pas non plus tout à fait la même, du fait d'un aspect différent (poils au lieu de plumes, animaux toujours sombres alors que les passereaux peuvent porter des couleurs plus visibles...).

En Allemagne, des tests ont été réalisés avec des souris de laboratoire pour la disparition des cadavres, et avec des chauves-souris artificielles (fausse fourrure) pour l'efficacité de recherche. Les coefficients trouvés se rapprochent de ceux que nous avons trouvés pour les petits oiseaux : 40 à 87% de découverte et 50 à 60% de disparition au bout de 5 jours (BRINKMAN *et al.* 2006).

7.2.2 Correction de surface

Pour pallier l'absence, à certaines périodes de l'année, de prospection sur une partie de la surface définie par le protocole (qui est de 1 ha par éolienne), nous avons calculé un autre coefficient de correction.

En 2004 nous évoquions la difficulté du calcul (dont les étapes sont détaillées ci-après) en raison notamment du faible nombre de données utilisées. Nous avons donc cette fois-ci cumulé les données des 3 années (l'année 2003 ayant été exclue en raison du manque de données).

Calcul de la proportion d'oiseaux tombant dans la surface toujours prospectée

La surface totale prospectée est de 8 ha (100 m × 100 m sous chaque éolienne). Cette surface n'a été prospectée entièrement qu'en été et en début d'automne (juillet à octobre ou août à octobre selon les années). En dehors de ces périodes, en général seules les plates-formes et rigoles étaient prospectés (0,4 ha environ, soit 5% de la surface totale), en raison de l'impossibilité de pénétrer dans les cultures.

Sur les trois années, lors des prospections complètes, 33 % des oiseaux ont été trouvés sur les plates-formes et rigoles (n = 24).

On peut donc estimer, avec toutes les précautions nécessaires liées au faible nombre de données, que 67% des oiseaux en moyenne sont "ratés" lors des prospections incomplètes.

Calcul de la proportion de chauves-souris tombant dans la surface toujours prospectée

De la même façon, 63% des chauves-souris ont été trouvés sur les plates-formes et rigoles (n = 49). On peut donc estimer, avec toutes les précautions nécessaires liées au faible nombre de données, que 37 % des chauves-souris en moyenne sont "ratés" lors des prospections incomplètes.

Ce résultat est par ailleurs intéressant en lui-même. En effet, des situations similaires ont été observées en Allemagne et aux Etats-Unis : la majorité des cadavres est retrouvée à une faible distance des éoliennes.

- en Allemagne, 90 % des cadavres sont trouvés dans un rayon inférieur à 30 m (DÜRR & BACH 2004)
- aux Etats-Unis, une étude a montré que 54 % des cadavres se trouvent dans un rayon inférieur à 10 mètres, 43 % dans un rayon compris entre 10 et 20 mètres et 0,5 % à plus de 50 mètres (JOHNSON in DÜRR & BACH 2004)

$N_{\text{estimé}}$ doit donc être corrigé lorsque les 8 ha ne sont pas prospectés en entier.

Les limites de cette méthode sont les suivantes :

- les périodes où la surface prospectée est supérieure à 0,4 ha mais inférieure à 8 ha n'ont pas fait l'objet de calculs spécifiques ; les données ont été corrigées comme les autres (surestimation probable du résultat final).
- la même proportion a été appliquée pour les petits oiseaux et pour les grands oiseaux, alors que la proportion d'oiseaux tombant dans la surface des plate-formes n'est pas forcément la même (notamment du fait de la masse de chaque espèce, modifiant les conditions de chute après l'impact avec les pales).
- l'efficacité de recherche n'est pas la même sur les plates-formes et en dehors de celles-ci. L'utilisation du prorata d'individus tombés sur les plates-formes conduit certainement à une sous-estimation du résultat final.

Toutefois, cette méthode apporte de meilleurs résultats qu'une division simple par la surface prospectée.

7.2.3 Calcul de $N_{\text{estimé}}$

On a finalement, pour les dates où les 8 ha sont prospectés :

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

Pour les dates où toute la surface n'est pas prospectée on a :

$$\text{Pour les oiseaux : } N_{\text{estimé}} = N_{\text{trouvé}} \times (100/33) / (Z \times P)$$

$$\text{Pour les chauves-souris : } N_{\text{estimé}} = N_{\text{trouvé}} \times (100/63) / (Z \times P)$$

Les résultats seront présentés sous forme de fourchette, le bas de la fourchette correspondant aux résultats non corrigés de la surface et le haut de la fourchette aux résultats corrigés.

7.3 LA MORTALITE D'OISEAUX

7.3.1 Résultats des prospections de terrain

Depuis 2003, ce sont au moins **20 espèces** qui sont concernées (dont 8 nouvelles espèces en 2006), et **68 individus** (cf. tableau 5).

Nom usuel	Nom scientifique	2003	2004	2005	2006	TOTAL	Pourcentage
Aigrette garzette	<i>Egretta garzetta</i>	2				2	2,941
Alouette des champs	<i>Alauda arvensis</i>			1		1	1,471
Avocette élégante	<i>Recurvirostra avosetta</i>				1	1	1,471
Canard colvert	<i>Anas platyrhynchos</i>				1	1	1,471
Courlis corlieu	<i>Numenius phaeopus</i>		1			1	1,471
Epervier d'Europe	<i>Accipiter nisus</i>				1	1	1,471
Etourneau sansonnet	<i>Sturnus vulgaris</i>			1	1	2	2,941
Faucon crécerelle	<i>Falco tinnunculus</i>		1		2	3	4,412
Faucon hobereau	<i>Falco subbuteo</i>			1		1	1,471
Goéland leucopnée	<i>Larus michahellis</i>				1	1	1,471
Gobemouche noir	<i>Ficedula hypoleuca</i>			1		1	1,471
Hibou moyen-duc	<i>Asio otus</i>				1	1	1,471
Martinet noir	<i>Apus apus</i>				3	3	4,412
Moineau domestique	<i>Passer domesticus</i>		4	2	2	8	11,765
Mouette mélanocéphale	<i>Larus melanocephalus</i>				1	1	1,471
Mouette rieuse	<i>Larus ridibundus</i>	3	12	5	8	28	41,176
Oiseaux non identifiés	<i>Sp.</i>		1			1	1,471
Roitelet triple bandeau	<i>Regulus ignicapillus</i>	2	2	3		7	10,294
Rougegorge familier	<i>Erithacus rubecula</i>	1		1		2	2,941
Tourterelle des bois?	<i>Streptopelia turtur</i>				1	1	1,471
Tourterelle turque	<i>Streptopelia decaocto</i>		1			1	1,471
TOTAL		8	22	15	23	68	

Tableau 5 – Espèces et nombre d'oiseaux retrouvés morts au pied des éoliennes depuis le début du suivi en 2003.

Une seule espèce a été trouvée tous les ans depuis 2003, la **Mouette rieuse**. Elle représente à elle seule **41% des oiseaux trouvés morts**. La prédominance de cette espèce semble logique : plusieurs éléments bibliographiques indiquent en effet une corrélation entre l'abondance de passage d'une espèce et la mortalité (WINKELMAN 1992a, 1992b, EVERAERT & KUIJKEN 2007).

Deux espèces ont été trouvées 3 années sur 4 (**Moineau domestique et Roitelet triple-bandeau**).

Mouette rieuse, Moineau domestique et Roitelet triple-bandeau représentent ainsi, au total, 64% des oiseaux trouvés (cf. tableau 5 et figure 30).

Trois autres espèces ont été trouvées 2 années sur 4 (Etourneau sansonnet, Faucon crécerelle et Rougegorge familier). Les 14 autres espèces n'ont été trouvées qu'une seule année.

Il n'est pas possible d'établir un âge ratio des oiseaux retrouvés morts sur le site (informations insuffisantes, et difficiles à récolter lorsque les cadavres sont secs ou décomposés). Toutefois, pour la Mouette rieuse, en 2006 il s'agit essentiellement d'individus adultes (6 individus sur 8).

Enfin, parmi les 20 espèces citées ci-dessus, 14 sont protégées par la législation française, **3 figurent en annexe I¹³** de la Directive Européenne 79/409/CEE dite **Directive Oiseaux** (Aigrette, Avocette, Mouette mélanocéphale), et **7 sont rares ou menacées** au niveau européen, national ou régional (cf. tableau 6).

Nom usuel	Statut de conservation ¹⁴			
	Europe	France (nicheurs)	France (hivernants)	Pays de la Loire ¹⁵
Alouette des champs	Précaire après déclin	A préciser	A préciser	
Avocette élégante		Localisé		Indéterminé
Faucon crécerelle	En déclin			
Faucon hobereau				Indéterminé
Moineau domestique	En déclin			
Mouette mélanocéphale		Rare	Rare	Rare
Tourterelle des bois	En déclin	En déclin		

Tableau 6 – Statuts de conservation des espèces rares ou menacées dont des individus ont été trouvés morts au pied des éoliennes de Bouin entre 2003 et 2006.

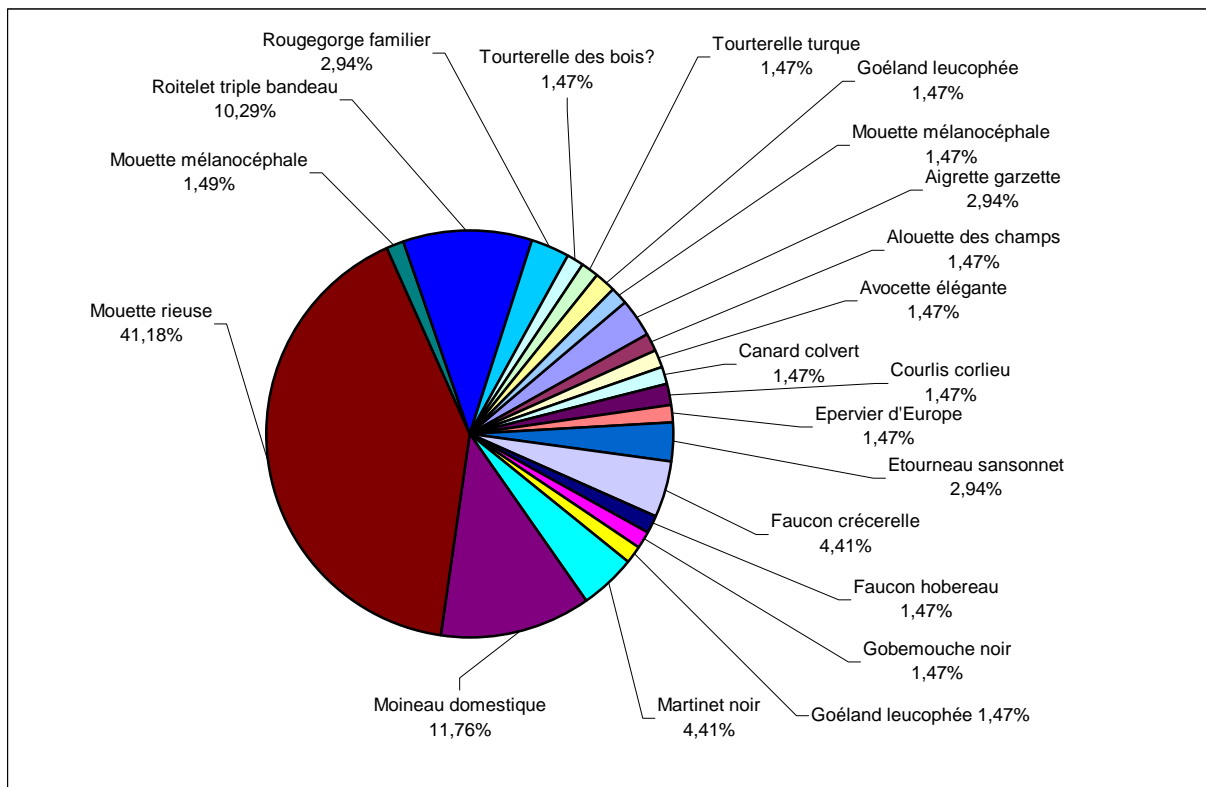


Figure 30 – Oiseaux trouvés morts au pied des éoliennes de Bouin : répartition spécifique (2003-2006)

¹³ espèces faisant l'objet de mesures spéciales de conservation en ce qui concerne leur habitat (Zones de protection spéciales).

¹⁴ Sources bibliographiques : BIRDLIFE INTERNATIONAL 2004, ROCAMORA & YEATMAN-BERTHELOT 1999, COLL. 1999

¹⁵ les statuts de conservation des oiseaux en Pays de la Loire sont en cours de révision, dans le cadre du programme biodiversité du Conseil Régional.

Mouette rieuse et laridés

La Mouette rieuse, espèce la plus abondante sur le site en journée (*cf.* annexe 3 : 38% des passages soit 7 500 données de Mouette rieuse en 475 heures d'observation diurne), est l'espèce la plus touchée par la mortalité. Chez nos voisins européens dont les parcs éoliens sont situés près des côtes, on observe également un grand nombre de cas de mortalité de laridés (EVERAERT 2003, EVERAERT & KUIJKEN 2007, T.Dürr comm.pers.), dont une majorité de Goélands argentés, beaucoup de Goélands bruns et de Mouettes rieuses. Sur le site de Bouin, nous n'avons observé qu'un seul cas de mortalité de Goéland (leucophée), et aucun cas de Goéland argenté, alors que le Goéland argenté était l'une des 5 espèces les plus abondantes sur le polder lorsque nous avons suivi le comportement (*cf.* §5.3). En outre nous n'avons pas trouvé de cas de mortalité de Goéland leucophée dans la littérature européenne (sans doute pour des questions de répartition de l'espèce par rapport aux parcs éoliens proches de la mer).

Sur le parc de Bouin, en 2006 un cas de Mouette mélanocéphale a été recensé, au moment de la dispersion postnuptiale, mais alors qu'aucun couple n'avait niché sur la lagune. Cette espèce semble peu touchée sur les parcs éoliens européens (en raison de l'éloignement des colonies, de la faible abondance de l'espèce ??).

Par ailleurs, sur un parc éolien avec des éoliennes de petite taille (moins de 600 kW), très proche d'une colonie de sternes (moins de 100 m), les belges ont également observé une forte mortalité de sternes (EVERAERT & STIENEN 2007). A Bouin, alors que la colonie se trouve à moins de 500 m des éoliennes, il faut remarquer qu'aucune sterne n'a été trouvée (cependant, les éoliennes ne sont pas situées sur les routes empruntées par les sternes pour se nourrir, contrairement à la situation de Zeebrugge).

Moineau domestique

Le Moineau domestique, espèce sédentaire et très présente au niveau des éoliennes (en moyenne 4,4% des passages diurnes, *cf.* annexe 3), est la 2^e espèce touchée à Bouin. Les groupes de moineaux effectuent de très nombreux allers et retours entre le polder cultivé et les zones ostréicoles (880 passages de moineaux en 475 heures d'observation diurne). Peu de cas de moineaux sont mentionnés dans la littérature européenne et mondiale (1 seul cas signalé en Europe, en Allemagne, T.Dürr comm.pers.).

Migrateurs

Parmi les espèces touchées à Bouin, il faut noter une proportion non négligeable de migrateurs (20% des cas au moins¹⁶) :

- 6 des 7 roitelets triple-bandeau ont été retrouvés en période de migration postnuptiale (septembre ou octobre). Le 7^e individu a été trouvé début mai (fin de la migration pré-nuptiale des roitelets, DUBOIS *et al.* 2000). Par ailleurs, le Roitelet ne niche pas et n'hiverné pas sur le polder. Il s'agit donc d'oiseaux en passage (probablement nocturne). Comme pour le Moineau, peu de cas ont été signalés dans la bibliographie (KINGSLEY & WITTHAM 2005, HÖTKER *et al.* 2006). Cependant, les oiseaux de très petite taille comme les roitelets sont difficiles à trouver.
- les 3 martinets noirs ont été trouvés fin juillet et début août, période de migration postnuptiale pour cette espèce (DUBOIS *et al.* 2000). En outre, deux martinets ont été trouvés au même endroit, le même jour (il s'agissait peut-être d'une groupe de martinets en migration nocturne). Cette espèce apparaît pour la première fois en 2006 dans les espèces touchées à Bouin, alors que des cas sont mentionnés dans plusieurs études européennes (Espagne, Suède, Allemagne, Belgique, HÖTKER *et al.* 2006, T.Dürr comm.pers.).

¹⁶ parmi les espèces non citées dans ce paragraphe, il y a probablement aussi des individus en migration

- les 2 rougegorges familiers et le gobemouche noir ont été trouvés également en période de migration postnuptiale (septembre et octobre pour les rougegorges, août pour le gobemouche). Ces deux espèces ne nichent par ailleurs pas sur le polder (mais le Rougegorge est présent à plus de 500 m).
- le Courlis corlieu est une espèce uniquement migratrice en France. L'individu (coupé en 2) a été trouvé en septembre. Peu de courlis ont été observés pendant les suivis de comportement, mais il est fort probable que des trajets nocturnes soient réguliers (cette espèce se nourrit sur les vasières et dans les champs). A notre connaissance, aucun cas de mortalité de Courlis corlieu n'a jusqu'à maintenant été signalé dans la littérature européenne sur les éoliennes.

Rapaces

Le Faucon crécerelle (1 cas en 2004 et 2 en 2006), bien qu'en déclin en Europe (BIRDLIFE INTERNATIONAL 2004), occupe dans l'ouest de la France l'un de ses bastions (STRENNA 1999). Il est particulièrement abondant dans le Marais breton, où il niche dans les arbres situés près des habitations. Sur le polder de Bouin, de nombreux individus viennent chasser (250 observations pendant le suivi comportement, soit un peu plus de 1% des passages diurnes dans la ligne d'éoliennes), et fréquente la zone de rotation des pales. Certains ont déjà été observés perchés sur le rotor d'éoliennes arrêtées. Cette espèce est souvent mentionnée dans les cas de collision sur les parcs éoliens européens (22 cas signalés en Allemagne, T.Dürr comm.pers., une quinzaine de cas en Espagne et quelques-uns en Belgique et Hollande, HÖTKER *et al.* 2006).

Le Faucon hobereau et l'Épervier d'Europe sont beaucoup moins communs que le Faucon crécerelle sur le site (moins de 0,06% des passages). Ce sont en effet des oiseaux plus forestiers. Les deux espèces nichent en forêt de Monts, à quelques kilomètres du site éolien. Ils sont présents sur le site car la disponibilité en proies (oiseaux et insectes volants) en fait une zone attractive. Quelques cas de mortalité pour ces deux espèces ont déjà été reportés en Europe (HÖTKER *et al.* 2006).

Les observations recueillies sur le terrain à Bouin nous montrent que les rapaces diurnes éprouvent peu de difficultés à éviter les éoliennes et n'effectuent pas de mouvements particuliers lors de traversées de la ligne d'éoliennes. Pour ces espèces, la cause de la collision avec l'éolienne pourrait être un "défaut d'attention" de l'oiseau, en activité de chasse sur une proie. Deux hypothèses sont avancées dans la bibliographie (HODOS *in* KINGSLEY & WHITTAM 2005) : le flou cinétique (la perte de vision d'un objet qui se déplace rapidement), l'incapacité des oiseaux de se concentrer à la fois sur la chasse et sur l'horizon pour éviter les obstacles.

En 2006, pour la première fois un Hibou moyen-duc a été trouvé sur le site. Cette espèce est également abondante en Marais breton, mais nous disposons de peu de données sur le polder, qui est cependant un site favorable comme territoire de chasse. Pour le Hibou comme pour le Faucon crécerelle, un "défaut d'attention" pourrait expliquer la collision (l'oiseau ayant surveillé sa proie et non les mouvements des pales).

Notons qu'aucun cas de mortalité de Busards n'est à déplorer sur le site de Bouin.

Autres espèces

Les espèces suivantes n'ont à notre connaissance pas été trouvées sur les parcs éoliens européens et américains : Aigrette garzette (mais des ardéidés ont déjà été trouvés), Avocette élégante, Tourterelle des bois.

Malgré de nombreuses mentions de pigeons dans la bibliographie, et malgré la relative abondance de l'espèce sur le site (615 données sur 475 heures d'observation du comportement diurne), aucun Pigeon ramier n'a été trouvé à Bouin.

De la même façon, l'Étourneau sansonnet, qui est l'espèce la plus abondante sur le site après la Mouette rieuse (en journée), est relativement peu touché par les éoliennes (seulement 2 cas en 3,5 années).

7.3.2 Causes possibles de la mort

Presque tous les oiseaux trouvés présentaient des indices de collision avec les éoliennes. Parmi ces indices on note :

- oiseaux coupés en 2 ou plusieurs morceaux (Moineau domestique, Mouette rieuse, Goéland leucophée, Faucon crécerelle, Courlis corlieu, Etourneau sansonnet, Aigrette garzette) ;
- fracture(s) d'un des membres (Alouette des champs, Gobemouche noir, Moineau domestique, Mouette rieuse, Mouette mélanocéphale, Aigrette garzette, Avocette élégante) ;
- fracture du crâne (Roitelet triple-bandeau, Mouette rieuse) ;
- bec cassé (étourneau sansonnet, Avocette élégante) ;
- blessures diverses (Mouette rieuse, Martinet, Faucon hobereau). Ces blessures peuvent toutefois être liées à un prédateur.

Certains individus ne présentaient aucune blessure (Faucon crécerelle, Mouette rieuse, Roitelet), d'autres semblaient avoir été projetés violemment au sol (cas d'un rougegorge).



Photo 1 – A gauche, une Mouette rieuse (Larus ridibundus), trouvée le 19/09/04. A droite, le Goéland leucophée (Larus michahellis) (pattes et croupions sectionnés) trouvé le 19/07/06 (photo © Matthieu Cosson LPO et Emeline Langlet LPO)

Aucune relation n'a pu être établie entre la mortalité et les conditions météorologiques, le pas de temps d'une semaine permettant difficilement d'établir la date précise de la mort.

7.3.3 Estimation du nombre d'oiseaux tués par les éoliennes

Les résultats sont fournis pour 8 éoliennes et pour 1 semaine.

	2003 (6 mois)	2004	2005	2006
Total oiseaux	1,48	2,4 – 5,2 (15,6 – 33,7)	0,9 – 1,7 (5,7 – 10,8)	1,1 – 2,8 (6,8 – 18,0)
"Petits" oiseaux	1,09	1,3 – 2,9 (8,5 – 18,7)	1,4 – 2,7 (9,2 – 17,5)	0,4 – 0,9 (2,3 – 5,8)
"Gros" oiseaux	0,58	0,9 – 2,0 (5,9 – 12,7)	0,4 – 0,9 (2,3 – 5,5)	0,6 – 1,8 (3,6 – 11,7)

Tableau 7 – Estimation du nombre d'oiseaux tués par les éoliennes entre 2003 et 2006. Les résultats sont exprimés pour 8 éoliennes et pour 1 semaine (entre parenthèse, extrapolation par an et par éolienne pour comparaison avec la littérature).

En 2003, la prospection n'a eu lieu que de juillet à décembre. L'extrapolation à l'année n'a pas été réalisée, car la situation de fin d'année n'est pas représentative de l'année entière (45% des oiseaux trouvés entre août et octobre, cf. § 7.3.4). Par ailleurs le coefficient de surface n'a pu être appliqué.

Enfin, sur les 3 années complètes de suivi, on peut considérer que 5,7 à 33,8 oiseaux sont tués par éolienne et par an (la grande amplitude étant liée à la variabilité inter-saison et inter-annuelle, et à l'application des facteurs de correction).

Nous ne pouvons malheureusement pas comparer cette mortalité avec celle qu'induisait sans doute la ligne électrique qui était présente sur le polder avant l'installation des éoliennes (cette ligne a été effacée dans le cadre des mesures compensatoires). **L'efficacité de la mesure compensatoire ne peut donc être évaluée.**

Par ailleurs les résultats de Bouin sont conformes à ceux des parcs éoliens proches de zones humides en Europe (Danemark, Allemagne, Belgique : EVERAERT 2007, HÖTKER *et al.* 2006). EVERAERT (2007) indique en particulier que pour les parcs de même envergure que celui de Bouin, équipés d'éoliennes de même puissance (plus de 1,5 MW), la mortalité est comprise entre 1 et 44 oiseaux par éolienne et par an.

Il est difficile de rapporter nos résultats au nombre d'oiseaux passant sur le site, comme le faisait WINKELMAN en 1992 (WINKELMAN 1992b). Cependant, sur les 92 heures annuelles de suivi du comportement diurne, nous avons comptabilisé 3 800 passages d'oiseaux en moyenne sous les 8 éoliennes (cf. § 5). Plusieurs centaines de milliers d'oiseaux passent donc chaque année la ligne d'éoliennes.

Enfin, peu de données comparables avec les résultats d'un tel suivi sont disponibles pour les autres infrastructures (routes, lignes électriques). WINKELMAN estimait en 1992 que 1 km de parc éolien tuait autant d'oiseaux qu'1 km d'autoroute, et un peu moins d'oiseaux qu'1 km de ligne électrique. Cependant le parc éolien qu'elle étudiait comprenait 18 éoliennes de 50 m de haut et de 300 kW, ce qui n'a pas grand chose de comparable avec le parc éolien de Bouin.

7.3.4 Evolution mensuelle de la mortalité

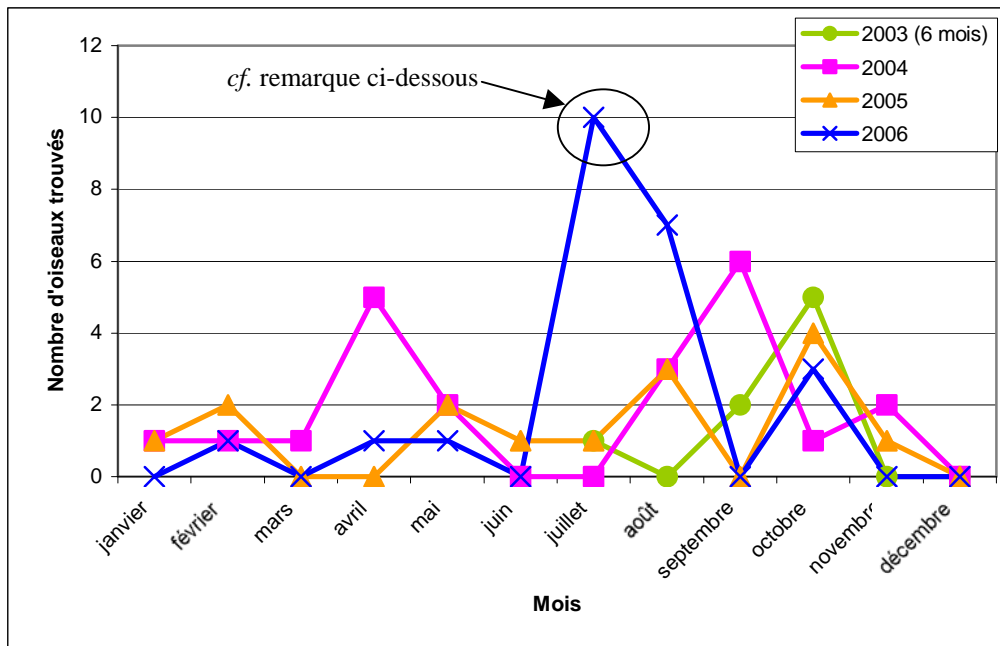


Figure 31 - Evolution mensuelle de la mortalité d'oiseaux sur le site de Bouin (nombre d'oiseaux trouvés)

Le pic de juillet 2006 est dû à 7 oiseaux trouvés le même jour. Cette journée de prospection a été effectuée juste après les moissons (prospection d'une surface plus grande que les semaines précédentes). Il s'agissait de 7 oiseaux morts depuis plusieurs semaines. La mortalité des 7 oiseaux "secs" est donc à répartir sur les semaines (voire les mois) précédentes.

Si l'on cumule les données d'observation des 3 années pleines, plus de 45% des données de mortalités ont été récoltées en août, septembre et octobre, soit en période de migration postnuptiale.

Il s'agit à la fois d'oiseaux migrateurs et d'oiseaux non migrateurs (moineaux, mouettes rieuses en période de dispersion postnuptiale...). Les 20 % de cas recensés dans le paragraphe 4.2.1. sont donc un strict minimum.

Pour la Mouette rieuse, espèce la plus touchée, 67% des données ont été récoltées entre juillet et octobre.

7.4 LA MORTALITE DES CHAUVES-SOURIS

7.4.1 Résultats des prospections de terrain

Depuis 2003, ce sont au moins **5 espèces** qui sont concernées, et **77 individus** (cf. tableau 8).

Nom usuel	Nom scientifique	2003	2004	2005	2006	TOTAL	Pourcentage
Sérotine commune	<i>Eptesicus serotinus</i>			1	1	2	2,597
Noctule commune	<i>Nyctalus noctula</i>	2	1	1	2	6	7,792
Pipistrelle commune	<i>Pipistrellus pipistrellus</i>		2	7	6	15	19,481
Pipistrelle de Kuhl	<i>Pipistrellus kuhlii</i>				2	2	2,597
Pipistrelle de Nathusius	<i>Pipistrellus nathusii</i>	11	19	2	3	35	45,455
Pipistrelle non identifiée	<i>Pipistrellus sp.</i>	2	3	10	2	17	22,078
	TOTAL	15	25	21	16	77	

Tableau 8 - Espèces et nombre de chauves-souris retrouvées mortes au pied des éoliennes depuis le début du suivi en 2003

Deux espèces ont été trouvées tous les ans depuis 2003, la Noctule commune et la Pipistrelle de Nathusius. Elles représentent à elles seules plus de 53% des chauves-souris trouvées mortes.

Une espèce a été trouvée 3 années sur 4, la Pipistrelle commune (19% des cas). En 2006 cette espèce est pour la première fois majoritaire.

Une espèce a été trouvée 2 années sur 4, la Sérotine commune.

Une espèce n'a été trouvée qu'en 2006, la Pipistrelle de Kuhl (sous réserve qu'il n'y en ait pas dans les pipistrelles non identifiées les années précédentes).

Le groupe des pipistrelles représente 90% des cas de mortalité à Bouin.

Sur les parc européens, et en particulier en Allemagne, la Noctule commune, la Pipistrelle de Nathusius et la Pipistrelle commune sont également les espèces les plus communément retrouvées lors des prospections sont les éoliennes (T.Dürr 2007 comm.pers., BRINKMAN *et al.* 2006).

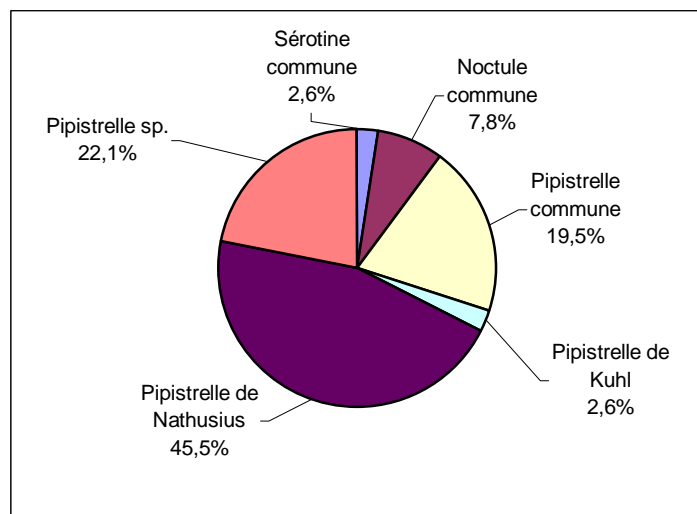


Figure 32 – Chauves-souris trouvées mortes au pied des éoliennes de Bouin : répartition spécifique (2003-2006)

Parmi les espèces citées ci-dessus, **toutes sont protégées**. Aucune ne figure en annexe II de la Directive Européenne 92/43/CEE dite Directive Habitats, mais toutes figurent en annexe IV¹⁷. **Presque toutes sont menacées en France ou en région Pays de la Loire** (cf. tableau 9).

Nom usuel	Statut de conservation ¹⁸	
	France	Pays de la Loire ¹⁹
Sérotine commune	A surveiller	Indéterminé
Noctule commune	Vulnérable	Indéterminé
Pipistrelle commune	A surveiller	
Pipistrelle de Kuhl	A surveiller	
Pipistrelle de Nathusius	A surveiller	
Pipistrelle non identifiée	A surveiller	

Tableau 9 – Statuts de conservation des espèces rares ou menacées dont des individus ont été trouvés morts au pied des éoliennes de Bouin entre 2003 et 2006.

Espèces migratrices

La Pipistrelle de Nathusius n'est actuellement pas connue en Vendée autrement qu'en migration (pas de sites de mise bas ni d'hivernage). Cette espèce constitue plus de 45% des chauves-souris

¹⁷ espèces animales d'intérêt communautaire qui nécessitent une protection stricte.

¹⁸ Sources bibliographiques : COLL. 1999, FIERS *et al.* 1997.

¹⁹ Les statuts de conservation des mammifères en Pays de la Loire sont en cours de révision, dans le cadre du programme biodiversité du Conseil Régional

retrouvées au pied des éoliennes de Bouin (45 individus en 4 ans). Ceci confirme les observations faites ailleurs sur les parcs éoliens (les individus touchés sont la plupart du temps des migrateurs ou des individus en transit vers les gîtes d'hiver, T.Dürr comm.pers., DÜRR & BACH 2004). Cependant, sur la dernière année d'observation (2006) cette espèce n'est presque pas concernée.

Les populations de chauves-souris sont très mal connues en Marais breton, mais il est très probable que la Noctule commune, espèce essentiellement arboricole (pour laquelle le Marais breton n'est donc pas très propice), soit également une espèce migratrice sur ce polder. Cette espèce est également reconnue pour être sensible aux éoliennes (DUBOURG-SAVAGE 2004).

Dans l'ouest de la France et plus particulièrement en Pays de la Loire, la Pipistrelle de Nathusius et la Noctule commune semblent plus présentes sur la côte que dans le bocage (A. Hacquart comm.pers.).

Pipistrelle commune

En août et septembre 2004, cette espèce avait été contactée au détecteur d'ultrasons, en chasse, sur le polder du Dain (COSSON & DULAC 2005), notamment dans les zones ostréicoles, où il est probable qu'elle forme des colonies d'hivernage et de mise-bas. Elle est sans doute également présente dans le bâti autour du polder (maisons).

Il est donc possible que des individus locaux soient touchés par les éoliennes, cependant la mortalité intervient principalement entre juillet et octobre (*cf.* § 7.4.4), elle concerne donc aussi des individus en déplacement postnuptial (déplacements entre gîtes d'été et gîtes d'hiver).

Bach (2001) signale que la Pipistrelle commune semble s'habituer à la présence des éoliennes : après trois ans de fonctionnement et de suivi d'un parc éolien en Allemagne, l'espèce chasse de plus en plus près des machines, à des distances inférieures à 50 m. Dans cette étude l'espèce a continué d'utiliser le secteur autour des éoliennes pour la chasse, tout en modifiant sa hauteur de vol en fonction de l'orientation du rotor.

L'"habitation" des pipistrelles communes à la présence des éoliennes serait-elle à l'origine de l'augmentation du nombre d'individus trouvés morts en 2005 et 2006 (par rapport aux 2 années précédentes) ??

Sérotine commune

Lors des suivis au détecteur de 2004 nous n'avions pas contacté l'espèce sur le polder. Toutefois l'espèce a été contactée à environ 3 kilomètres du parc éolien (en chasse dans le bourg de Bouin, M Vaslin comm. pers.), en période estivale. Les gîtes de la Sérotine se trouvent dans les bâtiments (combles) et parfois dans les arbres. Elle chasse dans un assez large rayon autour de son gîte (jusqu'à 5 km, CHOQUENE *et al.* 2006, ARTHUR & LEMAIRE 1999).

Sur les 2 individus trouvés morts au pied des éoliennes de Bouin, l'un a été trouvé en juillet et l'autre en septembre (*cf.* § 7.4.4). Il est donc possible que des populations locales soient touchées, mais également des individus en transit postnuptial.

Pipistrelle de Kuhl

Aucun gîte n'est connu pour cette espèce en Vendée, qui est pourtant contactée régulièrement en été (E. Ouvrard & J.Sudraud comm.pers.). Les 2 individus trouvés morts à Bouin l'ont été en juin et juillet, il s'agit donc probablement d'individus locaux. L'espèce occupe le même type de gîtes que la Pipistrelle commune, il est donc possible qu'elle occupe le bâti présent sur le polder.

7.4.2 Causes possibles de la mort

Etat des cadavres

Contrairement aux oiseaux, il y a peu d'indices de collision avec les éoliennes. Ainsi, sur les 77 cas de mortalité, nous avons noté uniquement 3 cas de membre antérieur fracturé, 1 cas de plaie sans fracture (et plusieurs autres plaies pouvant être liées à de la prédation) et 1 cas d'individu couvert de graisse (cet individu se serait approché du rotor ou aurait cherché à pénétrer dans la nacelle). Des projections de graisse sont visible en haut des mâts, près de la nacelle.

Une autopsie sur un animal frais (2005) a révélé une hémorragie pulmonaire d'origine vraisemblablement traumatique (voir les conclusions du rapport d'autopsie en annexe 5).

Des résultats similaires ont été constatés en Allemagne (BRINKMAN *et al.* 2006).

Toutefois, les indices ne sont pas faciles à repérer sur des animaux de si petite taille, et qui disparaissent rapidement dès le passage d'épisodes pluvieux.



Photo 2 – Noctule commune (*Nyctalus noctula*) trouvée le 30 août 2006 (photo © Emeline Langlet LPO).

Causes envisagées

Suite à 3,5 années de suivi de la mortalité, et compte-tenu du comportement des chauves-souris, les hypothèses suivantes peuvent être avancées :

- collision directe avec les pales (individus en chasse surpris par une pale en mouvement, ou collision d'un individu en déplacement n'émettant pas d'ultrasons et n'ayant donc pas "vu" la pale) ;
- collision directe avec le mât de l'éolienne d'individus en déplacement n'émettant pas d'ultrasons (les chauves-souris en migration sont victimes de la présence d'infrastructures verticales même immobiles, ERICKSON *et al.* in DUBOURG-SAVAGE 2004, P.Jourde comm.pers.) ;
- déséquilibre et projection au sol par le souffle d'air créé autour du rotor ;
- hémorragies traumatiques liées aux phénomènes de surpression autour du rotor et entre la pale et le mât. Il est en effet possible que des individus viennent chasser autour du mât les insectes attirés par la chaleur émise par la tour. Au moment où une pale passe devant le mât, la pression serait telle que la chauve-souris serait tuée (*cf.* calculs de pression

dans COSSON & DULAC 2005). Cette hypothèse est également émise par TRAPP *et al.* (2002, *in* DUBOURG-SAVAGE 2005).

L'émission de sons par les pales pourrait également attirer les chauves-souris en chasse. En effet, il a déjà été observé, dans le nord-est de la France, des individus "pourchassant" les pales (celles-ci, à une certaine vitesse de vent, émettraient des sons dans des fréquences comparables à celles de gros insectes, S. Bellenoue comm.pers.).

7.4.3 Estimation du nombre de chauves-souris tuées par les éoliennes

Le nombre de chauves-souris tuées par les éoliennes est estimé pour 8 éoliennes et pour 1 semaine.

	2003 (6 mois)	2004	2005	2006
Nombre de chauves-souris tuées pour 1 semaine et 8 éoliennes	4,74	3,1 – 3,3 (20,3 – 21,6)	3,3 – 4,11 (21,5 – 26,7)	0,9 – 1,4 (6,0 – 9,3)

Tableau 10 – Estimation du nombre de chauves-souris tuées par les éoliennes entre 2003 et 2006. (entre parenthèse, extrapolation par an et par éolienne pour comparaison avec la littérature).

En 2003, la prospection n'a eu lieu que de juillet à décembre. L'extrapolation à l'année n'a pas été réalisée, car la situation de fin d'année n'est pas du tout représentative de l'année entière (90% des individus trouvés entre juillet et octobre, cf. § 7.4.4). Par ailleurs le coefficient de surface n'a pu être appliqué. Pour les autres années, le haut de la fourchette correspond à l'application du facteur de correction de surface

Finalement, sur les 3 années complètes de suivi, on peut considérer que 6,0 à 26,7 chauves-souris sont tuées par éolienne et par an.

Ces résultats sont difficilement comparables aux nombreux travaux qui ont été menés aux Etats-Unis tant les éoliennes, les conditions locales et les espèces de chauves-souris sont différentes. Sur les parcs américains, les résultats sont compris entre 0,07 et 38 chauves-souris tuées par éolienne et par an (BRINKMAN *et al.* 2006). Dans l'Iowa, en zone agricole proche de zones humides, la mortalité est estimée à 6 à 10 chauves-souris par éolienne et par an (KOFORD 2005 *in* BRINKMAN *et al.* 2006).

En Europe, peu de travaux ont été menés sur de grandes éoliennes, et il n'y a presque pas de données dans les zones littorales. Les résultats disponibles sont compris entre 2,6 et 37,1 (BRINKMAN *et al.* 2006). Les données semblent indiquer que la mortalité est plus élevée dans les zones forestières.

7.4.4 Evolution mensuelle de la mortalité

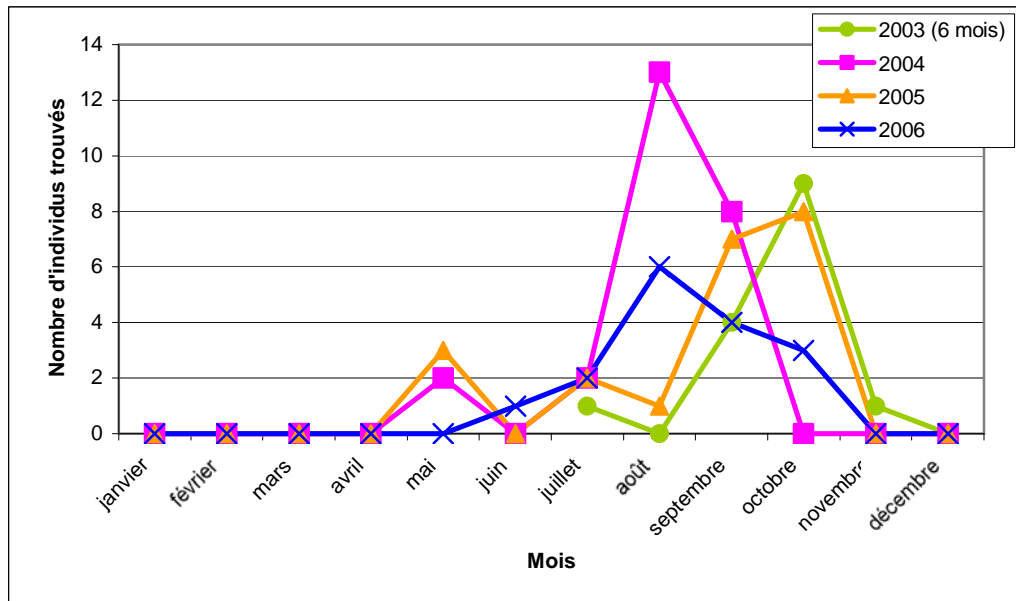


Figure 33 - Evolution mensuelle de la mortalité de chauves-souris sur le site de Bouin (nb d'individus trouvés)

Sur les 3,5 années de prospection, 91% des individus ont été trouvés entre juillet et octobre, et 6% au mois de mai. Cette situation se reproduit également sur les parcs éoliens en Allemagne (T.Dürr comm.pers., DUBOURG-SAVAGE 2004, DÜRR & BACH 2004). Aux Etats-Unis également, la majorité des chauves-souris tuées le sont en août et septembre (CRYAN & BROWN 2007).

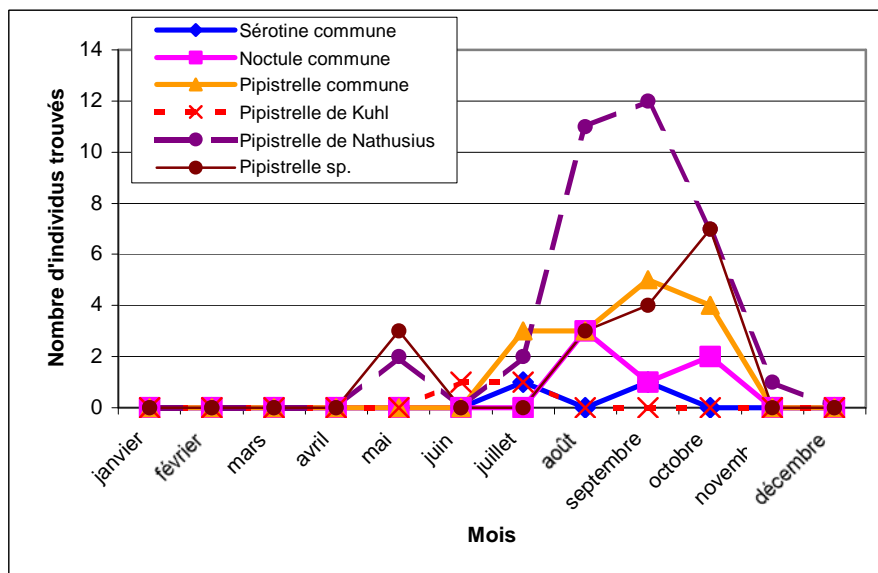


Figure 34 – Evolution mensuelle de la mortalité de chauves-souris, détaillée par espèces (toutes années confondues)

Les résultats (fig. 33 et 34) indiquent que la plupart des individus touchés sont probablement en migration, comme il a été constaté ailleurs en Europe. Cependant, dans une publication récente sur la forêt noire, BRINKMAN *et al.* (2006) indiquent que des colonies locales de mise-bas peuvent être touchées, éventuellement après la dispersion des colonies : transit vers les gîtes d'hiver, périodes de

"swarming" (rassemblements automnaux de reproducteurs). Dans le cas de Bouin, des colonies locales de Pipistrelles commune et de Kuhl ainsi que de Sérotine pourraient être concernées.

7.5 REPARTITION GEOGRAPHIQUE DES CADAVRES

Les figures 35 et 36 font la synthèse des données récoltées depuis le début du suivi.

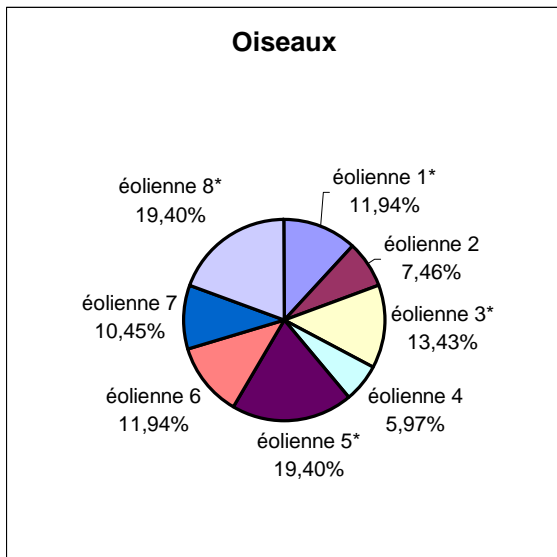


Figure 35 - Nombre d'oiseaux trouvés morts sous chaque éolienne (total des 4 années d'observation). Les éoliennes comportant un astérisque sont celles sur lesquelles sont placés les flashes.

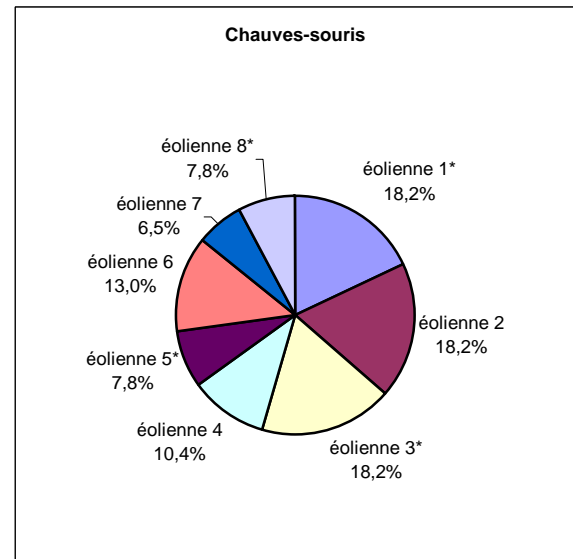


Figure 36 - Nombre de chauves-souris retrouvées mortes sous chaque éolienne (total des 4 années). Les éoliennes comportant un astérisque sont celles sur lesquelles sont placés les flashes.

Oiseaux

Le nombre d'oiseaux et de chauves-souris sous chaque éolienne fluctue en fonction des années.

Toutefois, il faut noter qu'au total, sur les 3 ans et demi d'observation, les éoliennes 3, 5 et 8 sont celles sous lesquelles le plus d'oiseaux ont été retrouvés (plus de 50%). Les éoliennes 1 et 6 suivent avec 24% des oiseaux retrouvés.

Les éoliennes 1, 3, 5 et 8, équipées de flashes, rassemblent 64% des données. Les flashes sont-ils responsables de cet état de fait ? Il est difficile de le dire. Les études bibliographique ont jusque là fait état de mortalité sous des infrastructures lumineuses éclairées en permanence (ERICKSON ET AL. 2002) mais le problèmes des flashes intermittents n'apparaît pas comme un facteur déterminant. Pour WINKELMAN (1992a), c'est plus la densité d'oiseaux que les caractéristiques des éoliennes qui détermine le nombre d'oiseaux morts.

Pendant les 3,5 années d'observation à Bouin, les cadavres d'oiseaux uniquement migrateurs (rouge-gorge, roitelet, courlis corlieu, gobemouche noir, martinet) ne se trouvaient pas en majorité sous les éoliennes équipées de flash. Les observations du comportement diurne des oiseaux n'ont en outre pas montré de densité plus importante d'oiseaux sur un secteur ou sur l'autre.

Chauves-souris

Pour les chauves-souris, on remarque que les 3 éoliennes les plus au sud sont celles où le nombre de cadavres trouvés est le plus important (55% au total).

Ces éoliennes sont celles qui sont le plus éloignées les unes des autres, ce sont aussi celles qui sont orientées sud-ouest / nord-est (la ligne d'éoliennes prenant ensuite une direction sud nord), mais il est difficile d'en tirer des conclusions.

7.6 LIMITES DE LA METHODE

La méthode d'estimation du nombre d'oiseaux et de chauves-souris tués par les éoliennes reste insatisfaisante sur certains points :

- la détermination de N, nombre d'oiseaux ou de chauves-souris tués par les éoliennes, est **biaisée par la division de valeurs nulles** : lorsque aucun cadavre n'est trouvé, N est égal à 0 ($0/Z \times P$) alors que l'absence de cadavre ne signifie pas forcément l'absence de mortalité. Le nombre estimé de victimes est donc **sans doute sous-évalué**.
- les facteurs de correction induisent une correction des valeurs très importante (sans doute plus importante que nécessaire, **le nombre estimé est donc sans doute un peu surévalué**, mais ce phénomène est compensé par les remarques précédentes) ; voir aussi, sur ce point, le § 7.2.2.
- l'application des coefficients de correction des petits oiseaux sur les chauves-souris est discutable (cf. §7.2.1), et ce choix peut d'une part mener à **une sur-estimation** de la mortalité (prédation moins importante sur les chauves-souris ?) **ou à une sous-estimation** (efficacité de recherche moindre). Toutefois il n'y a pour l'instant pas d'autre solution que d'appliquer ces coefficients (impossibilité de poser des cadavres-leurres de chauves-souris).
- enfin, des observations fortuites nous ont permis de voir que les oiseaux peuvent tomber plus loin que le périmètre prospecté, ce qui induit également une **sous-évaluation** du résultat.

En outre, cette méthode induirait une sous-estimation de la mortalité des petits oiseaux (EVERAERT & KUIJKEN 2007).

On voit ici que certains biais induisent une sous-évaluation du résultat, et d'autres une surévaluation.

<i>Sous-évaluation de la mortalité</i>	<i>Sur-évaluation de la mortalité</i>
Valeurs nulles	Correction de surface
Correction de surface	
Chauves-souris assimilées aux petits oiseaux	Chauves-souris assimilées aux petits oiseaux
Surface de prospection limitée à 1 ha	

Tableau 11 – Synthèse des biais d'estimation de la mortalité

7.7 DES SOLUTIONS ?

L'impact sur les populations de chauves-souris est moins facilement évaluable que celui sur les populations d'oiseaux. En effet, les populations et les mouvements des chauves-souris sont moins bien connus, il est donc plus difficile d'évaluer l'impact de la mortalité sous les éoliennes de Bouin à l'échelle locale, régionale, nationale voire européenne. En outre, des mesures de réduction et de compensation des impacts avaient été prévues et appliquées pour les oiseaux (cf. § 2), mais il n'en va pas de même pour les chauves-souris.

En effet, à l'époque où l'étude d'impact a été faite (2000), le problème n'était que peu connu en France, et la question des chauves-souris n'avait pas été posée (la LPO n'avait en particulier été mandatée que pour une expertise avifaune). C'est seulement lors de la mise en place du suivi de la mortalité des oiseaux que l'impact direct sur les chauves-souris est apparu (et c'est le premier parc éolien en France qui a permis de mettre en évidence ce problème).

Par ailleurs, si la mortalité apparaît comme l'un des impacts du parc de Bouin sur les chauves-souris, le facteur "dérangement" (et perturbation des territoires de chasse) n'a pas été mesuré.

Les impacts du parc (dont la mortalité) sur les chauves-souris n'ayant pas été compensés en amont, il est important de s'interroger sur les mesures qui pourraient réduire *a posteriori* les impacts, au moins pour ce qui est connu (la mortalité).

A l'heure actuelle, la seule solution plausible pour diminuer de façon conséquente la mortalité des chauves-souris consiste en un arrêt des éoliennes pendant les périodes favorables aux passages de chauves-souris : périodes nocturnes, température relativement élevées, absence de pluie, vents faibles,.... Ces périodes correspondent en outre à des moments de faible production par les éoliennes (peu de vent). L'arrêt des éoliennes pendant la période la plus meurtrière pour les chauves-souris a été mis en œuvre en Allemagne (T. Dürr & L. Bach com. pers.). En Alsace, des recherches sont en cours, en amont de la construction, pour étudier quelles sont les conditions climatiques qui permettraient à la fois de limiter la mortalité et de maintenir un niveau de production acceptable pour le propriétaire du parc éolien (J.Vittier comm.pers.).

Une telle mesure permettrait peut-être de réduire également la mortalité d'oiseaux migrateurs.

Le bureau d'études Biotope développe actuellement un système d'arrêt des éoliennes en fonction des conditions météo et de la probabilité de présence des chiroptères (Chirotech). Ce prototype pourrait être testé à Bouin, avec l'aide financière des propriétaires du parc. En effet, la série de données obtenues jusqu'à maintenant sur ce parc permettrait d'étudier l'efficacité de ce système, par comparaison de la mortalité entre la période 2004-2006 et la période de tests.

CONCLUSION GENERALE

Suite à l'installation du parc éolien en 2003 sur le polder du Dain à Bouin (Vendée), la LPO a d'une part proposé des mesures de réduction et de compensation des impacts et d'autre part suivi un certain nombre de paramètres afin d'évaluer les impacts des éoliennes sur l'avifaune (et sur les chauves-souris dans un deuxième temps). Ce site présentait en effet des enjeux importants pour l'avifaune (oiseaux d'eau, busards).

Les mesures "compensatoires" suivantes ont été appliquées :

- travaux de construction en période hivernale (éviter le dérangement des oiseaux nicheurs),
- effacement de la ligne 20 kV existante, située à l'emplacement des éoliennes (éviter de multiplier les risques de collision),
- interdiction de la chasse au gibier d'eau sur la lagune de Bouin (éviter les reports d'oiseaux d'eau vers les éoliennes),
- travaux de génie écologique sur la lagune de Bouin (conforter le rôle d'accueil pour les oiseaux d'eau en période de nidification, de migration et d'hivernage).

L'évaluation des impacts a été possible car de nombreuses données étaient déjà disponibles sur ce polder, suivi par la LPO depuis plusieurs années. Après un complément d'état initial en 2002, le suivi s'est poursuivi pendant les travaux de construction des éoliennes (hiver 2002-2003) et jusqu'à la fin 2006.

Le suivi a porté sur 4 grands paramètres : la reproduction des oiseaux, le comportement des oiseaux autour des éoliennes, le reposoir de marée haute et la mortalité.

Il permet d'établir les constatations suivantes.

IMPACTS SUR LA REPRODUCTION DES OISEAUX

Oiseaux d'eau

La présence des éoliennes sur le polder n'a jusqu'à présent provoqué **ni de désertion du site ni d'échec de la reproduction pour les colonies nicheuses de mouettes, sternes, limicoles.**

La dynamique de la colonie de mouettes et sternes, qui évolue "en dents de scie", est semble-t-il plus liée à des phénomènes classiques pour ces oiseaux littoraux, inféodés aux milieux pionniers : grégarité, sensibilité au dérangement, à la prédation et à la qualité du milieu (végétation et niveaux d'eau), report vers des sites proches plus attractifs...

Pour le Vanneau, dont les effectifs nicheurs ont nettement diminué sur la lagune depuis la fin des années 1990, il est possible que les éoliennes aient joué un rôle, mais **cet impact n'est probablement pas la principale cause de la diminution des effectifs** (diminution initiée avant la construction des éoliennes, gestion de la prairie défavorable, espèce en mauvais état de conservation sur l'ensemble du Marais breton)

Busard cendré

L'année de la construction des éoliennes, le nombre de busards cendrés nicheurs a fortement diminué. **Il est possible que les travaux de construction des éoliennes aient joué un rôle dans cette diminution**, toutefois la conjoncture régionale n'était pas favorable à l'espèce (peu de nicheurs en Vendée). **Dès l'année suivante, le nombre de couples nicheurs est redevenu conforme à la moyenne.**

Comme pour les oiseaux d'eau, la réussite de reproduction de l'espèce semble plus liée à d'autres facteurs (conditions météo, date des moissons, disponibilité en proies, actions de protection) qu'à la présence des éoliennes.

Enfin la répartition des couples sur le site n'a pas été modifiée par rapport à la situation antérieure.

Passereaux

Sur les 6 années suivies, **le nombre de contacts sur les points d'écoute proches des éoliennes n'est pas significativement différent du nombre de contacts sur les points d'écoute les plus éloignés des éoliennes**. En outre des passereaux chanteurs sont régulièrement observés tout près des éoliennes (Gorgebleue à miroir, Bergeronnette printanière, Alouette des champs).

Pour les quelques espèces dont la tendance sur le polder est à la diminution à l'échelle des 6 années de suivi des passereaux (Pipit farlouse, Tarier pâtre, Cisticole des joncs, Linotte mélodieuse, Bruant proyer, Bruant des roseaux), il est particulièrement difficile de tirer des conclusions sur le rôle des éoliennes. En effet, le protocole utilisé est difficilement exploitable à une si petite échelle, et les autres facteurs d'évolution des populations de passereaux sont multiples. **Le rôle des éoliennes n'est pas à exclure** (notamment pour les espèces qui se portent bien ailleurs en Vendée et en France comme la Cisticole et le Tarier pâtre) **mais ne semble pas prévaloir sur les autres facteurs** (conjoncture nationale liée à l'emploi de pesticides et à la modification des paysages, rotation des cultures *in situ*, conditions météo hivernales, mais aussi autres facteurs de dérangement sur le polder).

IMPACTS SUR LE COMPORTEMENT DES OISEAUX

Comportement des oiseaux pendant les travaux de construction des éoliennes

Le nombre de passages d'oiseaux (en journée) a augmenté pendant l'hiver des travaux de construction (mais n'a globalement pas évolué sur l'ensemble de l'année). Le surcroît d'activité humaine lié aux travaux pourrait être responsable de cette situation (il aurait provoqué des dérangements inhabituels et réguliers des oiseaux présents aux alentours et donc plus de déplacements).

La disparition du dortoir de busard des roseaux sur la prairie pourrait être lié au dérangement causé par les travaux (déplacement des oiseaux vers un autre site), **mais également à la disparition temporaire de l'habitat favorable** (fauche de la roselière).

Pendant les travaux, le nombre d'oiseaux par groupe a diminué de façon significative par rapport à l'état initial. Mais sur ce site la taille des groupes n'est pas un bon indicateur du comportement car 70% des oiseaux passent seuls.

Enfin, la hauteur moyenne de vol des oiseaux a augmenté de façon significative pendant les travaux.

Comportement diurne des oiseaux face aux éoliennes

Le nombre de passages d'oiseaux au niveau des éoliennes est significativement moins élevé que lors de l'état initial, mais cette diminution ne touche que certaines suivantes : Tadorne de Belon, Canard colvert, Bergeronnette grise, Pipit farlouse, Faucon crécerelle. **Les 2 espèces les plus représentées sur le polder** (Mouette rieuse et Etourneau sansonnet) **ne sont pas concernées par cette diminution**.

Le nombre moyen d'oiseaux par groupe n'est pas significativement différente de celle observé lors de l'état initial, et la hauteur moyenne de vol a en revanche augmenté.

Le rôle des éoliennes dans ces évolutions est difficile à appréhender.

Passage d'oiseaux dans la "zone à risque" de balayage des pales

En journée plus de 85% des oiseaux passent en dehors de la zone "à risque" de balayage des pales. La situation est probablement très différente la nuit, surtout en période de migration.

IMPACTS SUR LE REPOSOIR DE MAREE HAUTE

Le reposoir de marée haute de limicoles et anatidés en halte migratoire ou en hivernage sur la lagune (500 m environ des éoliennes) **voit ses effectifs augmenter régulièrement depuis la fin des années 1990**. La construction des éoliennes et leur mise en service **ne semble jusqu'à présent pas avoir dérangé ou perturbé la formation de ce reposoir**.

En outre, **l'interdiction de la chasse au gibier d'eau** sur la lagune, mesure compensatoire à l'installation des éoliennes, **semble avoir porté ses fruits** quant à la fréquentation du site par les oiseaux.

MORTALITE D'OISEAUX ET DE CHAUVES-SOURIS LIEE AUX EOLIENNES

Coefficients de correction

Le coefficient de disparition des cadavres (prédation, labour, dégradation rapide des petits cadavres par les insectes nécrophages) est compris, sur ce site, entre 0,45 et 0,85 (entre 15% et 55% des cadavres disparaissent en 1 semaine selon la saison).

Le coefficient Z d'efficacité de recherche de l'observateur est compris entre 0,47 et 0,78 selon les saisons (l'observateur retrouve 47% à 78% des cadavres déposés pour tester son efficacité).

Le coefficient de correction de surface appliqué sur ce site est le suivant : lorsque les prospections sont incomplètes, 67% des oiseaux et 37% des chauves-souris peuvent être "ratés" par l'observateur.

Les oiseaux

Depuis 2003, **68 individus d'au moins 20 espèces** ont été retrouvés morts au pied des éoliennes. 41% des oiseaux retrouvés sont des Mouettes rieuses, 12% sont des Moineaux domestiques et 10% des Roitelets triple-bandeau. **20% au moins des cas de mortalité concernent des oiseaux en migration** (migrateurs stricts sur ce site), mais 45% des données ont été récoltées en août, septembre et octobre. Enfin 5 des 8 éoliennes (dont les 4 équipées de flashes) concentrent 74% des cas.

La plupart des oiseaux présentent des indices de collision avec les pales ou de projection vers le sol.

Après application des facteurs de correction liés à la disparition des cadavres, à l'efficacité de recherche de l'observateur et aux variations de la surface prospectée, et après homogénéisation des modes de calcul sur les 3 années complètes de suivi, **le nombre estimé d'oiseaux tués par les éoliennes de Bouin varie de 5,7 à 33,8 par éolienne et par an**, l'ampleur de la fourchette étant liée aux variations saisonnières et interannuelles ainsi qu'aux incertitudes sur les méthodes de calcul.

Ce taux de mortalité est comparable à ce qui a été observé sur les parcs européens de la même envergure et situés dans le même type de milieux (proches du rivage et avec une forte proportion d'oiseaux d'eau).

Les chauves-souris

Depuis 2003, **77 individus d'au moins 5 espèces** ont été retrouvés morts au pied des éoliennes. 45% des chauves-souris retrouvées sont des Pipistrelles de Nathusius (espèce *a priori* seulement migratrice en Vendée), 22% sont des pipistrelles non identifiées, 19,5% sont des Pipistrelles communes, 7,8% sont des Noctules communes. Le reste concerne des sérotines communes (2,5%) et des pipistrelles de Kuhl (2,5%). **91% des chauves-souris** ont été trouvées entre juillet et octobre (**migrateurs ou dispersion postnuptiale**). Les 3 éoliennes situées le plus au sud concentrent 55% des cas de mortalité.

Les chauves-souris trouvées ne présentent pas de traces de choc avec les pales, au contraire des oiseaux. **Les causes de mortalité sont inexplicables** (collision avec la tour, phénomènes de surpression ?).

Après application des facteurs de correction liés à la disparition des cadavres, à l'efficacité de recherche de l'observateur et aux variations de la surface prospectée, et après homogénéisation des modes de calcul sur les 3 années complètes de suivi, **le nombre estimé de chauves-souris tuées par les éoliennes de Bouin varie de 6,0 à 26,7 par éolienne et par an**, l'ampleur de la fourchette étant liée aux variations saisonnières et interannuelles ainsi qu'aux incertitudes sur les méthodes de calcul.

Peu de données comparables existent sur des parcs éoliens du même type en Europe. Mais ce taux de mortalité est pour l'instant supérieur aux chiffres avancés.

Contrairement aux oiseaux, pour lesquels des mesures avaient été prises en amont de la construction des éoliennes, les chauves-souris n'ont fait l'objet d'aucune mesure compensatoire.

La mortalité est d'autant plus préoccupante pour ces espèces que leur origine n'est pas connue, et que les connaissances sur les chauves-souris restent lacunaires. De quel pays proviennent ces pipistrelles ? S'agit-il d'individus provenant de plusieurs populations ou d'une seule ? S'agit-il de populations déjà menacées par ailleurs ?

La mise en place de solutions pour réduire la mortalité des chauves-souris est l'une des perspectives du parc éolien de Bouin.

BIBLIOGRAPHIE

- ALBOUY S., DUBOIS Y. & PICQ H. – 2001 – *Suivi ornithologique des parcs éoliens du plateau de Garrigue-Haute (Aude). Rapport final – Octobre 2001*. ABIES / LPO Aude / ADEME, Gardouch – Gruissan, 56 pages et annexes.
- ANDRE Y. – 2005 - *Protocoles de suivis pour l'étude des impacts d'un parc éolien sur l'avifaune*. LPO, Rochefort, 21 pages.
- AVEL PEN AR BED – 2000 – *Avifaune et projets éoliens. Approche bibliographique*. Avel Pen ar Bed Eoliennes en Bretagne / ADEME, Plougastel-Daoulas, 64 pages.
- ARTHUR L. & LEMAIRE M. – 1999 – *Les Chauves-souris maîtresses de la nuit. Description, mœurs, observation, protection*. La bibliothèque du Naturaliste, Delachaux & Niestlé SA, Lausanne – Paris, 268 pages.
- BACH L. – 2001 - *Fledermäuse und Windenergienutzung - reale Probleme oder Einbildung ? Vogelkdl. Ber. Niedersachs.* 33: 119-124.
- BIRDLIFE INTERNATIONAL – 2004 - *Birds in Europe II: population estimates, trends and conservation status*. http://www.birdlife.org/action/science/species/birds_in_europe/species_search.html
- 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)
- BROYER J. – 1995 – Vanneau huppé *Vanellus vanellus*. pp.288-291 In YEATMAN-BERTHELOT D. & JARRY G – 1995 – *Nouvel atlas des oiseaux nicheurs de France 1985-1989*. Société Ornithologique de France, Paris (France), 776 p.
- CADIOU B., PONS J.-M. & YESOU P. (coord.) – 2004 – *Oiseaux marins nicheurs de France métropolitaine (1960 – 2000)*. Coll. Parthénope, Biotope, Mèze (France), 218 p.
- CHOQUENE G.-L. (Coord) – 2006 – *Les Chauves-souris de Bretagne. Penn ar Bed (Bull. Trim. de Bretagne Vivante – SEPNB)*, 197-198.
- COLLECTIF – 1999 - *Inventaire du Patrimoine Naturel. Liste régionale indicative des espèces déterminantes en Pays de la Loire. Validée par le Conseil Scientifique Régional du Patrimoine Naturel le 30 juin 1999. Espèces animales*. DIREN des Pays de Loire / CSRPN, Nantes, 192 pages et ajouts.
- COLLECTIF – 2003 – *Dénombrement d'anatidés et de foulques hivernant en France à la mi-janvier 2002*. Wetlands International / Ligue pour la Protection des Oiseaux, Rochefort (France), 40 pages.
- COLLECTIF – 2004 – *Dénombrement d'anatidés et de foulques hivernant en France à la mi-janvier 2003*. Wetlands International / Ligue pour la Protection des Oiseaux, Rochefort (France), 39 pages.
- COLLECTIF – 2005 – *Dénombrement d'anatidés et de foulques hivernant en France à la mi-janvier 2004*. Wetlands International / Ligue pour la Protection des Oiseaux, Rochefort (France), 40 pages.
- COLLECTIF – 2006 – *Dénombrement d'anatidés et de foulques hivernant en France. Janvier 2005*. Wetlands International / Ligue pour la Protection des Oiseaux, Rochefort (France), 40 pages.
- COLLECTIF – 2007 – *Dénombrement d'anatidés et de foulques hivernant en France. Janvier 2006*. Wetlands International / Ligue pour la Protection des Oiseaux, Rochefort (France), 40 pages.
- COSSON M. – 2003 – *Suivi évaluation de l'impact du parc éolien de Bouin. 2002 : état initial avant installation des éoliennes*. Agence de l'Environnement et de la Maîtrise de l'Energie Pays de la Loire, Ligue pour la Protection des Oiseaux, Nantes - Rochefort (France), 92 p.
- COSSON M. – 2004 – *Suivi évaluation de l'impact du parc éolien de Bouin. 2003 : Comparaison état initial et fonctionnement des éoliennes* – Agence de l'Environnement et de la Maîtrise de l'Energie Pays de la Loire, Région Pays de la Loire et Ligue pour la Protection des Oiseaux délégation Vendée, Nantes – La Roche-sur-Yon (France), 91 p.
- COSSON M. & DULAC P. – 2005 – *Suivi évaluation de l'impact du parc éolien de Bouin. 2004 : Comparaison état initial et fonctionnement des éoliennes* – Agence de l'Environnement et de la Maîtrise de l'Energie Pays de la Loire, Région Pays de la Loire et Ligue pour la Protection des Oiseaux délégation Vendée, Nantes – La Roche-sur-Yon (France), 91 p.
- COSSON M. & DULAC P. – 2006 – *Suivi évaluation du parc éolien de Bouin (Vendée) sur les oiseaux et les chauves-souris. Année 2005*. Ligue pour la Protection des Oiseaux délégation Vendée, Agence de

l'Environnement et de la Maîtrise de l'Energie Pays de la Loire, Région Pays de la Loire, Nantes – La Roche-sur-Yon, 93 p.

- CRYAN P.M. & BROWN A.C. – 2007 – Migration of bats past a remote island offers clues toward the problem of bat fatalities at wind turbines. *Biological Conservation* 139: 1-11.
- DECEUNINCK B. & MAHEO R. – 1998 – *Limicoles nicheurs de France. Synthèse de l'enquête nationale 1995-1996*. Ligue pour la Protection des Oiseaux, Wetlands International, Ministère de l'Environnement. 102 pages et annexes.
- DESMOTS D. – 2004 - Suivi de la nidification du Gravelot à collier interrompu. Littoral de Bouin aux Sables-d'Olonne (Vendée). Année 2004. Ligue pour la Protection des Oiseaux, Rochefort, 11 pages.
- DESMOTS D. – 2006 - Suivi de la nidification du Gravelot à collier interrompu. Littoral de Bouin aux Sables-d'Olonne (Vendée). Année 2005. Ligue pour la Protection des Oiseaux, Rochefort, 8 pages.
- DEL HOYO J., ELLIOT A., SARGATAL J.- 1996 – *Handbook of the birds of the world. Vol 3*. Lynx Edicions, Barcelone (Espagne).
- DRUNAT E., LE NEVE A & CADIOU B. (coord) – 2006 – *Sternes de Bretagne. Observatoire 2005*. Contrat Nature "oiseaux marins" 2003-2006. Bretagne Vivante – SEPNEB / Conseil Régional de Bretagne / Conseil Général des Côtes d'Armor / Conseil Général du Finistère, Brest, 36 pages.
- DUBOIS P.J., FOUQUET M. & YESOU P. – 1988 – La nidification des Laridés entre Loire et Gironde (2^e partie). *Alauda* 56 (4) : 413-428.
- DUBOIS P.J., LE MARECHAL P., OLIOSSO G. & YESOU P. – 2000 – *Inventaire des oiseaux de France. Avifaune de la France métropolitaine*. Nathan/HER, Paris (France), 400 p.
- DUBOURG-SAVAGE M.-J. – 2004 – Impact des éoliennes sur les Chiroptères, de l'hypothèse à la réalité. *Arvicola*, XVI (2) : 44-48.
- DULAC P., GIRAUD C. & SIGNORET F. – 2000 – *Lagune de Bouin (Vendée). Rapport d'activités 2000*. Ligue pour la Protection des Oiseaux / Agence de l'Eau Loire Bretagne, Rochefort, 52 pages et annexes.
- DULAC P. – 2004 – *Valorisation du comptage hivernal en baie de Bourgneuf. 1^{ère} phase : analyse des données de comptage. Appel à projets de la fondation Nature et Découvertes "zones humides et littoral"*. Ligue pour la Protection des Oiseaux Délégation Vendée, La Roche-sur-Yon (France), 72 pages.
- DÜRR T. & BACH L. – 2004 – Fledermäuse als Schlagopfer von Windenergieanlagen: Stand der Erfahrungen mit Einblick in die bundesweite Fundkartei – Traduction (extraits) de Marie-Jo Dubourg-Savage (janvier 2005) - *Bremer Beiträge für Naturkunde und Naturschutz*, Band 7.
- ERICKSON W., JOHNSON G., YOUNG D., STRICKLAND D., GOOD R., BOURASSA M., BAY K., SERNKA K. – 2002 - *Synthesis and Comparison of Baseline Avian and Bat Use, Raptor Nesting and Mortality Information from Proposed and Existing Wind Developments*. West Inc., Cheyenne, Wyoming, USA, 129 pages.
- EVERAERT J. – 2003 – Windturbines en vogels in Vlaanderen : voorlopige onderzoeksresultaten en aanbevelingen. *Natuur.Oriolus* 69 (4) : 145-155.
- EVERAERT J. & KUIJKEN E. – 2007 – Wind turbines and birds in Flanders (Belgium). Preliminary summary of the mortality research results.
http://www.wind-watch.org/documents/wp-content/uploads/everaert_kuijken_2007_preliminary_b.pdf.
- EVERAERT J. & STIENEN E.W.M. – 2007 - Impact of wind turbines on birds in Zeebrugge (Belgium). Significant effect on breeding on tern colony due to collisions. *Biodivers Conserv* 16:3345-3359.
- FIERS V., GAUVRIT B., GAVAZZI E., HAFNER P., H. MAURIN et coll. – 1997 – *Statut de la faune de France métropolitaine. Statuts de protection, degrés de menace, statuts biologiques*. Coll. Patrimoines naturels, vol 24. Service du Patrimoine Naturel / IEGB / MNHN, Réserves Naturelles de France, Ministère de l'Environnement, Paris, 225 pages.
- GILLIER J.-M., MAHEO R. & GABILLARD F. – 2000 – Les comptages d'oiseaux d'eau hivernant en France : actualisation des connaissances, effectifs moyens, critères numériques d'importance internationale et nationale. *Alauda* 68 (1) : 45-54.
- HÖTKER H., THOMSEN K.-M. & JEROMIN H. – 2006 – *Impacts on biodiversity of exploitation of renewable energy sources: the example of birds and bats - facts, gaps in knowledge, demands for further research, and ornithological guidelines for the development of renewable energy exploitation*. Michael-Otto-Institut im NABU, Bergenhusen (Allemagne) 65 p.
- INSENMANN P. SADOUL N., WALMSLEY J. & YESOU P. – 2004 - Mouette mélanocéphale Mediterranean gull *Larus melanocephalus*. Pp 92-96, in CADIOU B., PONS J.-M. & YESOU P. (coord.) – 2004 - *Oiseaux*

- marins nicheurs de France métropolitaine (1960-2000)*. Coll. Parthénope, Biotope, Mèze (France), 218 p.
- JIGUET F. & JULLIARD R. – 2005 – Suivi Temporel des Oiseaux Communs. Bilan du programme STOC pour la France en 2004. *Ornithos* 12-2 : 65-77.
- JIGUET F. & JULLIARD R. – 2006 – Suivi Temporel des Oiseaux Communs. Bilan du programme STOC pour la France en 2005. *Ornithos* 13-3 : 158-165.
- JIGUET F. & JULLIARD R. – 2007 – Suivi Temporel des Oiseaux Communs. Bilan du programme STOC pour la France en 2006. *Ornithos* 14-2 : 73-79.
- JULLIARD R. & JIGUET F. – 2005 – Statut de conservation en 2003 des oiseaux communs nicheurs en France selon 15 ans de programme STOC. *Alauda* 73 (4) : 345-356.
- JOHNSON G.D., ERICKSON W.P., STRICKLAND M.D., SHEPHERD M.F., SHEPHERD D.A. & SARAPPO S.A. – 2003 - Mortality of Bats at a Large-scale Wind Power Development at Buffalo Ridge, Minnesota. *Am. Midl. Nat.*, 150: 332-342.
- KINGSLEY A. & WHITTAM B. – 2005 - *Les éoliennes et les oiseaux*. *Revue de la littérature pour les évaluations environnementales. Version provisoire du 12 mai 2005*. Environnement Canada / Service canadien de la faune, Gatineau (Québec), 94 p.
- LEROUX A. – 2004 – *Le Busard cendré*. Eveil Nature, Belin, Paris (France), 96p.
- MAHEO R. (coord.) – 2003 - *Limicoles séjournant en France (littoral)*. Janvier 2002. Wetlands International, Office National de la Chasse et de la Faune Sauvage, Vannes, 45 pages.
- MAHEO R. (coord.) – 2004 - *Limicoles séjournant en France (littoral)*. Janvier 2003. Wetlands International, Office National de la Chasse et de la Faune Sauvage, Vannes, 45 pages.
- MAHEO R. (coord.) – 2005 - *Limicoles séjournant en France (littoral)*. Janvier 2004. Wetlands International, Office National de la Chasse et de la Faune Sauvage, Vannes, 45 pages.
- MAHEO R. (coord.) – 2006 - *Limicoles séjournant en France (littoral)*. Janvier 2005. Wetlands International, Office National de la Chasse et de la Faune Sauvage, Vannes, 46 pages.
- MAHEO R. (coord.) – 2007 - *Limicoles séjournant en France (littoral)*. Janvier 2006. Wetlands International, Office National de la Chasse et de la Faune Sauvage, Vannes, 46 pages.
- MIAUD C. – 1993 – *Suivi ornithologique de la lagune de Bouin*. Commune de Bouin (85). Synthèse 1993. Ligue pour la Protection des Oiseaux / Communauté Economique Européenne / Ministère de l'Environnement, Rochefort, non paginé.
- PENARD O. – 1995 – *Lagune de Bouin : chronologie de la reproduction des oiseaux d'eau et hivernage de la Bernache cravant*. Rapport de stage. Ligue pour la protection des Oiseaux, Rochefort, 4 pages et annexes.
- PERRINS C. (Eds) – 1998 – *The Complete Birds of Western Palearctic on CD-ROM*. Oxford University Press, Oxford.
- POIRE P., CAUPENNE M. & TRIPLET P. – 1999 – Vanneau huppé *Vanellus vanellus*. pp. 292-293 In ROCAMORA G. & YEATMAN-BERTHELOT D. – 1999 – *Oiseaux menacés et à surveiller en France. Liste rouge et priorités. Populations, Tendances, Menaces, Conservation*. Société d'Etudes Ornithologiques de France / Ligue pour la Protection des Oiseaux, Paris (France), 560 p.
- RIEGEL J. et les coordinateurs espèces – 2006 – Les oiseaux nicheurs rares et menacés en France en 2003 et 2004. *Ornithos* 13-4 : 209-237.
- ROCAMORA G. & YEATMAN-BERTHELOT D. – 1999 - *Oiseaux menacés et à surveiller en France. Listes rouges et recherches de priorités. Populations. Tendances. Menaces. Conservation*. Société d'Etudes Ornithologiques de France / Ligue pour la Protection des Oiseaux, Paris, 560 pages.
- SIBLET J.-P. – 2004 – Sterne pierregarin Common tern *Sterna hirundo*. Pp 162-168, in CADIOU B., PONS J.-M. & YESOU P. (coord.) – *Oiseaux marins nicheurs de France métropolitaine (1960-2000)*. Coll. Parthénope, Biotope, Mèze (France), 218 pages.
- SIGNORET F. – 1998 – *Rapport d'activités de la lagune de Bouin (85)*. Ligue pour la Protection des Oiseaux, Rochefort, 13 pages et annexes.
- SIGNORET F., GIRAUD C. & DULAC P. – 2000 – *Rapport d'activités de la lagune de Bouin*. Ligue pour la Protection des Oiseaux / Agence de l'Eau Loire Bretagne, Rochefort, 21 pages.
- TRIPLET P., SOURNIA A., JOYEUX E. & LE DREAN-QUENEC'H DU S. – 2003 – Activités humaines et dérangements : l'exemple des oiseaux d'eau. *Alauda* 71 (3) : 305-316.

- TROLLET B. – 1995 – Chevalier gambette *Tringa totanus*. pp.306-309, In YEATMAN-BERTHELOT D. & JARRY G. – 1995 – *Nouvel atlas des oiseaux nicheurs de France 1985-1989*, Société Ornithologique de France, Paris (France), 776 p.
- VASLIN M. – 2007 – Nouveaux records méridionaux de nidification de la Sterne arctique *Sterna paradisae*. *Ornithos* 14-1 : 64-65.
- YESOU P. – 1989 – Mise au point sur la nidification des oiseaux marins en Vendée. *La Gorgebleue* 9 : 35-45.
- YESOU P. – 2002 – Les oiseaux marins nicheurs en Vendée au XX^e siècle. *La Gorgebleue*, 17-18 : 31-41.
- YESOU P. – 2004 - Sterne arctique Arctic tern *Sterna paradisaea*. Pp 192-193, in CADIOU B., PONS J-M. & YESOU P. – 2004 – *Oiseaux marins nicheurs de France métropolitaine (1960 – 2000)*. Coll. Parthénope, Biotope, Mèze (France), 218 p.
- YESOU P. & SADOUL N. – 2004 – Sterne caugek Sandwich tern *Sterna sandvicensis*. Pp 151-156, in CADIOU B., PONS J-M. & YESOU P. – 2004 – *Oiseaux marins nicheurs de France métropolitaine (1960 – 2000)*. Coll. Parthénope, Biotope, Mèze (France), 218 p.
- YESOU P., ISENMANN P. & LEBRETON J.-D. – 2004 – Mouette rieuse. Black-headed gull. *Larus ridibundus*. Pp 97-101, in CADIOU B., PONS J-M. & YESOU P. – 2004 – *Oiseaux marins nicheurs de France métropolitaine (1960 – 2000)*. Coll. Parthénope, Biotope, Mèze (France), 218 p.
- WETLANDS INTERNATIONAL – 2006 – *Waterbird Population Estimates. Fourth edition*. Wetlands International, Wageningen (Pays-Bas), 240 pages.
- WINKELMAN J.E (1989) - *Birds and the wind park near Urk : collision victims and disturbance of ducks, geese and swans. RIN Rep. 89/15*. Rijksinstituut voor Natuurbeheer, Arnhem (Pays-Bas).
- WINKELMAN J.E. – 1992a – *De invloed van de Sep-proefwindcentrale te Oosterbierum (Fr.) op vogels. 1: aanvaringslachtoffers. [The impact of the Sep wind park near Oosterbierum (Fr.), The Netherlands, on birds, 1: collision victims. RIN-rapport92/2*. DLO-Instituut voor Bos-en Natuuronderzoek, Arnhem (Pays-bas).
- WINKELMAN J.E. – 1992b – *De invloed van de Sep-proefwindcentrale te Oosterbierum (Fr.) op vogels. 2 : nachtelijke aanvaringskansen. [The impact of the Sep wind park near Oosterbierum (Fr.), The Netherlands, on birds, 2 : nocturnal collision risks. RIN-rapport92/3*. DLO-Instituut voor Bos-en Natuuronderzoek, Arnhem (Pays-Bas).
- WINKELMAN J.E. – 1992c – *De invloed van de Sep-proefwindcentrale te Oosterbierum (Fr.) op vogels. 4: verstoring. [The impact of the Sep wind park near Oosterbierum (Fr.), The Netherlands, on birds, 4: disturbance. RIN-rapport92/5*. DLO-Instituut voor Bos-en Natuuronderzoek, Arnhem.

ANNEXES

<i>Annexe 1 - Protocole de suivi annuel des oiseaux nicheurs</i>	<i>92</i>
<i>Annexe 2 – Protocole de suivi du comportement des oiseaux.....</i>	<i>97</i>
<i>Annexe 3 - Liste des espèces observées pendant les 5 années de suivi du comportement diurne des oiseaux autour des éoliennes.....</i>	<i>100</i>
<i>Annexe 4 – Protocole de suivi de la mortalité des oiseaux et chauves-souris</i>	<i>102</i>
<i>Annexe 5 – Rapport d'autopsie (chauve-souris 2005).....</i>	<i>106</i>

NB : pour les protocoles de suivi de l'impact des parcs éoliens, consulter aussi ANDRE 2005.

Annexe 1 - Protocole de suivi annuel des oiseaux nicheurs

Objectifs

Ce suivi, conduit sur plusieurs années, a pour objectif de connaître l'évolution du nombre de couples d'oiseaux nicheurs ou de la densité, et de déterminer l'éventuel rôle des éoliennes dans cette évolution.

LES OISEAUX D'EAU

Principe de la méthode

Le suivi annuel de la reproduction consiste en un dénombrement exhaustif du nombre de couples d'oiseaux d'eau. Un observateur expérimenté parcourt le secteur au moins une fois par mois, selon un itinéraire systématiquement identique au cours duquel il réalise des points d'observation toujours aux mêmes endroits. Chaque observation d'oiseau avec des preuves de reproduction (différentes selon les espèces) est notée sur une carte.

Des passages mensuels sur le site sont importants compte tenu de la "fragilité de cantonnement" des espèces concernées. Un suivi sur plusieurs années est indispensable étant donné les variations inter annuelles importantes pour ces espèces.

Ce suivi ne permet pas de connaître la réussite de reproduction précise mais uniquement le nombre de couples cantonnés. L'estimation de la réussite de reproduction est cependant réalisable à l'échelle de chaque colonie d'espèce.

Détails de la méthode

Compte-tenu de la surface à prospecter et la densité d'oiseaux nicheurs, le territoire d'étude a été partagé en 10 secteurs (voir §4). Chaque secteur est prospecté tous les mois entre le 1^{er} mars et le 15 août.

Les observations se font à l'aide de jumelles et d'une longue-vue. Les déplacements d'un point à l'autre peuvent se faire à pied, en voiture ou à vélo, selon les possibilités.

Sur le terrain, les observations sont consignées sur une carte détaillée correspondant au secteur prospecté.

- ➔ Secteur prospecté : les 10 secteurs ont été codifiés (voir carte 4, § 4).
- ➔ Espèce : les observations passent toutes par l'identification des espèces, et sont notées selon une codification pré-établie (T = Tadorne de Belon, Col = Canard colvert, A = avocette élégante, E = Echasse blanche, V = Vanneau huppé, G = Chevalier gambette, PG = Petit Gravelot, GCI = Gravelot à collier interrompu, Stp = Sterne pierregarin, Stc = Sterne caugek, MR = Mouette rieuse, MM = Mouette mélanocéphale, Goél = Goéland argenté).
- ➔ Nicheur : les couples nicheurs certains et les couples nicheurs probables ont été prise en compte : oiseau couveur, oiseau avec des jeunes, jeunes sans parents, œufs, parade nuptiale, comportement territorial (pourchasse entre individus, pourchasse des prédateurs, position très en évidence...), alarme, multiples observations au même endroit, feinte d'oiseau blessé...
- ➔ Nombre : ont été pris en compte les couples cantonnés et les nicheurs certains.
- ➔ Reproduction : il est noté dans la mesure du possible.

Stockage des données

Les données sont stockées dans un tableur (avec des possibilités de trier les données par secteur d'observation), et sont reportées sur une carte avec un Système d'Information Géographique (SIG).

Traitement des données – Synthèse



Le tri des données retenues pour estimer le cantonnement des oiseaux sur les terrains est effectué par espèce et par secteur. Pour chaque secteur, l'effectif retenu pour une espèce est le nombre de couples maximum observé au cours de la saison de reproduction.

Le tableau suivant donne un exemple du traitement des données d'observation pour le Chevalier gambette sur le secteur LI en 2001.

Espèce	Nombre	Date	Secteur	Observateur	Nicheur
Chevalier gambette	1 couple	24/03/2001	LI	C.Giraud	certain
Chevalier gambette	1 couple	02/04/2001	LI	C.Giraud	certain
Chevalier gambette	1 couple	11/04/2001	LI	C.Giraud	certain
Chevalier gambette	7 couples	25/04/2001	LI	C.Giraud	certain
Chevalier gambette	3 couples	29/04/2001	LI	JP Paillat	probable
Chevalier gambette	1 juv mort	10/07/2001	LI	F.Signoret	certain

Dans cet exemple, l'effectif retenu sera celui du 25/04/2001, soit 7 couples.

Ce mode de détermination des effectifs cantonnés ne tient pas compte de la réussite de reproduction des espèces, il permet en revanche de connaître l'attractivité des parcelles.

Les effectifs retenus sont des effectifs maxima. Ils peuvent parfois être supérieurs à la réalité. Toutefois cette méthode, reproductible, permet de comparer les effectifs d'une année sur l'autre et d'évaluer la capacité d'accueil du milieu.

LES RAPACES

Compte-tenu de la sensibilité des espèces concernées (Busard cendré, Busard des roseaux, Hibou des marais), des suivis précis de la reproduction et de la réussite de reproduction jusqu'à l'envol des jeunes ont été réalisés.

Principe de la méthode

Il s'agit, dans un premier temps, de prospecter toute la zone d'étude afin de repérer les zones de présence et de parade nuptiale des rapaces. Dans un second temps, des surveillants localisent précisément les nids, en s'appuyant sur plusieurs indices révélant leur présence.

Pour ce suivi la zone d'étude a été élargie au secteur situé en arrière de l'ancienne digue.

Détails de la méthode (Busards)

→ Repérage de l'activité des couples

Fin avril - début mai est réalisé un repérage des zones où les busards sont présents. Cette prospection peut se faire en voiture, à vélo ou à pied. Elle est suivie d'une période d'observation plus intensive, où les observateurs se munissent de jumelles et de longues-vues et, au cours de périodes d'au moins 2 heures, notent tous les indices révélant un cantonnement ou la présence d'un nid : parades aériennes, passages de proie entre le mâle et la femelle, transport de proies ou de matériaux de construction. La localisation des couples potentiellement reproducteurs est reportée sur une carte.

→ Localisation exacte du nid

Elle se fait par binômes, fin mai - début juin. Les équipes, placées à l'affût, si possible sur des points hauts et à distance (200 m minimum), guettent les arrivées et les départs du nid. Quand un mâle est aperçu apportant une proie, l'endroit où il se dirige est surveillé, et d'où la femelle sort à son appel. Une première localisation du nid peut être réalisée à cette occasion. Elle sera affinée quand la femelle retournera au nid, après que l'échange de proie a eu lieu (si la femelle mange sa proie en dehors du nid, les jeunes ne sont pas nés). Un premier azimuth est alors réalisé de ce point. Il est nécessaire de répéter l'opération à partir d'un autre point d'observation, afin d'obtenir

un second azimut dont l'axe devra être éloigné du premier. Avoir 2 azimuts permet de localiser le nid plus précisément, et ainsi d'éviter le dérangement des oiseaux et la piétinement des céréales. Une fois le nid repéré grâce aux azimuts, l'agriculteur est contacté, afin de lui signaler la présence du nid dans une de ses parcelles, et convenir avec lui des actions à entreprendre. L'un des 2 observateurs peut alors partir à la recherche du nid ; son partenaire le guide grâce aux azimuts, par gestes ou par talkie-walkie. L'équipier dans le champ doit emprunter les travées (passage des roues du tracteur). A l'approche du nid, il signale sa présence à la femelle, qui s'envole. Une fois le nid découvert, sont notés le nombre d'œufs ou de poussins, et l'âge des jeunes le cas échéant. Les poussins et juvéniles sont bagués. Le suivi de la réussite de reproduction est effectué jusqu'à l'envol des jeunes. En outre, des mesures de protection sont mises en place si l'exploitant prévoit de moissonner son champ avant le départ définitif de tous les jeunes.

Stockage et traitement des données

Les données sont stockées de la même façon que pour les oiseaux d'eau (tableur + SIG). Le nombre total de nids trouvés est pris en compte (les nids probables mais non trouvés sont aussi comptabilisés).

LES PASSEREAUX

Principe de la méthode

Le suivi de la reproduction des passereaux est effectué selon le protocole du Suivi Temporel des Oiseaux Communs (STOC EPS). Ce programme national est coordonné par Centre de Recherche sur la Biologie des Populations d'Oiseaux (CRBPO, Muséum National d'histoire Naturelle). Près de 1 000 ornithologues participent à ce suivi en France.

Il s'agit, dans un carré de 2 km × 2 km, de réaliser, deux fois au printemps, 10 points d'écoute et d'observation.

Cette méthode ne permet pas de dénombrer tous les couples d'oiseaux nicheurs dans le carré. Elle permet en revanche de connaître le cortège d'oiseaux présents sur le site, et surtout de suivre l'évolution des populations d'oiseaux à long terme. Elle permet également de comparer des carrés similaires du point de vue des habitats.

Détails de la méthode

Deux passages sont réalisés de part et d'autre du 8 mai, et sont séparés d'au moins 5 semaines. D'une année sur l'autre, chacun des passages ne doit pas être décalé de plus de 8 jours.

Les 10 points d'écoute sont placés dans le carré par l'observateur. Ils doivent être à peu près équidistants, et répartis de manière homogène dans le carré.

L'observateur parcourt ces 10 points au lever du jour, toujours dans le même ordre, et note tous les oiseaux qu'il entend ou voit pendant 5 minutes exactement, posés ou en vol. Les déplacements entre les points sont effectués en voiture si possible, et à défaut à pied.

Stockage des données

Pour chaque point, les espèces observées ou entendues ainsi que la description de l'habitat sont reportées dans la base de données conçue par le CRBPO à cet effet (FEPS). Les copies d'écran suivantes montrent un exemple de saisie.

NB : au début du suivi STOC-EPS, le logiciel de saisie n'existait pas, mais les premières fiches de terrain (figurant dans les rapports des années 2002, 2003 et 2004) ont été depuis saisies sur ce logiciel.

PS : modification du relevé EPS-850068-20040415.FLX

Fermer Copier Sauvegarder

Description du Carré EPS [Description du relevé] Liste des espèces contactées

Date et numéro de passage
 Date [15/04/2004] 1er passage 2ème passage

Description du milieu

	Commentaire	Milieu	Type	Habitat principal				Habitat secondaire		
				Catégories		Sous-Catégories		Milieu	Type	N°1
				N°1	N°2	N°1	N°2			
Point N°1	Zone ostréicole	E - Milieux bâtis ou u	3 - Rural	1 - Bâtiments	7 - Pas de haie	1 - Industriel		F - Milieux aquatiques	11 - Eaux saumâtres (s	4 - Activité industrie
Point N°2	Point se situant pi	D - Milieux agricoles	3 - Mixité prairie / cul	4 - Autre limite de ter	7 - Pas de haie	1 - Non pâturé	3 - Céréales	F - Milieux aquatiques	10 - Grand canal (> 5m	6 - Autres dérangem
Point N°3	Point se situant pi	D - Milieux agricoles	3 - Mixité prairie / cul	4 - Autre limite de ter	5 - Groupes isolés de	1 - Non pâturé	3 - Céréales	E - Milieux bâtis ou urba	3 - Rural	1 - Bâtiments
Point N°4		D - Milieux agricoles	4 - Grandes cultures	4 - Autre limite de ter	7 - Pas de haie	3 - Céréales	8 - Sol nu			
Point N°5		D - Milieux agricoles	3 - Mixité prairie / cul	5 - Groupes isolés de	4 - Autre limite de ter	3 - Céréales	1 - Non pâturé			
Point N°6		D - Milieux agricoles	4 - Grandes cultures	4 - Autre limite de ter	7 - Pas de haie	3 - Céréales	8 - Sol nu			
Point N°7	Prairie mésophile	D - Milieux agricoles	2 - Prairie non cultivé	7 - Pas de haie		1 - Non pâturé				
Point N°8	Pré salé	C - Pelouses, marais	4 - Pelouse humide r	4 - Autre limite de ter	6 - Pas de haie	3 - Foin	1 - Non pâturé			
Point N°9	Pré salé	C - Pelouses, marais	4 - Pelouse humide r	4 - Autre limite de ter	6 - Pas de haie	1 - Non pâturé		F - Milieux aquatiques	11 - Eaux saumâtres (s	1 - Non utilisé/non
Point N°10	Digue végétalisée	B - Buissons (ou jeur	7 - Autres	6 - Buissons mixtes d		2 - Surtout petits (1-3		F - Milieux aquatiques	11 - Eaux saumâtres (s	1 - Non utilisé/non

Météorologie

Couverture nuageuse	Pluie	Vent	Visibilité
1 - 0 - 33%	Absent	2 - Faible	2 - Modérée

Commentaire

Carré dans le cadre du suivi reproduction des oiseaux autour du parc éolien de Bouin
 Les points 2, 3, 6 se situent à moins de 100 m d'une éolienne
 Les points 4 et 7 à plus de 100 m d'une éolienne

Exemple de saisie "habitat"

La description de l'habitat est effectuée sur chaque point d'écoute, dans un rayon de 100 m. Elle est mise à jour chaque année, en fonction des modifications possibles. Sur le polder du Dain, il s'agit essentiellement de modifications liées aux rotations des cultures, qui font que des parcelles qui ont par exemple été décrites en "sol nu" l'année n peuvent se trouver en "céréales" l'année n+1. Les modifications peuvent également être liées à l'édification de nouveaux bâtiments ou d'éoliennes !

Les colonnes "habitat principal" correspondent à une description générale du milieu, les colonnes "habitat secondaire", facultatives, permettent de décrire plus précisément le milieu.

Les cases "1^{er} passage" et "2^e passage" correspondent aux 2 dates printanières de suivi (la base de données crée un fichier par passage et par carré EPS).

Les conditions météo sont détaillées selon la codification suivante :

Couverture nuageuse	Pluie	Vent	Visibilité
0 - 33% = 1	Absente = 1	Absent = 1	Bonne = 1
33 - 66% = 2	Bruine = 2	Faible = 2	Modérée = 2
66 - 100% = 3	Averses = 3	Moyen à fort = 3	Faible = 3

FEPS2000 - STOC-EPS - V2005-h - [FEPS2000 - Saisie des données relatives à un EPS]

Options | Gestion du STOC-EPS | Fenêtres | ?

EPS : modification du relevé EPS-850068-20040415.FLX

Fermer Copier Sauvegarder

Description du Carré EPS | Description du relevé | Liste des espèces contactées

Calcul automatique du total
 Possibilité d'indiquer manuellement le total (calcul automatique si non renseigné)
 Regroupement espèce

Point N°1 | Point N°2 | Point N°3 | Point N°4 | Point N°5 | Point N°6 | Point N°7 | Point N°8 | Point N°9 | Point N°10

Heure de début 07:49

Espèce	Nom	25 m	25-100 m	100 m	En vol	Total	Présence
ALAARV	Alouette des champs	1	1			2	<input checked="" type="checkbox"/>
ANAPLA	Canard colvert				1	1	<input checked="" type="checkbox"/>
ARDCIN	Héron cendré				1	1	<input checked="" type="checkbox"/>
CIRAER	Busard des roseaux				1	1	<input checked="" type="checkbox"/>
LARMEL	Mouette mélanocéphale		1			1	<input checked="" type="checkbox"/>
LARRID	Mouette rieuse			1	7	8	<input checked="" type="checkbox"/>
LUSSVE	Gorgebleue à miroir	1	1			2	<input checked="" type="checkbox"/>
MILCAL	Bruant proyer	1				1	<input checked="" type="checkbox"/>
MOTFLA	Bergeronnette printanière		1			1	<input checked="" type="checkbox"/>
PASDOM	Moineau domestique	1				1	<input checked="" type="checkbox"/>
TRITOT	Chevalier gambette			1		1	<input checked="" type="checkbox"/>
VANVAN	Vanneau huppé			1	1	2	<input checked="" type="checkbox"/>
							<input type="checkbox"/>
							<input type="checkbox"/>

Exemple de saisie espèce sur la base de donnée FEPS

Les espèces sont saisies soit avec le nom usuel français, soit selon le code EURING, c'est-à-dire les 3 premières lettres du nom du genre suivies des 3 premières lettres du nom scientifique de l'espèce (par exemple, ALAARV correspond à *Alauda arvensis*, l'Alouette des champs). Les oiseaux non identifiés sont notés avec le code SP.

La distance des contacts à l'observateur, optionnelle, est notée selon 3 catégories (moins de 25 m, entre 25 et 100 m, plus de 100 m) ; la 4^e colonne sert à reporter le nombre d'oiseaux observés en vol direct.

Traitement des données – Synthèse

Le nombre de contacts avec une espèce en un point donné est une mesure de l'abondance de l'espèce dans le milieu. Totaliser les contacts avec cette espèce dans tous les milieux du même type, et comparer les valeurs obtenues au cours du temps, permettent d'apprécier la tendance d'évolution de l'espèce dans ce type de milieu.

Annexe 2 – Protocole de suivi du comportement des oiseaux

Objectifs

Ce suivi a pour objectif de mettre en évidence les éventuelles modifications comportementales (typologie des espèces et des trajectoires) des oiseaux autour des éoliennes, en comparant la situation avant l'installation des éoliennes avec les observations réalisées après.

Principe

La méthode consiste à observer les allées et venues des oiseaux autour des éoliennes, à différentes périodes de l'année et de la journée et par différentes conditions de marée. Sont notés les espèces, la quantité, le sens de passage, la hauteur, les réactions face aux éoliennes, les autres facteurs de dérangement... Ceci permettra de déterminer :

- si les oiseaux passent sur le polder aussi souvent et aussi nombreux avant et après l'installation des éoliennes,
- si les oiseaux ont modifié leur hauteur de vol,
- si les oiseaux font demi-tour ou non devant les éoliennes,
- s'ils réagissent différemment en fonction de facteurs extérieurs (dérangement, météo, période de l'année, taille des groupes).

Protocole détaillé

Les observations se font sur 4 secteurs linéaires d'environ 1 km (*cf.* carte 11 §5), pendant une durée de 2h00. La direction d'observation reste toujours la même. Les séances d'observation sont conduites une fois par mois sur chaque secteur (au total 4 séances de 2 heures d'observation par mois, soit 48 séances et 96 heures d'observation). Elles alternent 4 matinées et 4 après-midi, approximativement aux mêmes heures, de façon à ce que les échantillons collectés couvrent différentes heures, marées et conditions météorologiques.

L'observateur note tout passage au-dessus d'une ligne parallèle aux éoliennes (route).

Les observations sont consignées sur une feuille de terrain (*cf.* ci-après) qui permet de relever les paramètres suivants :

- Observateur : l'observateur est si possible toujours le même. Les nouveaux observateurs sont formés par le responsable du suivi, de manière à limiter les biais liés à la qualité de l'observation.
- Point et zone d'observation : les 4 points avec leur zone d'observation sont codifiés.
- Météo : vent, couverture nuageuse, brouillard et pluie.
- Coefficient et marée
- Heures du début et de la fin de la séance d'observation, et heure d'observation de chaque passage
- Espèce : la distance maximale d'observation à 1 km suppose un observateur compétent en ornithologie. L'identification des petits passereaux au-delà de 500 m pose problème, on peut considérer que cette limite est la même d'un point d'observation à l'autre et d'une année à l'autre. Elle ne devrait donc pas être source d'erreur d'interprétation.
- Nombre d'oiseaux à chacun des passages. Cette quantification pourrait permettre de remarquer un éventuel changement de comportement face aux éoliennes (en fonction de la taille des groupes, comme ça a été observé dans l'Aude, ALBOUY *et al.* 2001).
- Direction/Comportement : ce paramètre permet de traduire le trajet des oiseaux pendant les travaux et à l'approche de la ligne d'éoliennes. La ligne de référence est située à 40 m environ du projet.
- Cause du déplacement (le cas échéant). Les causes de déplacement les plus courantes sont codifiées : D : Dortoir, RN : Recherche de Nourriture, DH : Dérangement Humain.

- Hauteur de vol. Celle-ci est évaluée grâce à une échelle de correspondance sur le terrain (par exemple poteau EDF moyenne tension : 12 m ; mât de mesure du vent : 50 m ; mât de l'éolienne : 60 m ; hauteur en bout de pâles : 105 m, etc...). L'observateur étant presque toujours le même, les erreurs d'appréciation de hauteur sont reproductibles. L'évolution des hauteurs de vol est donc correctement mesurée.
- Remarques : noter les éventuelles activités exceptionnelles sur le site : chasse, cerf-volant, rapace prédateur d'oiseaux, randonneurs, etc.
- Espèces d'oiseaux dont le nombre de passage est très fréquent : Pour une prise de note plus efficace, on réserve une colonne pour ces espèces et on se limite à noter le nombre de passage par heure sans plus de détail. On estime une hauteur moyenne par heure pour ces espèces. Ce sont essentiellement les groupes de moineaux qui sont concernés sur ce site.

Stockage des données

Le suivi totalise entre 3 000 et 5 000 données par an. Les données sont reportées sur informatique dans un tableur. Au terme d'un suivi de 5 ans, le nombre de données est considérable et permet un travail statistique.

Annexe 3 - Liste des espèces observées pendant les 5 années de suivi du comportement diurne des oiseaux autour des éoliennes

Nom usuel	Nom scientifique	Pourcentage de données sur le site pendant les 84 heures d'observation en 2006
Mouette rieuse	<i>Larus ridibundus</i>	38,303
Etourneau sansonnet	<i>Sturnus vulgaris</i>	9,484
Passereaux non identifiés		6,387
Goéland argenté	<i>Larus argentatus</i>	5,320
Goélands non identifiés	<i>Larus sp.</i>	4,890
Moineau domestique	<i>Passer domesticus</i>	4,352
Pigeon ramier	<i>Columba palumbus</i>	3,038
Pipit farlouse	<i>Anthus pratensis</i>	2,924
Tourterelle des bois	<i>Streptopelia turtur</i>	2,583
Aigrette garzette	<i>Egretta garzetta</i>	2,109
Bergeronnette grise	<i>Motacilla alba</i>	1,378
Hirondelle rustique	<i>Hirundo rustica</i>	1,274
Faucon crécerelle	<i>Falco tinnunculus</i>	1,220
Tadorne de Belon	<i>Tadorna tadorna</i>	1,220
Vanneau huppé	<i>Vanellus vanellus</i>	1,077
Pie bavarde	<i>Pica pica</i>	0,993
Grand cormoran	<i>Phalacrocorax carbo</i>	0,899
Bergeronnette printanière	<i>Motacilla flava</i>	0,894
Avocette élégante	<i>Recurvirostra avosetta</i>	0,874
Héron cendré	<i>Ardea cinerea</i>	0,864
Alouette des champs	<i>Alauda arvensis</i>	0,855
Corneille noire	<i>Corvus corone</i>	0,805
Bruant proyer	<i>Miliaria calandra</i>	0,578
Martinet noir	<i>Apus apus</i>	0,573
Busard des roseaux	<i>Circus aruginosus</i>	0,568
Hirondelle de rivage	<i>Riparia riparia</i>	0,524
Cisticole des joncs	<i>Cisticola juncidis</i>	0,519
Linotte mélodieuse	<i>Carduelis cannabina</i>	0,499
Busard cendré	<i>Circus pygargus</i>	0,469
Mouette mélanocéphale	<i>Larus melanocephalus</i>	0,445
Chardonneret élégant	<i>Carduelis carduelis</i>	0,420
Goéland brun	<i>Larus fuscus</i>	0,415
Canard colvert	<i>Anas platyrhynchos</i>	0,341
Tourterelle turque	<i>Streptopelia decaocto</i>	0,301
Chevalier gambette	<i>Tringa totanus</i>	0,287
Ibis sacré	<i>Threskiornis aethiopicus</i>	0,168
Canards non identifiés	<i>Anas sp.</i>	0,163
Sterne pierregarin	<i>Sterna hirundo</i>	0,163
Goéland marin	<i>Larus marinus</i>	0,123
Limicole sp		0,123
Pluvier doré	<i>Pluvialis apricaria</i>	0,114
Tarier pâle	<i>Saxicola torquata</i>	0,114
Courlis non identifiés	<i>Numenius sp.</i>	0,079
Goéland cendré	<i>Larus canus</i>	0,079
Bergeronnettes non identifiées	<i>Motacilla sp.</i>	0,074
Faucon émerillon	<i>Falco columbarius</i>	0,074
Hirondelles non identifiées		0,069
Barge à queue noire	<i>Limosa limosa</i>	0,064
Faucon hobereau	<i>Falco subbuteo</i>	0,054
Courlis corlieu	<i>Numenius phaeopus</i>	0,049
Pluvier argenté	<i>Pluvialis squatarola</i>	0,049

Nom usuel	Nom scientifique	Pourcentage de données sur le site pendant les 84 heures d'observation en 2006
Traquet motteux	<i>Oenanthe oenanthe</i>	0,049
Bécasseau variable	<i>Calidris alpina</i>	0,040
Bruant des roseaux	<i>Emberiza schoeniclus</i>	0,040
Busard Saint-Martin	<i>Circus cyaneus</i>	0,040
Epervier d'Europe	<i>Accipiter nisus</i>	0,040
Merle noir	<i>Turdus merula</i>	0,040
Courlis cendré	<i>Numenius arquata</i>	0,035
Verdier d'Europe	<i>Carduelis chloris</i>	0,035
Balbusard pêcheur	<i>Pandion haliaetus</i>	0,030
Bécassine des marais	<i>Gallinago gallinago</i>	0,030
Martin pêcheur	<i>Alcedo atthis</i>	0,030
Perdrix grise	<i>Perdix perdix</i>	0,025
Faucons non identifiés	<i>Falco sp.</i>	0,020
Goéland leucopnée	<i>Larus michaellis</i>	0,020
Rougegorge familier	<i>Erithacus rubecula</i>	0,020
Barge rousse	<i>Limosa lapponica</i>	0,015
Bruants non identifiés	<i>Emberiza sp.</i>	0,015
Laridés non identifiés	<i>Larus sp.</i>	0,015
Oie cendré	<i>Anser anser</i>	0,015
Pouillot véloce	<i>Phylloscopus collybita</i>	0,015
Sarcelle d'hiver	<i>Anas crecca</i>	0,015
Spatule blanche	<i>Platalea leucorodia</i>	0,015
Bondrée apivore	<i>Pernis apivorus</i>	0,010
Canard souchet	<i>Anas clypeata</i>	0,010
Cormoran huppé	<i>Phalacrocorax aristotelis</i>	0,010
Echasse blanche	<i>Himantopus himantopus</i>	0,010
Pluviers non identifiés	<i>Pluvialis sp.</i>	0,010
Rouge queue noir	<i>Phoenicurus ochruros</i>	0,010
Sterne caugek	<i>Sterna sandvicensis</i>	0,010
Sternes non identifiées	<i>Sterna sp.</i>	0,010
Bergeronnette des ruisseaux	<i>Motacilla cinerea</i>	0,005
Busards non identifiés	<i>Circus sp.</i>	0,005
Buse variable	<i>Buteo buteo</i>	0,005
Canard pilet	<i>Anas acuta</i>	0,005
Chevalier guignette	<i>Actitis hypoleucos</i>	0,005
Choucas des tours	<i>Corvus monedula</i>	0,005
Corbeau freux	<i>Corvus frugilegus</i>	0,005
Faucon pèlerin	<i>Falco peregrinus</i>	0,005
Fauvette grisette	<i>Sylvia communis</i>	0,005
Gorgebleue à miroir blanc	<i>Luscinia svecica</i>	0,005
Grue cendré	<i>Grus grus</i>	0,005
Barge ou Courlis (non identifié)		0,005
Fringilles non identifiés		0,005
Pic vert	<i>Picus viridis</i>	0,005
Pigeon colombin	<i>Columba oenas</i>	0,005
Pouillots non identifiés	<i>Phylloscopus sp.</i>	0,005
Tourterelles non identifiées	<i>Streptopelia sp.</i>	0,005

Annexe 4 – Protocole de suivi de la mortalité des oiseaux et chauves-souris

Objectifs

Les éoliennes peuvent avoir des impacts directs sur les oiseaux se traduisant par une mortalité liée essentiellement à une collision avec les pales ou la tour. L'analyse de la bibliographie existante indique que le taux de mortalité varie en fonction du site d'implantation et des espèces qui le fréquentent.

L'implantation de 8 éoliennes de grande dimension sur le polder du Dain, à moins de 500 m d'une lagune très fréquentée par de nombreuses espèces en nidification et en reposoir, représentait un risque potentiellement important pour ces oiseaux. Le parc éolien s'étend sur 2,5 kilomètres et forme un ensemble de huit éoliennes, plus espacées dans la partie sud (4 éoliennes) que dans la partie nord (4 éoliennes). Au vu des déplacements des oiseaux, et en raison de la proximité de la lagune, les éoliennes les plus dangereuses a priori, sont les n° 3, 4 et 5 (cf. état initial).

L'objectif du suivi réalisé entre 2003 et 2006 était donc de réaliser un état de la mortalité des oiseaux et chauves-souris liée aux éoliennes (estimation quantitative, importance de l'emplacement de chaque éolienne par rapport aux enjeux...)

Principe de la méthode d'estimation de la mortalité

La méthode choisie est celle proposée par J.E Winkelman (1989, 1992).

Le nombre total d'oiseaux tués par les éoliennes est égal au nombre d'oiseaux trouvés morts (et dont la cause de la mort est imputée aux éoliennes), corrigé par des coefficients d'erreur déterminés au préalable, liés à l'efficacité de la découverte des cadavres et au taux de disparition des cadavres (prédation, enfouissement suite à des labours, dégradation complète par les insectes nécrophages...).

Ceci se traduit par la formule suivante :

$$N \text{ estimé} = (Na - Nb) / (P * Z * O * D)$$

Na est le nombre total d'oiseaux morts trouvés

Nb le nombre d'oiseaux tués par autre chose que les éoliennes (nombre de cadavres ne présentant pas les symptômes d'une mort par collision ou projection)

P est le taux de disparition sur le site :
 - si sur 10 cadavres 2 disparaissent en 1 semaine on a :
 $P = 0,8$ (pour un pas de temps choisi d'une semaine)
 - si 5 cadavres disparaissent en 3 semaines on a :
 $P = 0,5$ (pour un pas de temps choisi de 3 semaines)

Il est important de choisir le temps d'intervalle des recherches assez court de façon à ce que P soit le plus proche possible de 1. Pour Bouin, le pas de temps est de 1 semaine (cf. ci-après).

Z est l'efficacité de la recherche de l'observateur : pour 8 cadavres retrouvés sur 10 on a $Z = 0,8$

O est ici la surface prospectée ou le nombre d'éoliennes surveillées.

D est le nombre de jours de recherche. Il s'agit donc d'un temps qui est difficilement extrapolable à l'année tant les conditions (biologiques et climatiques) sont variables. D est fonction de P.

Lors de la présentation des résultats on dira par exemple :

Si on fait un suivi toutes les semaines au mois de juin sur l'ensemble du parc et que $P = 1$ (pour une semaine) et $Z = 0,9$, si on trouve 3 cadavres liés aux éoliennes, on aura :

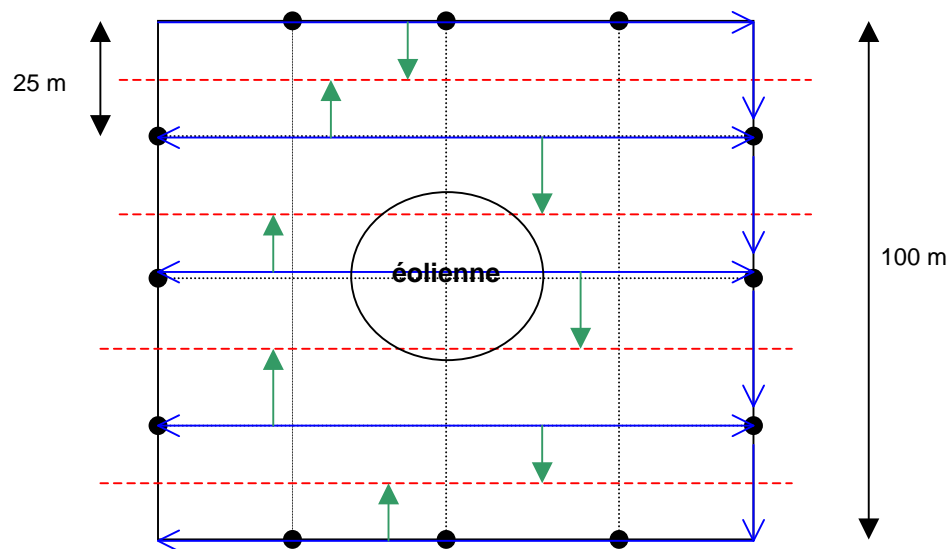
$3 / (1 * 0,9) = 3,33$ oiseaux morts pour huit éoliennes au mois de juin soit 0,41 oiseaux par éolienne au mois de juin. Nestimé est donc exprimé en nombre d'oiseaux (ou chauves-souris) tués par les éoliennes sur un pas de temps défini et pour une surface définie.

Détails de la méthode de recherche

Les prospections s'effectuent à pied, dans un carré de 100 mètres de côté autour d'une éolienne. Le pas de temps choisi est d'une semaine. Il s'agit d'un compromis entre les moyens humains, techniques et financiers, et la nécessité de retourner sur le site le plus souvent possible pour éviter les biais de disparition des cadavres.

Pour réaliser une prospection complète, une matérialisation au sol avec des piquets sous forme d'un quadrillage peut aider les prospecteurs à se déplacer de façon régulière sous les éoliennes (surtout du côté est dans les champs). Cette matérialisation (pérenne) ne peut s'effectuer que hors des périodes de fauche dans les polders ou bien en plaçant les piquets entre les parcelles (dans les fossés) lorsque les céréales sont hautes. Les piquets sont posés à une distance de 25 mètres chacun sur une longueur de 100 mètres (correspondant à la hauteur d'une éolienne). La prospection s'effectue de part et d'autre des lignes matérialisées par ces piquets.

La distance parcourue lors de ce suivi est de 900 mètres pour chaque éolienne, soit une distance de 7,2 km pour la prospection sous les 8 éoliennes (cf. schéma ci-dessous).



- piquets de repère posés tous les 25 ou 50 m (selon les possibilités)
- - - - - limite de visibilité des prospecteurs
- parcours des prospecteurs (900 m)
- direction de la recherche

Une journée est nécessaire pour réaliser la prospection sous les 8 éoliennes (1 ha par éolienne).

Lorsque toute la surface n'est pas accessible (végétation trop haute, semis récent ne permettant pas de pénétrer dans les parcelles...), l'observateur note la surface qu'il a pu prospecter, afin d'appliquer ensuite un facteur de correction.

Les résultats sont notés sur une fiche appelée Fiche Terrain mortalité (cf. ci-après) qui doit être remplie et numérotée pour chaque cadavre découvert. Cette fiche comprend en particulier :

- l'identification de l'espèce (autant que possible),
- l'état apparent du cadavre (croquis, une zone sur la fiche est prévue à cet effet),
- la localisation précise de la découverte (n° de l'éolienne concernée + coordonnées GPS),
- la cause présumée de la mort (en fonction de l'espèce, de son état apparent et de sa localisation par rapport aux obstacles présents).

Le cadavre est photographié (2 ou 3 photos par cadavre).

Détermination des coefficients d'erreurs

Pour déterminer les coefficients P et Z, propres au site et à l'observateur, on utilise des cadavres leurres (oiseaux trouvés ailleurs et collectés en vue de ces déterminations).

Une personne différente de l'observateur habituel dispose les cadavres dans le secteur de recherche.

P : disparition des cadavres

Le lendemain du dépôt de cadavre, et une autre fois au bout d'une semaine (pas de temps choisi pour ce site), les cadavres déposés sont recherchés. Le nombre de cadavres retrouvés par rapport au nombre déposé correspond au taux de disparition. Il varie en fonction de la saison (notamment en fonction de la disponibilité en proies vivantes pour les prédateurs qui peuvent être parfois charognards).

Z : efficacité de recherche

Tout de suite après le dépôt des cadavres leurres, l'observateur habituel effectue son protocole de recherche de mortalité. Le nombre de carcasses découvertes par rapport au nombre de carcasses déposées constitue le taux de découverte. Ce coefficient varie en fonction du couvert végétal et de la taille de l'oiseau. Il est donc spécifique à la période de l'année, à la nature du couvert végétal et à la taille des oiseaux. En été, les cultures étant sur pied, Z sera plus faible, sauf pour certaines cultures comme la luzerne, qui est coupée en mai et peut être plus haute en hiver. En hiver, dans les labours, Z devrait être plus proche de 1.

Pour prendre en compte les effets de saisonnalité, au moins 4 dépôts de cadavres-leurres sont réalisés dans l'année (un par saison).

Analyse et présentation des résultats

Les données sont stockées dans un tableur.

On dispose de résultats pour les 8 éoliennes, sur un pas de temps d'une semaine, pour les petits oiseaux et pour les grands oiseaux.

L'extrapolation à un nombre d'oiseaux morts par éolienne et par an est difficile compte-tenu des biais liés au pas de temps et au calcul difficile des coefficients correcteurs. Cependant, cette extrapolation nous permet de comparer les résultats aux chiffres donnés par la littérature.

Limites et difficultés

La détermination des coefficients d'erreur P et Z est délicate. En effet, ils varient considérablement en fonction de nombreux paramètres extérieurs (nombre de charognards sur le site, accoutumance des prédateurs, couverture végétale, fréquentation touristique, période de chasse, météo, taille des cadavres...). La détermination de ces coefficients a été améliorée au cours des 4 années de suivi.

Le suivi pendant la période d'envol des jeunes (juin à août) correspond à une couverture végétale dense qui rend très difficile la découverte de cadavres. Par contre, en août les céréales sont coupées ce qui permet un suivi plus facile sous les éoliennes.

FICHE DE TERRAIN MORTALITE			
Suivi ornithologique du parc éolien de Bouin (85)			
Point n°	Date :	Heure :	Nom du découvreur :
N° de photos :			
Eolienne concernée : <input type="checkbox"/> tourne <input type="checkbox"/> stoppée			
Localisation de la découverte (coord. GPS et/ou indication sur carte) : N W			
Nom espèce :	Age : <input type="checkbox"/> adulte <input type="checkbox"/> Immature <input type="checkbox"/> juv	Sexe <input type="checkbox"/> mâle <input type="checkbox"/> femelle <input type="checkbox"/> immature	
Etat de l'oiseau : <input type="checkbox"/> Vivant (blessé) <input type="checkbox"/> Mort			
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, autres...) :			
Conditions météorologiques :			
Couverture végétale et hauteur :			
COMMENTAIRES :			
Z : Retrouvé le :			
P : Prédaté le :			

Annexe 5 – Rapport d'autopsie (chauve-souris 2005)

Centre de Soins de la Faune Sauvage



Ecole Nationale Vétérinaire de Nantes



Emmanuel RISI
Dr Vétérinaire
Centre de Soins de la Faune Sauvage
Ecole Nationale Vétérinaire de Nantes
Route de Gachet
44300 NANTES
emmanuel.risi@wanadoo.fr
02 40 68 77 76

COMPTE RENDU D'AUTOPSIE

Date : septembre 2005
Espèce : Pipistrelle commune
Origine : sauvage

Commémoratifs

Animal sauvage non captif trouvé mort au pied d'une éolienne à Bouin (Marais Breton Vendéen).

Conclusion d'autopsie

Présence d'une hémorragie pulmonaire aigue à l'origine de la mort de l'animal. Une origine traumatique est fortement suspectée. L'état d'autolyse marquée ne nous a pas permis d'analyser les organes digestifs.

Emmanuel RISI