



DREAL Champagne-Ardenne
Région Champagne-Ardenne

Synthèse des impacts de l'éolien sur l'avifaune migratrice sur cinq parcs en Champagne-Ardenne

novembre 2010



Préserver

Protéger

Eduquer



Photo : LPO Champagne-Ardenne



JJ1011001



Synthèse de l'impact de l'éolien sur l'avifaune migratrice sur cinq parcs éolien en Champagne-Ardenne

Rédaction : Julien Soufflot

Observateurs : Aurélien Deschatres, Anne-Sophie Gadot, Christophe Hervé, Olivier Horiot, Emmanuel Le Roy, Nicolas Lorenzini, Aymeric Mionnet, Nicolas Petitjean, Mathias Redouté, Julien Soufflot, Bernard Theveny et Dominique Zabinski

10 novembre 2010



*Ligue pour la Protection des Oiseaux
Champagne-Ardenne
Der Nature*

*Ferme des Grands Parts 51290 OUTINES
Tel : 03.26.72.54.47 Fax : 03.26.72.54.30
Mail : champagne-ardenne@lpo.fr*



Introduction	8
1 Présentation de la problématique connue sur l'éolien	8
1.1 Le risque de mortalité	8
1.2 La modification de l'utilisation de l'espace	8
2 Présentation des différents parcs suivis	9
2.1 Présentation des caractéristiques géographique de la zone d'étude et des parc éoliens	9
2.2 Présentation des différents parcs suivis	9
2.2.1 La Côte de l'Épinette, le Mont Faverges	11
2.2.2 Les Côtes de Champagne	13
2.2.3 Argonne	14
2.2.4 Les Quatre Chemins	15
2.2.5 Les Quatre Vents	15
2.3 Méthodologie	17
2.4 Echantillonnage utilisé	17
2.5 Interprétation des résultats	18
3 Résultats	19
3.1 Sensibilité des migrateurs à l'effarouchement	19
3.1.1 Taux de réactions des migrateurs	19
3.1.2 Influence de la force du vent	20
3.1.3 Distance de réaction et hauteurs de vols	21
3.1.4 Sensibilité des espèces migratrices à l'effarouchement	21
3.1.5 Types de réactions des migrateurs face aux éoliennes	28
3.1.6 Proportion de réactions liées à la taille des vols de migrateurs	29
3.2 Impact sur les voies de migration	30
3.2.1 Le parc du Mont Faverges	30
3.2.1.1 Migration pré-nuptiale	32
3.2.1.2 Migration post-nuptiale	45
3.2.2 Le parc des Côtes de Champagne	65
3.2.2.1 Migration post-nuptiale	65
3.2.2.2 Migration Pré-nuptiale	74
3.2.3 Le parc d'Argonne	87
3.2.3.1 Migration post-nuptiale	87
3.2.3.2 Migration pré-nuptiale	93
3.2.4 Les parcs des Quatre Chemins	98
3.2.4.1 Migration post-nuptiale	98
3.2.4.2 Migration pré-nuptiale	103
3.2.5 Le parc des Quatre Vents	108
4 Préconisations pour la prise en compte de l'avifaune migratrice dans les études d'impacts	110
5 Evaluation des impacts cumulatifs	111
6 Les cas de collisions	111
Conclusion	113

Bibliographie

114

Tableau 1 : nombre de journées ayant servi pour l'échantillonnage	18
Tableau 2 : taux de réactions enregistré sur chaque parc éolien	19
Tableau 3 : taux de réactions cumulé sur tous les parcs suivis	19
Tableau 4 : Taux de réaction enregistré sur les parcs lorsque les éoliennes sont arrêtées	20
Tableau 5 : taux de réactions cumulé sur tous les parcs suivis	20
Tableau 6 : proportion de réaction en fonction de la force du vent	20
Tableau 7 : proportion de réactions chez les oiseaux non-passereaux	21
Tableau 8 : proportion de réactions chez le Grand Cormoran	21
Tableau 9 : proportion de réactions chez les voiliers	22
Tableau 10 : proportion de réactions chez la Grue cendrée	22
Tableau 11 : proportion de réactions chez les rapaces	23
Tableau 12 : proportion de réactions chez les limicoles	23
Tableau 13 : proportion de réactions chez les laridés	24
Tableau 14 : proportion de réactions chez les colombidés	24
Tableau 15 : proportion de réactions chez les passereaux	24
Tableau 16 : proportion de réactions chez les alaudidés	25
Tableau 17 : proportion de réactions chez les hirundinés	25
Tableau 18 : proportion de réactions chez les motacillidés	25
Tableau 19 : proportion de réactions chez les turdidés	26
Tableau 20 : proportion de réactions chez les paridés	26
Tableau 21 : proportion de réactions chez les corvidés	26
Tableau 22 : proportion de réactions chez les fringilles	27
Tableau 23 : proportion de réactions chez les emberizidés	27
Tableau 24 : proportion de réactions chez l'Etourneau sansonnet	27
Tableau 25 : proportion de réactions chez les passereaux indéterminés	28
Tableau 26 : proportion de chaque type de réaction	28
Tableau 27 : Taille moyenne des groupes de migrateurs en fonction des réactions de franchissement	29
Tableau 28 : espèces victimes de collisions	112
Carte 1 : vue d'ensemble de la zone étudié et des parcs éoliens	10
Carte 2 : Situation du parc éolien de la Côte l'Épinette	11
Carte 3 : situation du parc éolien du Mont Favarger	12
Carte 4 : situation du parc éolien des Côtes de Champagne	13
Carte 5 : situation du parc éolien d'Argonne	14
Carte 6 : situation des Parcs des Quatre Chemins et des Quatre Vents	16
Carte 7 : évolution des couloirs migratoires pré-nuptiaux observés en 2002 – 2003 autour de la première éolienne, puis en 2005 après extension du parc	31
Carte 8 : exemple de modification du couloir selon l'activité des éoliennes (journées du 15/03/06.)	32
Carte 9 : répartition des vols de Pipit farlouse <i>Anthus pratensis</i> en période pré-nuptiale entre 2006 et 2008	33
Carte 10 : répartition des vols de Pinson des arbres <i>Fringilla coelebs</i> en période pré-nuptiale entre 2006 et 2008	34
Carte 11 : répartition des vols de Bergeronnette grise <i>Motacilla alba</i> en période pré-nuptiale entre 2006 et 2008	35
Carte 12 : répartition des vols de l'Etourneau sansonnet <i>Sturnus vulgaris</i> en période pré-nuptiale entre 2006 et 2008	36
Carte 13 : répartition des vols de Pigeon ramier <i>Columba palumbus</i> en période pré-nuptiale entre 2006 et 2008	38
Carte 14 : répartition des vols de Grand Cormoran <i>Phalacrocorax carbo</i> en période pré-nuptiale entre 2006 et 2008	39

Carte 15 : répartition des vols de Grue cendrée <i>Grus grus</i> en période pré-nuptiale entre 2006 et 2008	40
Carte 16 : répartition des vols de Faucons hobereau <i>Falco subbuteo</i> , Faucon émerillon <i>Falco columbarius</i> et Epervier d'Europe <i>Accipiter nisus</i> en période pré-nuptiale entre 2006 et 2008	41
Carte 17 : répartition des vols de grands rapaces (Milan royaux <i>Milvus milvus</i> , Milan noirs <i>Milvus migrans</i> , Busard Saint-Martin <i>Circus cyaneus</i> et Busard des roseaux <i>Circus aeruginosus</i>) en période pré-nuptiale entre 2006 et 2008	42
Carte 18 : répartition des vols de Bondrée apivore <i>Pernis apivorus</i> , Buse variable <i>Buteo buteo</i> et Balbuzard pêcheurs <i>Pandion haliaetus</i> en période pré-nuptiale entre 2006 et 2008	43
Carte 19 : répartition des vols de Pinson des arbres <i>Fringilla coelebs</i> en période post-nuptiale entre 2006 et 2008	46
Carte 20 : répartition des vols d'Alouette des champs <i>Alauda arvensis</i> en période post-nuptiale entre 2006 et 2008	47
Carte 21 : répartition des vols de Pipit farlouse <i>Anthus pratensis</i> en période post-nuptiale entre 2006 et 2008	48
Carte 22 : répartition des vols de Linotte mélodieuse <i>Carduelis cannabina</i> en période post-nuptiale entre 2006 et 2008	49
Carte 23 : répartition des vols d'Hirondelle rustique <i>Hirundo rustica</i> en période post-nuptiale entre 2006 et 2008	50
Carte 24 : répartition des vols de Bergeronnette grise <i>Motacilla alba</i> en période post-nuptiale entre 2006 et 2008	52
Carte 25 : répartition des vols de l'Etourneau sansonnet <i>Sturnus vulgaris</i> en période post-nuptiale entre 2006 et 2008	53
Carte 26 : répartition des vols de Vanneau huppé <i>Vanellus vanellus</i> en période post-nuptiale entre 2006 et 2008	54
Carte 27 : répartition des vols de Pigeon ramier <i>Columba palumbus</i> en période post-nuptiale entre 2006 et 2008	55
Carte 28 : répartition des vols de busards <i>Circus sp.</i> en période post-nuptiale entre 2006 et 2008	57
Carte 29 : répartition des vols de rapaces ou grands voiliers en période post-nuptiale entre 2006 et 2008	58
Carte 30 : répartition des vols de Bondrée apivore <i>Pernis apivorus</i> en période post-nuptiale entre 2006 et 2008	59
Carte 31 : répartition des vols de faucons et éperviers en période post-nuptiale entre 2006 et 2008	60
Carte 32 : Proportions de réactions selon les principaux axes de migration identifiés	62
Carte 33 : Couloirs de migration identifiés sur et à proximité du parc éolien avant la mise en place des éoliennes	65
Carte 34 : Répartition par axe des vols d'Alouette des champs <i>Alauda arvensis</i> sur toute la période post-nuptiale 2007	66
Carte 35 : Répartition par axe des vols d'Hirondelles rustiques <i>Hirundo rustica</i> sur toute la période post-nuptiale 2007	67
Carte 36 : Répartition par axe des vols de Pinson des arbres <i>Fringilla coelebs</i> sur toute la période post-nuptiale 2007	68
Carte 37 : Répartition par axe des vols de tous les migrateurs sur toute la période post-nuptiale 2007	69
Carte 38 : Répartition par axe des vols de Pipit des arbres <i>Anthus trivialis</i> et Pipit farlouse <i>Anthus pratensis</i> sur toute la période post-nuptiale 2008	71
Carte 39 : Répartition par axe des vols de fringilles (pinsons, linottes chardonnerets) sur toute la période post-nuptiale 2008	72
Carte 40 : Répartition par axe des vols de passereaux sur toute la période post-nuptiale 2008	73
Carte 41 : Répartition par axe des vols d'Etourneaux sansonnet <i>Sturnus vulgaris</i> sur toute la période pré-nuptiale 2007	75

Carte 42 : Répartition par axe des vols de Pipit farlouse <i>Anthus pratensis</i> et Pipit des arbres <i>Anthus trivialis</i> sur toute la période prénuptiale 2007	76
Carte 43 : Répartition par axe des vols de Pinson des arbres <i>Fringilla coelebs</i> sur toute la période prénuptiale 2007	77
Carte 44 : Répartition par axe des vols de passereaux sur toute la période prénuptiale 2007	78
Carte 45 : Répartition par axe des vols d'espèces non passereaux sur toute la période prénuptiale 2007	79
Carte 46 : Répartition par axe des vols de passereaux sur toute la période prénuptiale	81
Carte 47 : Répartition par axe des vols des non passereaux sur toute la période prénuptiale	82
Carte 48 : Ensemble cumulé des passages observés sur toute la période prénuptiale 2008 autour des premières éoliennes du parc	83
Carte 49 : Ensemble cumulé des passages observés sur toute la période prénuptiale 2008 sur la partie centrale du parc	84
Carte 50 : répartition des migrateurs observés alors que les éoliennes fonctionnent le 27 octobre 2006	88
Carte 51 : répartition des migrateurs observés alors que les éoliennes sont arrêtées le 27 octobre 2006	89
Carte 52 : détail des trajectoires de l'ensemble des migrateurs relevées lors de la migration postnuptiale 2007 quand les éoliennes sont arrêtées	91
Carte 53 : détail des trajectoires de l'ensemble des migrateurs relevées lors de la migration postnuptiale 2007 quand les éoliennes fonctionnent.	92
Carte 54 : répartition des migrateurs observés lors de la journée du 11 avril 2007	94
Carte 55 : détail des trajectoires de l'ensemble des migrateurs relevées lors de la migration prénuptiale	96
Carte 56 : matérialisation des axes fictifs utilisés pour évaluer la répartition des migrateurs	98
Carte 57 : Voies de migration empruntées par les rapaces lors des migrations postnuptiales 2007 et 2008	101
Carte 58: Comparaison des voies de migration empruntées par les Vanneaux huppés <i>Vanellus vanellus</i> lors des migrations postnuptiales 2006 et 2008	102
Carte 59 : Voies de migration empruntées par les rapaces lors des migrations prénuptiales 2007, 2008 et 2009	104
Carte 60 : Voies de migration empruntées par la Grue cendrée <i>Grus grus</i> lors des migrations prénuptiales 2008 et 2009.	105
Carte 61 : Voies de migration empruntées par le Grand Cormoran <i>Phalacrocorax carbo</i> lors des migrations prénuptiales 2007, 2008 et 2009.	106
Carte 62 : synthèse des voies de migrations observées autour du parc des Quatre vents	109
Carte 63 : illustration de l'impact de l'éolienne n°10 au printemps	110
Graphique 1 : Comparaison de la fréquentation des axes entre 2006, 2007 et 2008	99
Graphique 2 : Comparaison de la fréquentation des axes situés à l'extérieur du parc éolien en fonction des années	99
Graphique 3 : Comparaison de la fréquentation des axes situés entre des éoliennes en fonction des années	100
Figure 1: Représentation en trois dimensions de la vision qu'ont les migrateurs à l'approche de la zone centrale du parc.	86

Introduction

La LPO Champagne-Ardenne est impliquée dans l'accompagnement du développement de l'énergie éolienne depuis octobre 2002. Le secteur qui a accueilli en premier des projets éoliens en Champagne-Ardenne, au nord de Vitry-le-François dans la Marne, a fait l'objet d'un suivi sur plusieurs parcs après leur implantation. Chaque parc éolien a fait l'objet d'un suivi particulier, financé par les exploitants. Il nous a paru intéressant de synthétiser les conclusions issues de ces suivis en un seul document pour porter à connaissance ce retour d'expérience. Ce document fait le point sur les connaissances et les observations réalisées sur les migrateurs. Les oiseaux nicheurs seront traités dans un autre document.

1 Présentation de la problématique connue sur l'éolien

La création de centrales éoliennes provoque un impact sur l'avifaune. Cet impact se manifeste de deux manières, principalement au détriment des migrateurs du fait qu'ils n'ont pas le temps d'intégrer ces nouveaux éléments dans le paysage (BÖTTGER et al. 1990 ; WINKELMAN 1992 ; PEDERSON & POULSEN 1994) :

1.1 Le risque de mortalité

Le risque de mortalité a été mis en évidence dans plusieurs études. Les espèces les plus touchées sont : les grands oiseaux, principalement les "voiliers" (EL GHAZI & FRANCHIMONT 2002) dont une majorité de rapaces comme le Milan royal *Milvus milvus* en Allemagne (HOTKER H., THOMSEN K., KOSTER H 2004 ; DÜRR T. 2009), les laridés et les passereaux migrateurs nocturnes (DULAC P. 2008). Beaucoup d'espèces migrent de nuit et on estime que le flux migratoire de nuit est quatre à dix fois supérieur à celui observé en journée (DIRKSEN & WINDEN 1998). Les voies migratoires nocturnes semblent identiques à celles utilisées de jour, mais rien ne permet de l'affirmer. Les risques de collisions sont d'autant plus importants la nuit (WINKELMAN 1992). En Champagne-Ardenne, bien qu'aucune étude spécifique sur la mortalité n'est été réalisée, des oiseaux victimes de collision n'en ont pas moins été découverts, principalement des migrateurs nocturnes et des rapaces.

1.2 La modification de l'utilisation de l'espace

Les éoliennes provoquent un phénomène d'effarouchement chez une majorité d'espèces ce qui peut occasionner une perte d'habitat ou de domaine vital (LPO Aude/ABIES 2001 ; EL GHAZI & FRANCHIMONT 2002 ; SINNING 2002). En Champagne-Ardenne, les suivis post implantation réalisés sur les parcs éoliens en fonctionnement ont clairement démontré ce phénomène (LPO Champagne-Ardenne 2003, 2005, 2008, 2009, 2010). Le contournement des parcs peut amener un détournement des voies migratoires, ces détournements peuvent provoquer un affaiblissement des oiseaux (REICHENBACH 2004). Des zones de haltes migratoires ou de rassemblements peuvent être abandonnées par certaines espèces, les effets de ces réactions d'évitement provoquent des pertes d'espaces favorables, parfois des zones de gagnages vitales pendant la migration. La Champagne-Ardenne est une région située sur un couloir migratoire important à l'échelle de l'Europe.

Les oiseaux locaux semblent moins sensibles que ceux de passage, s'habituant par phénomène d'accoutumance (MÜLLER & ILLNER 2001 in REICHENBACH 2004 ; LPO Champagne-Ardenne, 2010). Mais quelques espèces restent distantes même après plusieurs années, comme la Caille des blés en Champagne-Ardenne (LPO Champagne-Ardenne 2010).

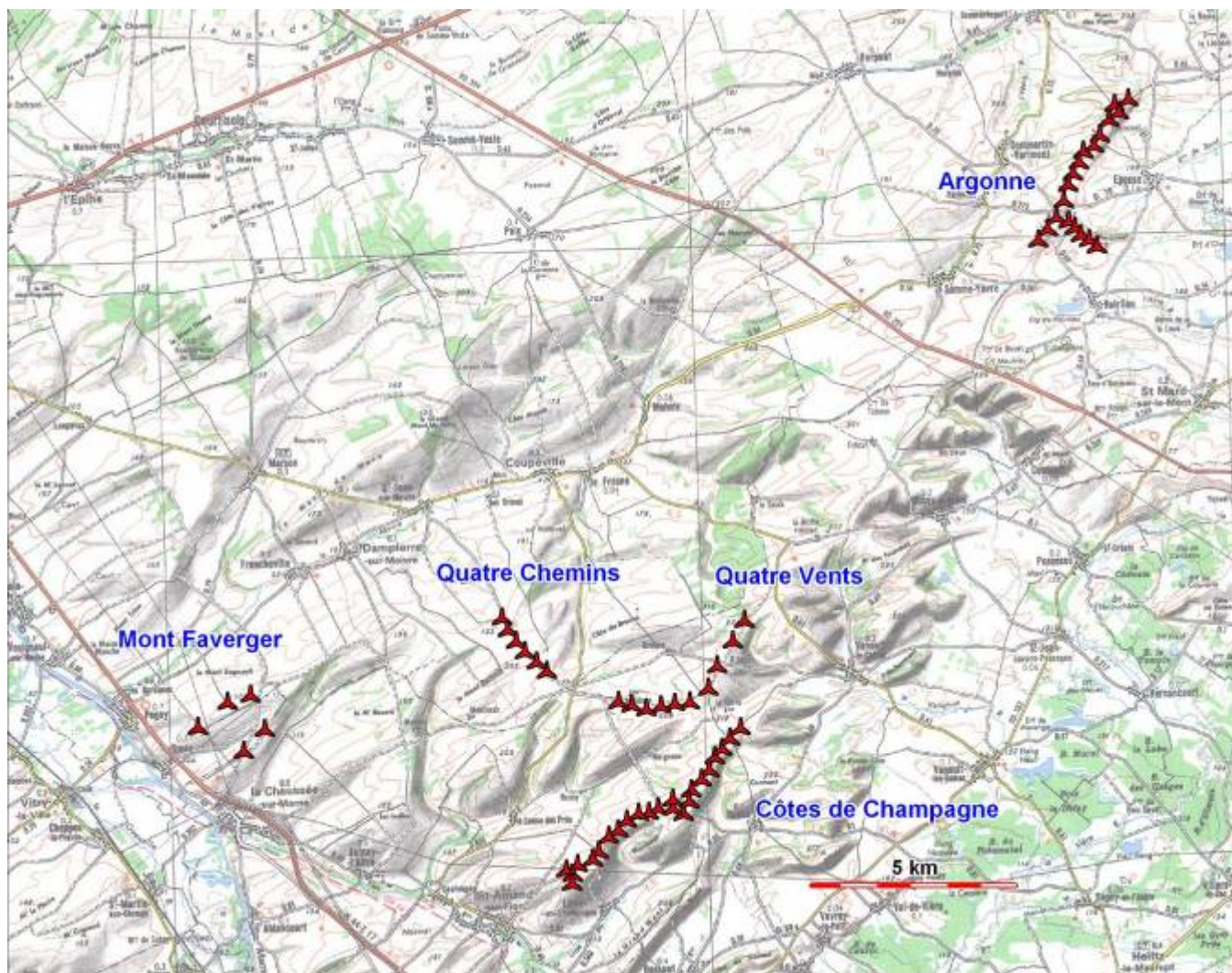
2 Présentation des différents parcs suivis

2.1 Présentation des caractéristiques géographique de la zone d'étude et des parc éoliens

La Champagne-Ardenne offre un potentiel intéressant pour le développement de l'éolien. Le relief est peu élevé mais aussi peu accusé, offrant un débit de vent régulier favorable à l'exploitation éolienne. Au centre de la région s'étend la champagne crayeuse où le développement se densifie en raison d'une combinaison de facteurs favorables : peu d'enjeux paysagers, une faible densité de population humaine et des enjeux environnementaux réduits. Elle se constitue de terrains calcaires dévolus à l'agriculture intensive où l'habitat est très groupé. Cette partie de la région a accueilli les premiers parcs et c'est là qu'ils sont les plus nombreux actuellement. Le secteur compris entre les vallées de la Marne, de la Moivre et de la Saulx, au nord de Vitry-le-François, fut le premier à accueillir des éoliennes, il est aujourd'hui quasiment saturé. Les suivis post implantation qui ont servi à l'élaboration de cette synthèse, sont tous situés dans ce secteur.

Le flux migratoire est assez important car la région Champagne-Ardenne est traversée par un des plus importants couloirs de migration à l'échelle nationale.

2.2 Présentation des différents parcs suivis



Carte 1 : vue d'ensemble de la zone étudiée et des parcs éoliens

2.2.1 La Côte de l'Epinette, le Mont Favarger

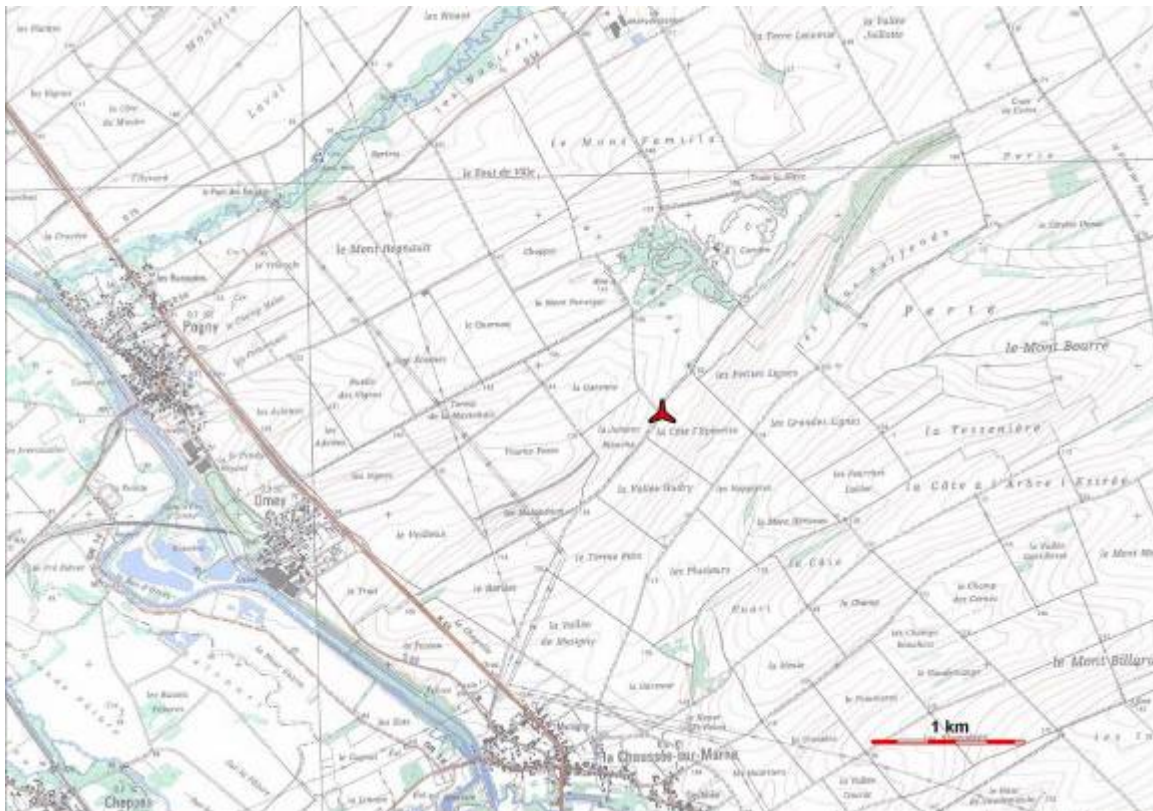
Le parc éolien de la "Côte l'Epinette" n'est constitué en réalité que d'une seule éolienne, la première construite dans la région, sur la commune de La Chaussée-sur-Marne en août 2002. Dès le mois d'octobre, la LPO Champagne-Ardenne commençait un suivi d'impact sur l'avifaune. L'état initial a été réalisé par un bureau d'études et non par la LPO. Par la suite, le parc fut augmenté de quatre nouvelles éoliennes et fut rebaptisé le parc du "Mont Favarger".

Type d'éoliennes : - Côte l'Epinette : puissance : 1,5 MW – hauteur nacelle : 60m – diamètre du rotor = 77m
- Mont Favarger et Les Malandaux : puissance : 2 MW – hauteur nacelle : 60m – diamètre du rotor = 80m

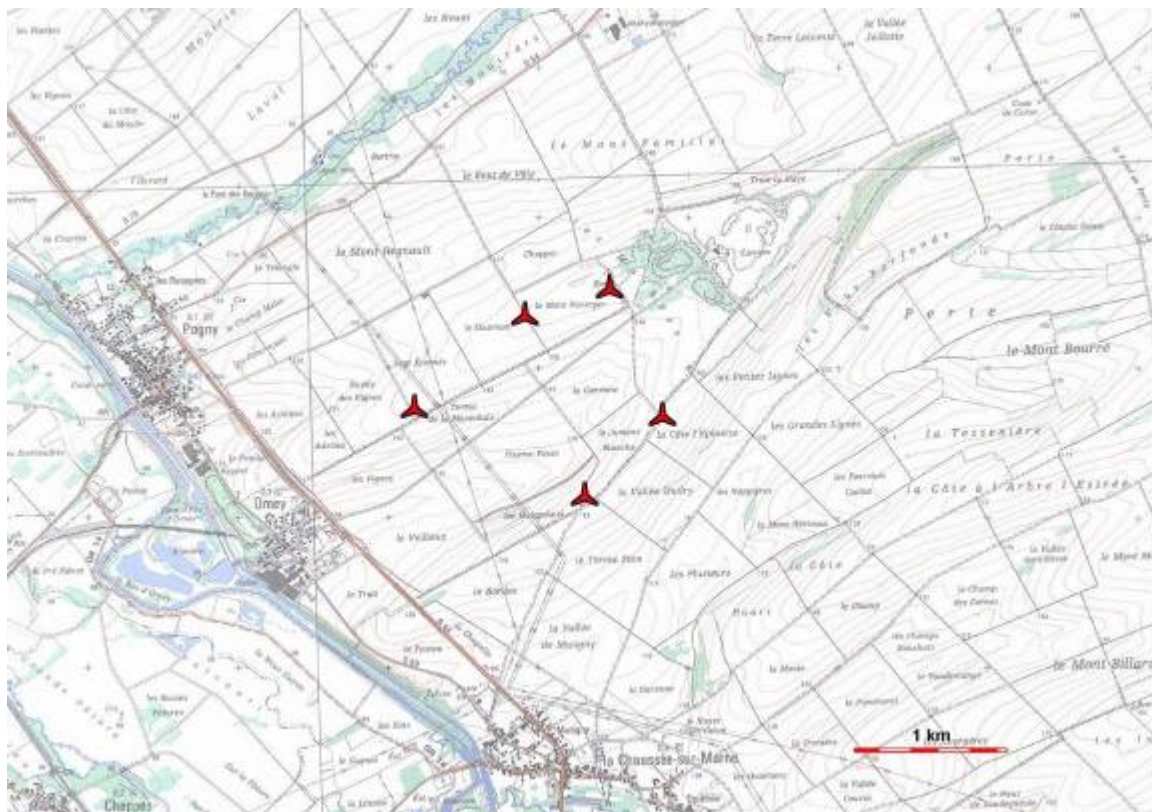
Situation et implantation :

Les 5 mâts sont positionnés en 2 lignes parallèles, une de trois et une de deux éoliennes ; ces deux lignes sont parallèles au sens de la migration et sont distantes de 1,2 à 0,9 km.

Financier / société d'exploitation : JMB Energie, Hervé HUET



Carte 2 : Situation du parc éolien de la Côte l'Epinette



Carte 3 : situation du parc éolien du Mont Faverger

2.2.2 Les Côtes de Champagne

Historique : état initial, construction, durée du suivi

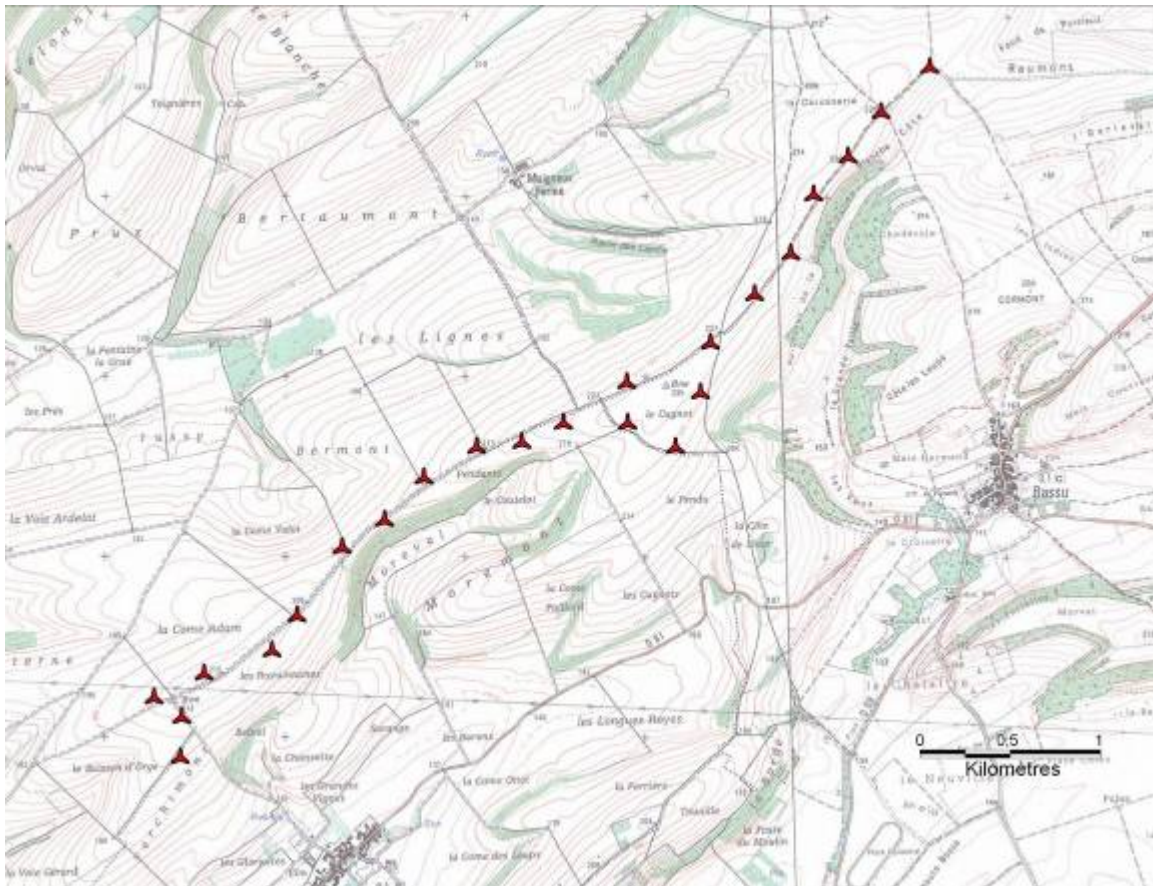
Le parc des "Côtes de Champagne" comprend 23 éoliennes, construites durant l'été 2005. l'état initial de l'avifaune a été assuré par la LPO Champagne-Ardenne de mars 2003 à juin 2004 ; le suivi post implantation s'est déroulé sur 4 ans, de septembre 2005 à juin 2009.

Type d'éoliennes : puissance : 0,85 MW – hauteur nacelle : 65m (les mâts ne sont pas tous de la même taille en raison d'un plafond aérien – diamètre du rotor = 58 m

Situation et implantation :

L'ensemble des mâts constitue une ligne simple (hormis au centre et à une extrémité) parallèle aux mouvements migratoires.

Financier / société d'exploitation : Française d'Eoliennes



Carte 4 : situation du parc éolien des Côtes de Champagne

2.2.3 Argonne

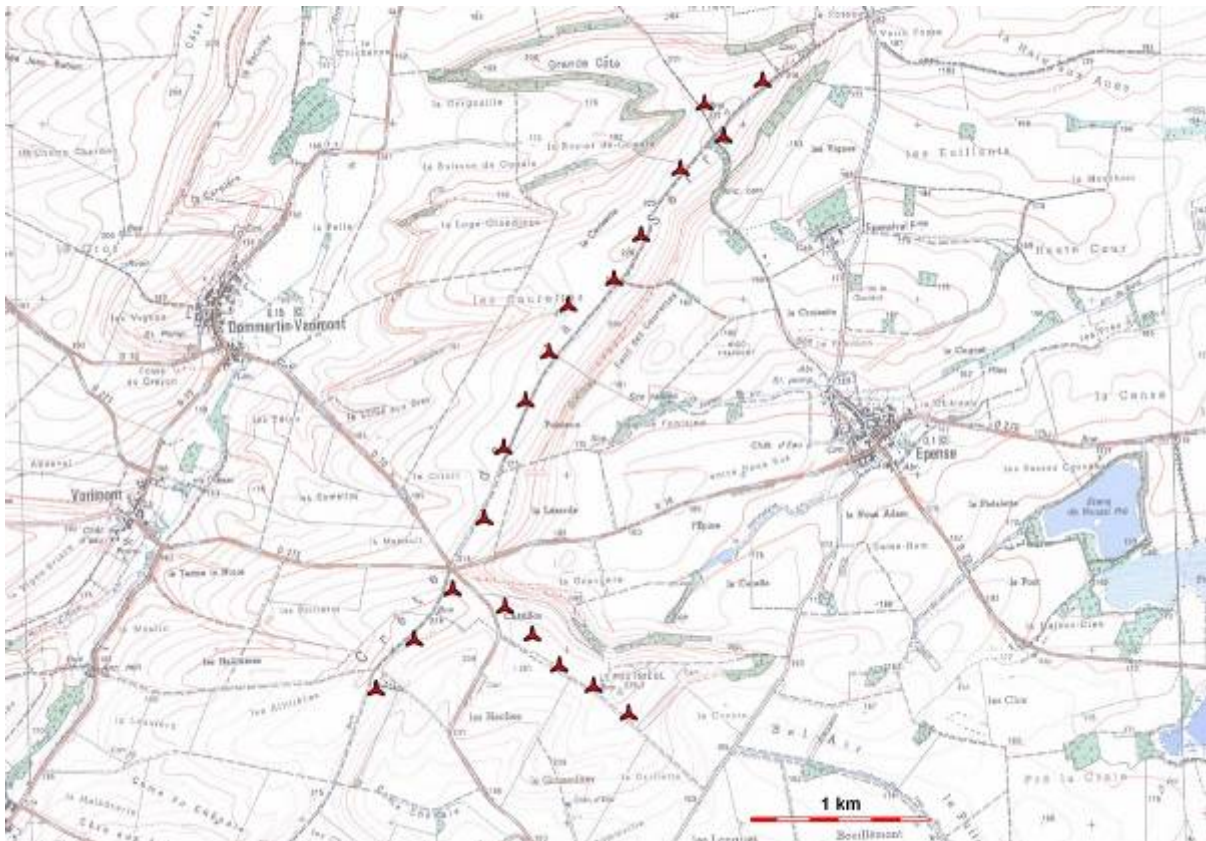
Historique : Le parc "d'Argonne" comprend 19 éoliennes, construites durant l'été 2005. L'état initial de l'avifaune a été assuré par la LPO Champagne-Ardenne de mars 2003 à juin 2004 ; le suivi post implantation s'est déroulé sur 4 ans, de septembre 2005 à juin 2009.

Type d'éoliennes : puissance : 0,85 MW – hauteur nacelle : 44m – diamètre du rotor = 58 m

Situation et implantations :

Le parc est constitué de deux lignes perpendiculaires formant un "Y" renversé. Le plus long linéaire est parallèle à la migration, le plus court est perpendiculaire.

Financier / société d'exploitation : Française d'Eoliennes



Carte 5 : situation du parc éolien d'Argonne

2.2.4 Les Quatre Chemins

Historique : Le parc des Quatre Chemins comprend 6 éoliennes, construites durant l'hiver 2006/ 2007. L'état initial de l'avifaune n'a pas été assuré par la LPO Champagne-Ardenne ; le suivi post implantation s'est déroulé sur 3 ans, de septembre 2006 à juin 2009. Le suivi a débuté avant la construction des éoliennes, permettant d'obtenir des données de migration sans perturbation durant la première saison de suivi de la migration postnuptiale.

Type d'éoliennes : puissance : 1,5 MW – hauteur nacelle : 65 m – diamètre du rotor = 77 m

Situation et implantation :

Le parc est constitué d'une ligne perpendiculaire à la migration.

Société d'exploitation : NORIA

2.2.5 Les Quatre Vents

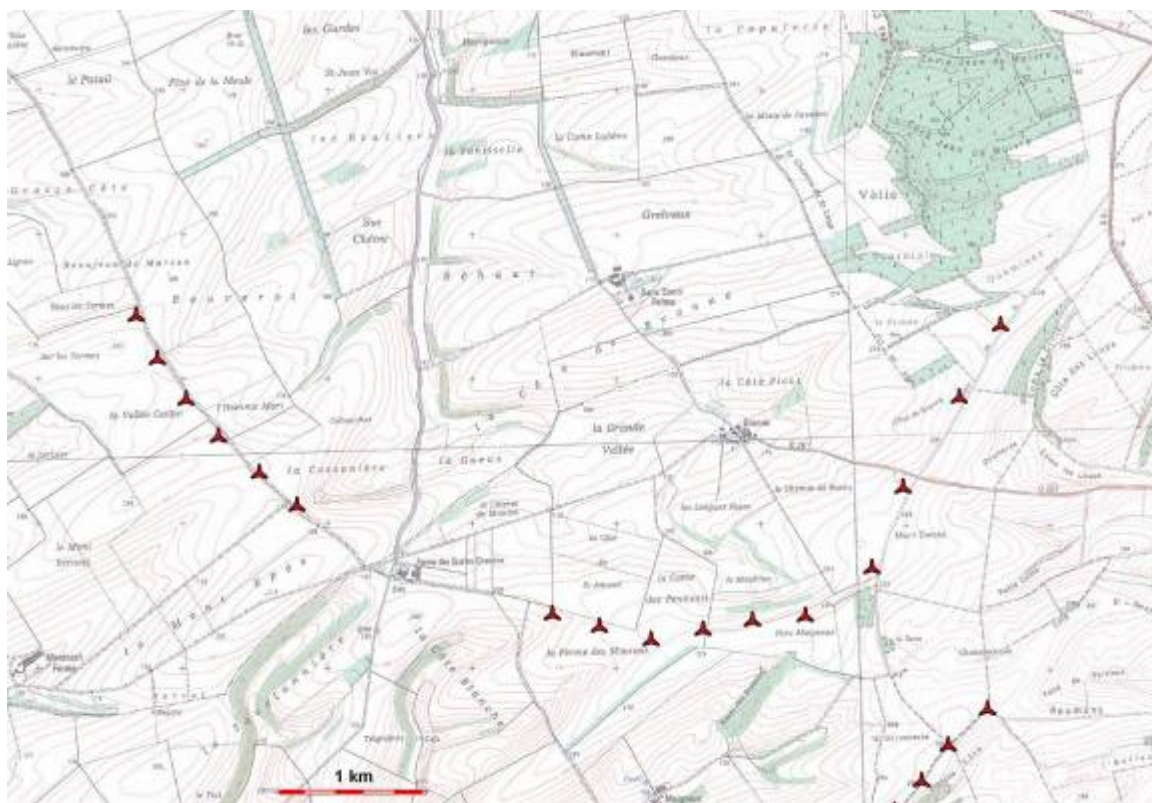
Historique : Le parc des Quatre Vents comprend 10 éoliennes, construites durant l'été 2007. L'état initial de l'avifaune n'a pas été assuré par la LPO Champagne-Ardenne ; le suivi post implantation s'est déroulé sur 3 ans, depuis septembre 2007 et doit se poursuivre jusqu'en juin 2011.

Type d'éoliennes : puissance : 0,85 MW – hauteur nacelle : 45 m – diamètre du rotor = 58 m

Situation et implantation :

Le parc est constitué d'une ligne en arc de cercle. Lors du projet, il était associé au parc des Quatre Chemins.

Société d'exploitation : Séchilienne SIDEC



Carte 6 : situation des Parcs des Quatre Chemins et des Quatre Vents

2.3 Méthodologie

Les données sont toutes issues d'observations visuelles, il n'y a pas eu de suivi à l'aide de radar. Les informations recueillies sont les suivantes :

L'espèce

Le nombre d'individus

Le sens de vol ; dans la plupart des cas, les vols observés sont reportés sur la carte sur un axe fictif qui peut par la suite être réutilisé pour plusieurs oiseaux ou groupes d'oiseaux.

La hauteur de vol selon quatre cas de figures : code 1 = sous les pales ; code 2 = à hauteur des pales ; code 3 = au dessus des pales ; code 4 = vol à haute altitude.

L'effarouchement ; il est caractérisé selon 4 critères : positif si l'oiseau manifeste une réaction, négatif si l'oiseau ne réagit pas à l'approche des éoliennes, indéterminé si l'observateur a un doute, et enfin non renseigné si l'oiseau passe trop loin des éoliennes pour qu'une interaction soit perceptible.

Le type d'effarouchement : arrêt, demi-tour, contournement du parc, contournement d'une éolienne, changement de direction, panique, hésitation, plongeon, survol, séparation du groupe, etc. Si plusieurs réactions comportementales sont notées sur un même vol, la réaction ayant le plus d'impact est prise en compte.

L'activité des éoliennes pour estimer si le fait qu'elles soient en mouvement à une incidence sur la réactivité des migrants.

Le nombre de passages sur le terrain varie selon les suivis de 7 à 12 en fonction de la taille du parc. Certaines sessions sont effectuées à plusieurs observateurs afin de couvrir une surface plus importante et d'essayer d'appréhender les impacts cumulatifs.

Les passages en matinée, (depuis le lever du jour jusqu'à ce que le flux migratoire décline) sont privilégiés de manière à obtenir un maximum d'informations, exception faite des visites fin août et début mai, où la période de mi-journée est privilégié pour la recherche des voiliers.

Restitution : les informations relevées sur le terrain sont saisies sur des bases de données puis associées à un Système d'Information Géographique (SIG).

2.4 Echantillonnage utilisé

L'échantillonnage porte sur 256 dates d'observation sur le terrain. Certaines sorties s'étant faites à plusieurs observateurs, cela correspond à 352 demi-journées d'observation. Au total, 163 000 migrants ont été comptabilisés (130 000 en période postnuptiale et 33 000 en pré-nuptiale).

Dans le décompte d'oiseaux migrants, seuls ceux qui sont passés suffisamment près des mâts pour être considérés comme susceptibles de manifester un impact par rapports aux éoliennes ont été pris en compte. Sur 163 587 migrants observés, 66 614 fournissent des données interprétables, soit 40,8 % d'entre eux.

Tableau 1 : nombre de journées ayant servi pour l'échantillonnage

	total	période post nuptiale	période pré nuptiale
nombre de passages (dates)	264	142	122
nombre d'observateurs	368	192	176
total migrateurs comptés	163587	129962	33624
migrateurs dont les réactions sont interprétables	66664	49603	17061
% de réactions interprétables	40,8%	38,2%	50,7%

2.5 Interprétation des résultats

Définir si le mouvement d'une éolienne provoque ou non une réaction chez un oiseau migrateur n'est pas aisé. L'observateur doit déjà avoir acquis une solide expérience dans la pratique du suivi de migration lui-même. Ensuite, l'interprétation des réactions manifestées par les migrateurs à l'approche des éoliennes demande encore de la pratique. Au sein de l'équipe des permanents de la LPO Champagne-Ardenne, un accroissement du taux de réactions perçues par les observateurs a été constaté au cours des années. Aussi les réactions perçues sont elles minimisées par rapport à la réalité car elles doivent être manifestes pour être perceptibles. Certaines espèces peuvent se détourner d'un parc éolien longtemps avant son franchissement, parfois à plusieurs kilomètres de distance ; dans ce cas le contournement ne s'accompagne pas de réactions vives de panique et il est difficile d'affirmer que ce changement de cap soit dû à la présence d'un parc éolien.

3 Résultats

3.1 Sensibilité des migrateurs à l'effarouchement

3.1.1 Taux de réactions des migrateurs

Le taux de réactions a été calculé sur les individus migrateurs qui sont passés à proximité des éoliennes, ceux pour qui l'observateur a pu déterminer une réaction ou l'absence de réaction. Ces résultats tiennent compte de l'activité des éoliennes, c'est-à-dire que les données issues des jours où les éoliennes tournaient ont été séparées des journées où elles étaient arrêtées. La distinction a également été faite si, au sein d'une même journée, une partie des éoliennes ne tournaient pas.

Tableau 2 : taux de réactions enregistré sur chaque parc éolien

parc éolien	Argonne		Côtes de Champagne		Mont Faverger		Quatre Chemins		Quatre Vents	
	nombre de migrateurs	%	nombre de migrateurs	%	nombre de migrateurs	%	nombre de migrateurs	%	nombre de migrateurs	%
Réactions positives	9495	57,2%	7887	64,3%	7421	61,9%	2604	57,6%	4794	44,1%
Aucune réaction	5626	33,9%	3311	27,0%	2818	23,5%	1301	28,8%	3877	35,7%
Indéterminé	1475	8,9%	1064	8,7%	1747	14,6%	615	13,6%	2194	20,2%
Total	16596		12262		11986		4520		10865	

Tableau 3 : taux de réactions cumulé sur tous les parcs suivis

ensemble des parcs éoliens		
réactions	nombre de migrateurs	pourcentage
Réactions positives	32201	57,3%
Aucune réaction	16933	30,1%
Indéterminé	7095	12,6%
Total	56229	

Les résultats montrent que sur l'ensemble des parcs éoliens, 57%, soit plus de la moitié des migrateurs contactés ont réagi à l'approche des éoliennes, un tiers d'entre eux n'a pas réagi (30%) et pour 12% d'entre eux, l'observateur n'a pas pu définir si l'oiseau réagissait ou non.

La proportion de réactions est sensiblement identique d'un parc éolien à l'autre, sauf en ce qui concerne le parc des Quatre Vents où la proportion de réactions positives est plus faible. Pour autant, cela ne reflète pas un moindre impact, mais davantage une difficulté que rencontrent les observateurs pour se positionner et avoir une vision globale du parc. C'est d'ailleurs le parc pour lequel le taux de réactions indéterminées est le plus élevée (20,2%).

Pour comparaison, les tableaux ci-dessous expriment le taux de réactions observées lors des journées d'observations où les éoliennes ne fonctionnaient pas.

Tableau 4 : Taux de réaction enregistré sur les parcs lorsque les éoliennes sont arrêtées

parc éolien	Argonne		Côtes de Champagne		Mont Favarger		Quatre Vents		Quatre Chemins	
	nombre de migrateurs	%	nombre de migrateurs	%	nombre de migrateurs	%	nombre de migrateurs	%	nombre de migrateurs	%
Réactions positives	149	5,1%	11	12,1%	59	8,0%	138	13,8%	140	5,7%
Aucune réaction	2428	82,9%	58	63,7%	654	88,6%	858	86,0%	736	30,1%
Indéterminé	353	12,0%	22	24,2%	25	3,4%	2	0,2%	1566	64,1%
Total	2930		91		738		998		2442	

Tableau 5 : taux de réactions cumulé sur tous les parcs suivis

ensemble des parcs éoliens		
réactions	nombre de migrateurs	pourcentage
Réactions positives	497,0	6,9%
Aucune réaction	4734,0	65,8%
Indéterminé	1968,0	27,3%
Total	7199,0	

L'évaluation tient sur un échantillonnage plus faible que celui réalisé lorsque les éoliennes sont en fonctionnement, mais se base sur plus de 7000 migrateurs. Il apparaît clairement que les éoliennes arrêtées provoquent un effarouchement très atténué sur les migrateurs. Il est fréquent d'observer des migrateurs passer entre les pales des rotors sur un parc éolien arrêté, ce que l'on observe jamais sur un parc en activité. Au cours des sorties sur les différents parcs éoliens, il est arrivé plusieurs fois qu'une éolienne (ou un groupe d'éoliennes) arrêtée au milieu d'autres en fonctionnement, soit pris comme point de mire et de franchissement par la majorité des migrateurs.

3.1.2 Influence de la force du vent

La force du vent pourrait influencer la réactivité des espèces. Dans le tableau 5, la proportion de réactions est évaluée en fonction de la force du vent (le mouvement des éoliennes est également pris en compte et les journées où les éoliennes ne fonctionnaient pas ont été écartées). On constate que lorsque le vent est très faible 1/5^{ème} des migrateurs réagit tandis que lorsque le vent est plus soutenu, plus de la moitié d'entre eux est touchée par l'effarouchement.

Il est peu vraisemblable que ce soit la vitesse de rotation des rotors qui influent sur cette proportion, celle-ci est par ailleurs rapidement bridée, en conséquence, la vitesse de rotation est constante. En revanche il est probable que les oiseaux se sentent moins confiant lorsque le vent est fort. Ils maintiennent plus difficilement leur cap et peuvent être déportés. C'est peut-être ce manque de maîtrise qui les rend plus méfiants face à une structure en mouvement.

Tableau 6 : proportion de réaction en fonction de la force du vent

	réactions d'effarouchement	absence de réactions
vent faible ou nul	20%	80%
vent moyen à fort	56%	44%

La force du vent pourrait influencer la réactivité des espèces. Dans le tableau 5, la proportion de réactions est évaluée en fonction de la force du vent (le mouvement des éoliennes est également pris en compte et les journées où les éoliennes ne fonctionnaient pas ont été écartées des données). On

constate que lorsque le vent est très faible 1/5^{ème} des migrateurs seulement réagit tandis que lorsque le vent est plus soutenu, plus de la moitié d'entre eux est touchée par l'effarouchement.

Il est peu vraisemblable que ce soit la vitesse de rotation des rotors qui influent cette proportion. En revanche il est probable que les oiseaux se sentent moins confiants lorsque le vent est fort. Ils maintiennent plus difficilement leur cap et peuvent être déportés. C'est peut-être ce manque de maîtrise qui les rend plus méfiants face à une structure en mouvement.

3.1.3 Distance de réaction et hauteurs de vols

Ni les distances de réaction ni les hauteurs de vols n'ont pu être évaluées dans le cadre de ces suivis. L'observation visuelle ne permet pas d'apprécier précisément les distances. La plupart des réactions se déclenchent à quelques centaines de mètres des éoliennes. Plus le déclenchement est proche, plus elles sont vives. Certaines grandes espèces, repérées à plus grande distance, ont montré parfois des réactions alors qu'elles se trouvaient à 1 km ou plus des éoliennes.

En ce qui concerne les hauteurs de vol, il semblerait que l'effarouchement s'atténue lorsque les migrateurs sont à haute altitude. Mais la capacité qu'ont les observateurs à repérer les oiseaux diminue avec l'altitude, on ne peut donc évaluer l'influence de ce phénomène. En général, les oiseaux sont plus sensibles à un danger se trouvant au dessus d'eux. Ils seraient donc plus sensibles lorsqu'ils sont dominés par les pales en mouvements. Toutefois, des réactions d'effarouchement ont été notées sur des oiseaux survolant largement les nacelles, notamment des espèces comme les Vanneaux huppés *Vanellus vanellus* ou les Pigeons ramiers *Columba palumbus*. Une comparaison entre les hauteurs de vol notées avant et après franchissement a été réalisée mais les résultats sont trop ténus pour être valides, car ils ne portent que sur 2700 migrateurs. La très grande majorité ne modifie pas son altitude au moment du franchissement. Parmi ceux qui auraient changé d'altitude, 8% auraient pris de la hauteur et 4% en aurait perdu ; la différence n'est pas probante.

3.1.4 Sensibilité des espèces migratrices à l'effarouchement

Toujours en ce qui concerne les migrateurs actifs, ce paragraphe s'attache à établir les différences comportementales perceptibles selon les espèces.

L'échantillonnage utilisé pour illustrer le taux de réactions des migrateurs confrontés aux éoliennes, ne tient compte que des données obtenues lorsque les éoliennes sont en mouvement. Sur 56 229 migrateurs, 32 201 (57,3 %) ont donc montré des réactions dues à l'effarouchement, 16 933 (30,1 %) n'en ont pas manifesté et 7095 (12,6 %) n'ont pas manifesté de comportement clairement identifiable (cf. tableau 2).

En détaillant ces résultats, on s'aperçoit qu'il existe des différences notables entre les espèces.

Tableau 7 : proportion de réactions chez les oiseaux non-passereaux

Espèce	réactions aux éoliennes	absence de réaction	indéterminé	Total
non passereaux	8722	1636	1426	11782
%	74,0%	13,9%	12,1%	

Le tableau 7 regroupe les non-passereaux, c'est-à-dire en général les oiseaux de grande taille ou de taille moyenne. La proportion de réaction est très élevée puisqu'elle atteint presque les trois quarts de l'échantillonnage.

Tableau 8 : proportion de réactions chez le Grand Cormoran

Espèce	réactions aux éoliennes	absence de réaction	indéterminé	Total
Grand Cormoran <i>Phalacrocorax carbo</i>	589	92	76	757
%	77,8%	12,2%	10,0%	

Les Grands Cormorans migrent en groupe, en formation en "V". Bien qu'ils évoluent généralement à des hauteurs supérieures aux nacelles, ils sont très sensibles aux éoliennes. Ils réagissent souvent assez loin des parcs et peuvent effectuer des contournements très larges.

Tableau 9 : proportion de réactions chez les voiliers

Espèce		réactions aux éoliennes	absence de réaction	indéterminé	Total
Cigogne noire	<i>Ciconia nigra</i>	2		5	7
Cigogne blanche	<i>Ciconia ciconia</i>			1	1
Héron cendré	<i>Ardea cinerea</i>	2	25		27
Grande Aigrette	<i>Casmerodius albus</i>	1			1
Oie cendrée	<i>Anser anser</i>	37	2		39
Sterne pierregarin	<i>Sterna hirundo</i>			1	1
divers (espèces de grande taille)		42	27	7	76
%		55,3%	35,5%	9,2%	

Le tableau 9 regroupe les grands oiseaux inféodés aux zones humides. L'échantillonnage pour chaque espèce est très faible en raison de leur rareté en migration dans le secteur où ont été menées les études ; Il n'est donc pas possible de tirer des conclusions séparément. La proportion de réactions sur les effectifs cumulés donne des valeurs proches de la moyenne obtenue sur l'ensemble des migrateurs (cf. tableau 3).

Tableau 10 : proportion de réactions chez la Grue cendrée

Espèce		réactions aux éoliennes	absence de réaction	indéterminé	Total
Grue cendrée	<i>Grus grus</i>	325	34	345	704
%		46,2%	4,8%	49,0%	

La Grue cendrée a été traitée à part car elle fait partie des espèces phares de la région Champagne-Ardenne qui voit passer la quasi-totalité de la population transitant sur le territoire français. Le secteur d'étude est en marge de son couloir de migration. La proportion de réactions positives face aux éoliennes reste assez faible pour cette espèce ; en revanche la proportion de réactions indéterminées est forte tandis que le nombre d'individus n'ayant pas réagi est très bas. On peut donc considérer que les grues sont sensibles à l'effarouchement. Il est possible qu'elles réagissent à grande distance et contournent donc plus "souplement" les parcs éoliens, sans afficher de vives réactions facilement interprétables par l'observateur. L'échantillonnage permettant l'évaluation du taux de réactions est d'ailleurs assez faible par rapport au nombre de grues vus en migration au cours des suivis, respectivement 704 individus sur 3458. Même si les vols de grues sont visibles de très loin, ce déséquilibre est peut-être le reflet de la propension qu'auraient les grues à garder leurs distances vis-à-vis des parcs éoliens.

Tableau 11 : proportion de réactions chez les rapaces

Espèce		réactions aux éoliennes	absence de réaction	indéterminé	Total
Milan noir	<i>Milvus migrans</i>	2	6	2	10
Milan royal	<i>Milvus milvus</i>	4	19	5	28
Busard cendré	<i>Circus pygargus</i>		1	1	2
Busard Saint-Martin	<i>Circus cyaneus</i>	4	8	1	13
Busard des roseaux	<i>Circus aeruginosus</i>	5	15	2	20
Epervier d'Europe	<i>Accipiter nisus</i>	5	13	2	20
Bondrée apivore	<i>Pernis apivorus</i>	17	15	11	43
Buse variable	<i>Buteo buteo</i>	5	9	13	27
Balbusard pêcheur	<i>Pandion haliaetus</i>		6	3	9
rapace indéterminé	<i>rapace sp.</i>		5		5
total accipitridés		42	97	40	177
%		23,7%	54,8%	22,6%	

Espèce		réactions aux éoliennes	absence de réaction	indéterminé	Total
Faucon crécerelle	<i>Falco tinnunculus</i>	7	11	1	19
Faucon hobereau	<i>Falco subbuteo</i>		3		3
Faucon pèlerin	<i>Falco peregrinus</i>	2			2
Faucon émerillon	<i>Falco columbarius</i>		10	2	12
Faucon indéterminé	<i>Falco sp.</i>	1	3	1	5
total falconidés		10	27	4	41
%		24,4%	65,9%	9,8%	
total rapaces		52	124	44	218
%		23,9%	56,9%	20,2%	

Les rapaces sont les espèces les moins sensibles à l'effarouchement avec seulement 24% de réactions contre 57 % d'absence de réactions. La plupart d'entre eux donnent l'impression de prendre en compte la présence des éoliennes comme un obstacle et l'évitent mais ne manifestent pas de réactions violentes d'effarouchement. En compilant les trajets empruntés par les rapaces autour d'un parc éolien sur plusieurs années, on s'aperçoit que la majorité a tendance à contourner le parc, ce qui n'apparaît pas toujours comme une évidence si l'on ne prend en compte que l'échantillonnage d'une année.

Mais certaines espèces comme le Milan royal ou le Balbusard pêcheur ne montrent pas de réactions et ne dévient pas leur route de vol pour éviter les éoliennes, tout au plus évitent-ils les rotors.

Tableau 12 : proportion de réactions chez les limicoles

Espèce		réactions aux éoliennes	absence de réaction	indéterminé	Total
Pluvier doré	<i>Pluvialis apricaria</i>	7	148	8	163
Vanneau huppé	<i>Vanellus vanellus</i>	1218	180	267	1665
Courlis corlieu	<i>Numenius phaeopus</i>		1		1
Chevalier culblanc	<i>Tringa ochropus</i>			1	1
limicole indéterminé	<i>limicole sp.</i>	1	2	1	4
total limicoles		1226	331	277	1834
%		66,8%	18,0%	15,1%	

Hormis le Vanneau huppé, les limicoles sont extrêmement rares dans notre région en dehors du couloir de migration survolant la champagne humide. Les vanneaux sont très sensibles aux éoliennes, ils sont, avec les pigeons, parmi les espèces qui manifestent les réactions d'effarouchement les plus vives et les plus évidentes. Comme pour les grues, la majorité des vols observés passe en périphérie des parcs ; l'effarouchement est évalué sur 1665 individus alors que 9265 ont été comptabilisés ; il est possible que ce soit la conséquence d'évitements à grande distance.

Quant aux Pluviers dorés, si la majorité d'entre eux n'a pas réagi, il faut préciser que la plupart des vols observés sont passés à très haute altitude, donc potentiellement moins exposés à l'influence des éoliennes.

Tableau 13 : proportion de réactions chez les laridés

Espèce		réactions aux éoliennes	absence de réaction	indéterminé	Total
Mouette rieuse	<i>Larus ridibundus</i>	76	4		80
Goéland leucopnée	<i>Larus michahellis</i>		1		1
laridé indéterminé	<i>Larus sp.</i>	1	1		2
total laridés		77	6	0	83
%		92,8%	7,2%	0,0%	

Comme les limicoles, ils sont peu nombreux dans notre région et l'échantillonnage est faible. La proportion de réaction est forte alors que dans la bibliographie, les laridés sont réputés peu sensibles au phénomène d'effarouchement et par contrecoup, fréquemment victimes de collisions.

Tableau 14 : proportion de réactions chez les colombidés

Espèce		réactions aux éoliennes	absence de réaction	indéterminé
Pigeon ramier	<i>Columba palumbus</i>	6218	955	656
Pigeon colombin	<i>Columba oenas</i>	139	11	13
pigeon indéterminé	<i>Columba sp.</i>	28		
Tourterelle des bois	<i>Streptopelia turtur</i>	1		
total colombidés		6386	966	669
%		79,6%	12,0%	8,3%

Les pigeons sont très sensibles au phénomène d'effarouchement. Ils migrent en groupes compacts qui s'éparpillent soudainement à l'approche des éoliennes, même lorsque ceux-ci se trouvent à plusieurs centaines de mètres au-dessus des éoliennes.

Tableau 15 : proportion de réactions chez les passereaux

Espèce	réactions aux éoliennes	absence de réaction	indéterminé	Total
passereaux	23479	15297	5666	44442
%	52,8%	34,4%	12,7%	

Les passereaux regroupent des effectifs quatre fois supérieurs aux grandes espèces. Leur taux de réactivité aux éoliennes est également plus faible. Mais cette proportion est probablement biaisée par leur petite taille qui les rend plus difficilement repérable, ce qui signifie qu'un observateur ne pourra pas suivre leur trajectoire aussi longtemps que celles des espèces plus grandes. En conséquence, les mouvements d'évitement à grande distance sont minimisés car difficilement décelables. L'expérience acquise sur les parcs éoliens étudiés ici a montré que lorsque l'observateur se tient au niveau des mâts, il enregistrera une proportion de réactions plus faible chez les passereaux, tout simplement parce que la distance de détection des passereaux est tout au plus de quelques centaines de mètres. *A contrario*, Un observateur positionné en amont du parc éolien par rapport à la migration enregistrera un taux de réactions plus fort car une bonne partie des passereaux réagissent avant d'arriver au niveau des éoliennes. Ceux qui se détournent à quelques centaines de mètres en amont n'ont que peu de chance d'être perçus par un observateur situé au pied des éoliennes. Quand à ceux qui finalement le parc, ils accusent souvent une première réaction avant de s'approcher ; il arrive qu'ils hésitent ou qu'ils changent de direction pour s'orienter vers une trouée par exemple. Quand ils arrivent au niveau des éoliennes, ils peuvent encore renoncer ou paniquer, mais une majorité traverse sans manifester de réaction, comme s'ils avaient pris la décision de passer. L'observateur se trouvant au pied des éoliennes ne percevra pas la première réaction et sous évaluera l'impact des éoliennes.

Tableau 16 : proportion de réactions chez les alaudidés

Espèce		réactions aux éoliennes	absence de réaction	indéterminé	Total
Alouette des champs	<i>Alauda arvensis</i>	4458	1538	953	6949
Alouette lulu	<i>Lullula arborea</i>	300	27	32	359
total alaudidés		4758	1565	985	7308
%		65,1%	21,4%	13,5%	

L'Alouette des champs est un des migrateurs les plus communs en Champagne-Ardenne, notamment en Champagne crayeuse où elle trouve des terrains favorables pour faire des haltes migratoires. Une forte proportion d'entre elles réagit aux éoliennes.

Tableau 17 : proportion de réactions chez les hirundinés

Espèce		réactions aux éoliennes	absence de réaction	indéterminé	Total
Hirondelle de rivage	<i>Riparia riparia</i>		43		43
Hirondelle rustique	<i>Hirundo rustica</i>	644	1234	525	2403
Hirondelle de fenêtre	<i>Delichon urbicum</i>	13	63		76
Hirondelle indéterminée	<i>Hirundo sp.</i>		15	15	30
total hirundinés		657	1355	540	2552
%		25,7%	53,1%	21,2%	

Les hirondelles font partie des espèces les moins sensibles à l'effarouchement. Leur maîtrise du vol les rend peut être plus confiantes et moins sensibles aux dangers que représentent les pales en mouvement.

Tableau 18 : proportion de réactions chez les motacillidés

Espèce		réactions aux éoliennes	absence de réaction	indéterminé	Total
Pipit des arbres	<i>Anthus trivialis</i>	37	71	45	153
Pipit farlouse	<i>Anthus pratensis</i>	1591	1086	416	3093
Pipit rousseline	<i>Anthus campestris</i>		2		2
Pipit indéterminé	<i>anthus sp.</i>	32	22	1	55
total pipits		1660	1181	462	3303
%		50,3%	35,8%	14,0%	
Bergeronnette grise	<i>Motacilla alba</i>	226	331	148	705
Bergeronnette printanière	<i>Motacilla flava</i>	45	88	65	198
bergeronnette indéterminée	<i>motacilla sp.</i>		1		1
total bergeronnettes		271	420	213	904
%		30,0%	46,5%	23,6%	
total motacillidés		1931	1601	675	4207
%		45,9%	38,1%	16,0%	

Les pipits et particulièrement les bergeronnettes sont en général peu sensibles. Il est rare qu'ils dévient leur vol sinon pour passer à côté d'une éolienne. Il semblerait que leur sensibilité augmente en fonction de la force du vent.

Tableau 19 : proportion de réactions chez les turdidés

Espèce		réactions aux éoliennes	absence de réaction	indéterminé	Total
Rougequeue noir	<i>Phoenicurus ochruros</i>	1			1
Tarier des prés	<i>Saxicola rubetra</i>			1	1
Traquet motteux	<i>Oenanthe oenanthe</i>		1		1
Merle à plastron	<i>Turdus torquatus</i>			1	1
Merle noir	<i>Turdus merula</i>	16	9	8	33
Grive litorne	<i>Turdus pilaris</i>	7	31	46	84
Grive mauvis	<i>Turdus iliacus</i>	39	9	3	51
Grive musicienne	<i>Turdus philomelos</i>	197	45	20	262
Grive draine	<i>Turdus viscivorus</i>	45	6	5	56
grive indéterminée	<i>turdus sp.</i>	348	44	29	421
total turdidés		653	145	113	911
%		71,7%	15,9%	12,4%	

Les turdidés sont essentiellement des migrateurs nocturnes. L'échantillonnage les concernant est donc faible et ce sont principalement les grives qui constituent ici l'effectif. Les petits turdidés (traquets et tariers) sont vus davantage en stationnement ; il est exceptionnel de les voir en migration active et il s'agit dans ce cas de migration dite "rampante", c'est-à-dire par petits trajets au ras du sol ou de bosquet en bosquet. Les grands turdidés affichent ici leur forte réactivité par rapport aux éoliennes.

Tableau 20 : proportion de réactions chez les paridés

Espèce		réactions aux éoliennes	absence de réaction	indéterminé	Total
Mésange bleue	<i>Parus caeruleus</i>	126	35	89	250
Mésange charbonnière	<i>Parus major</i>	103	41	87	231
Mésange noire	<i>Parus ater</i>	13		15	28
mésange indéterminé	<i>parus sp.</i>	86	4		90
total paridés		328	80	191	599
%		54,8%	13,4%	31,9%	

Les mésanges sont elles aussi des adeptes de la migration rampante. Elle préfère se déplacer de branche en branche, en suivant les corridors boisés. La Champagne crayeuse, est une plaine très ouverte et les mésanges en migration y sont rares. On peut les voir en groupe, à l'extrémité d'une haie, hésiter longuement avant de se lancer au dessus des terres cultivées. Elles montent alors en altitude en direction d'un autre lieu boisé et sont alors difficilement repérables malgré leurs cris continuels. Leur réticence à s'approcher des éoliennes ne fait aucun doute mais leur vol est par nature si hésitant qu'il est parfois difficile de déterminer l'influence de l'éolienne dans leur changement de direction.

Tableau 21 : proportion de réactions chez les corvidés

Espèce		réactions aux éoliennes	absence de réaction	indéterminé	Total
Geai des chênes	<i>Garrulus glandarius</i>	13	29	26	68
Pie bavarde	<i>Pica pica</i>	3	2	2	7
Choucas des tours	<i>Corvus monedula</i>	3	2	21	26
Corneille noire	<i>Corvus corone</i>	9	4		13
Corbeau freux	<i>Corvus frugilegus</i>	236	52	63	351
corvidé indéterminé	<i>corvus sp.</i>		4		4
total corvidés		264	93	112	469
%		56,3%	19,8%	23,9%	

Malgré leur omniprésence sur le terrain, les corvidés sont peu nombreux en migration. Le Geai des chênes, qui préfère la migration rampante, évite la plaine cultivée autant que possible ; la Pie bavarde

est rarissime en migration ; la Corneille noire est rarement notée car les oiseaux locaux, nombreux, font régulièrement de longs trajets en tout sens à travers la plaine ce qui rend difficilement repérable les individus en migration. Seuls les Corbeaux freux et les Choucas des tours migrent en grandes bandes, souvent en altitude, non sans lancer des cris réguliers ce qui les rend plus repérables. Ce sont d'ailleurs ces derniers qui affichent le plus de sensibilité aux éoliennes. Globalement, les corvidés sont assez réactifs aux éoliennes.

Tableau 22 : proportion de réactions chez les fringilles

Espèce		réactions aux éoliennes	absence de réaction	indéterminé	Total
Moineau friquet	<i>Passer montanus</i>		11		11
Pinson des arbres	<i>Fringilla coelebs</i>	9623	4695	1502	15820
Pinson du Nord	<i>Fringilla montifringilla</i>	204	71	11	286
Grosbec casse-noyaux	<i>Coccothraustes coccothraustes</i>	6			6
Serin cini	<i>Serinus serinus</i>	3		1	4
Tarin des aulnes	<i>Carduelis spinus</i>	182	62	9	253
Verdier d'Europe	<i>Carduelis chloris</i>	73	13	6	92
Chardonneret élégant	<i>Carduelis carduelis</i>	96	51	41	188
Bouvreuil pivoine	<i>Pyrrhula pyrrhula</i>	44	2		46
Linotte mélodieuse	<i>Carduelis cannabina</i>	762	387	157	1306
fringilles indéterminé	<i>fringilla sp.</i>	6	111	25	142
Bec-croisé des sapins	<i>Loxia curvirostra</i>	6	4	7	17
total fringilles		11005	5407	1759	18171
%		60,6%	29,8%	9,7%	

Les fringilles qui sont des migrateurs diurnes, représentent une part importante de l'échantillonnage total. Le Pinson des arbres qui dépasse largement les autres par le nombre, totalise à lui seul un quart des effectifs toutes espèces confondues. Chez toutes les espèces relativement nombreuses, le nombre d'oiseaux ayant réagi est plus élevé que celui des oiseaux n'ayant pas réagi.

Tableau 23 : proportion de réactions chez les emberizidés

Espèce		réactions aux éoliennes	absence de réaction	indéterminé	Total
Bruant proyer	<i>Emberiza calandra</i>	13	36	6	55
Bruant jaune	<i>Emberiza citrinella</i>	42	52	4	98
Bruant des roseaux	<i>Emberiza schoeniclus</i>	4	4	4	12
bruant indéterminé	<i>emberiza sp.</i>	3	3		6
total emberizidés		62	95	14	171
%		36,3%	55,6%	8,2%	

Les bruants sont en général moins sensibles aux éoliennes en mouvement que les fringilles.

Tableau 24 : proportion de réactions chez l'Étourneau sansonnet

Espèce		réactions aux éoliennes	absence de réaction	indéterminé	Total
Étourneau sansonnet	<i>Sturnus vulgaris</i>	3106	4619	1053	8778
%		35,4%	52,6%	12,0%	

Les étourneaux sont très communs dans la plaine en période inter nuptiale. Ils forment de grandes bandes qui se nourrissent au sol et sont naturellement nombreux en migration. Ils se montrent peu sensibles à l'effarouchement et peuvent circuler facilement entre les éoliennes. Toutefois, il semblerait que certains groupes anticipent l'obstacle et amorcent des contournements d'assez loin.

Tableau 25 : proportion de réactions chez les passereaux indéterminés

Espèce		réactions aux éoliennes	absence de réaction	indéterminé	Total
Pouillot véloce	<i>Phylloscopus collybita</i>	1			1
Accenteur mouchet	<i>Prunella modularis</i>	1	4	2	7
passereau indéterminé	<i>passer sp.</i>	713	333	223	1269
total passereaux divers		715	337	225	1277
%		56,0%	26,4%	17,6%	

Pour finir, les passereaux non identifiés et quelques espèces peu nombreuses ou appartenant à une famille à part ont été groupés dans le tableau 23. La proportion de réactions est proche de celle obtenue sur l'ensemble des espèces.

Le fait de détailler pour chaque espèce la proportion de réactions montre que quelques groupes sont moins sensibles, ce sont les rapaces, les hirondelles, les motacillidés et les emberizidés ainsi que les Etourneaux sansonnets. Pour tous les autres groupes, la proportion de migrants ayant réagi prédomine. Les passereaux semblent moins sensibles à l'effarouchement que les grandes espèces.

On peut signaler une certaine correspondance entre les espèces les moins réactives et celles qui sont le plus souvent victime de collisions, mentionnées dans le recueil des données récoltées en Allemagne (DÜRR 2009). C'est le cas pour les rapaces, les hirondelles, et les bruants.

3.1.5 Types de réactions des migrants face aux éoliennes

Tableau 26 : proportion de chaque type de réaction

type de réaction	nb de migrants	%
contournement du parc	9918	33,50%
changement de direction	4468	15,09%
contournement d'une éolienne	4015	13,56%
demi-tour	3029	10,23%
hésitation	2494	8,42%
séparation du groupe	1345	4,54%
panique	973	3,29%
survol	589	1,99%
arrêt	452	1,53%
plongeon	329	1,11%
prise d'altitude	239	0,81%
inconnu / non renseigné	4350	14,69%
Total	32201	

La réaction la plus fréquente (33% des cas) est le contournement du parc. Ce qui signifie que la majorité des migrants qui réagissent prennent le parti de contourner l'ensemble du parc éolien. Par ordre décroissant vient ensuite le changement de direction, il s'agit dans ce cas d'un changement de cap qui correspond dans la plupart des cas au contournement d'une éolienne. Ensuite vient le contournement d'une éolienne représentant 13 % des cas. Il s'agit de migrants arrivant face à une éolienne et qui changent de direction pour la contourner, sans pour autant se détourner du parc dans son entier qu'ils peuvent donc franchir entre deux mâts.

Les cas de demi-tours représentent presque 10% de l'ensemble des réactions. Certains oiseaux, pris de panique, font carrément machine arrière, ordinairement, cette réaction s'accompagne par la suite d'un arrêt ou du contournement du parc. Souvent, l'observateur perd de vue le groupe et ne peut renseigner son devenir.

L'hésitation se traduit par un instant de flottement plus ou moins marqué dans le vol d'un oiseau ou d'un groupe, indécis face au danger qu'il pressent. Certains mouvements sont à peine perceptibles, d'autres s'assimilent à de la panique. Tous les cas renseignés ici précèdent un franchissement. Dans les cas où une hésitation est suivie par une réaction plus forte comme un demi-tour ou un contournement, c'est cette dernière qui est prise en compte.

Les groupes se séparent souvent quand les oiseaux prennent peur. Il n'est pas rare que les oiseaux de tête poursuivent leur route tandis qu'une partie renonce à franchir et fasse demi-tour.

Les autres types de réactions restent dans des proportions plus faibles, en dessous de 5 % du total.

3.1.6 Proportion de réactions liées à la taille des vols de migrateurs

Tableau 27 : Taille moyenne des groupes de migrateurs en fonction des réactions de franchissement

Espèce / familles	réactions aux éoliennes			absence de réaction		
	nombre de migrateurs	nombre de vols	taille moyenne des groupes	nombre de migrateurs	nombre de vols	taille moyenne des groupes
Grand Cormoran	589	46	12,8	92	13	7,1
voiliers	42	6	7,0	27	4	6,8
rapaces	52	46	1,1	124	107	1,2
Grue cendrée	325	13	25,0	34	1	34,0
limicoles	1226	54	22,7	331	12	27,6
laridés	77	6	12,8	6	6	1,0
colombidés	6386	145	44,0	966	46	21,0
divers non-passereaux	25	10	2,5	56	18	3,1
alouettes	4758	285	16,7	1565	220	7,1
hirondelles	657	83	7,9	1355	176	7,7
pipits	1660	353	4,7	1181	364	3,2
bergeronnettes	271	96	2,8	420	181	2,3
motacillidés	1931	449	4,3	1601	545	2,9
turdidés	653	114	5,7	145	44	3,3
paridés	328	31	10,6	80	15	5,3
Étourneau sansonnet	3106	144	21,6	4619	188	24,6
corvidés	264	26	10,2	93	21	4,4
fringillidés	11005	827	13,3	5407	469	11,5
emberizidés	62	31	2,0	95	39	2,4
passereaux indéterminés	715	80	8,9	337	86	3,9
ensemble des passereaux	23479	2070	11,3	15297	1803	8,5
Total	32201	2396	13,4	16933	2010	8,4

Pour les espèces grégaires, la taille des groupes semble avoir une influence sur la sensibilité. Le tableau ci-dessus permet de comparer la taille moyenne des groupes qui ont réagi par rapport à ceux qui n'ont pas réagi. Toutes espèces confondues, les groupes qui réagissent sont généralement plus importants que ceux qui franchissent sans encombre les éoliennes (respectivement 13,4 individus par groupe contre 8,4). L'écart est plus marqué pour le Grand Cormoran, les laridés, les colombidés, les alaudidés (alouettes) les paridés (mésanges) et les corvidés. On observe en revanche l'effet inverse pour les rapaces (qui migrent en général individuellement), la Grue cendrée, les limicoles, l'Étourneau sansonnet et les emberizidés.

L'observateur est parfois témoin de la propagation d'un mouvement de panique au sein d'une même troupe de migrateurs. En d'autres termes, si dans un vol, un individu prend peur, il risque de communiquer sa crainte aux autres membres de la troupe. C'est un des facteurs qui peut expliquer la tendance qu'auraient les groupes plus nombreux à réagir davantage.

Un parc éolien se trouvant dans une zone favorable à la migration aura donc une influence d'autant plus forte qu'il perturbera des groupes de migrateurs importants.

3.2 Impact sur les voies de migration

Les suivis post implantation révèle la modification des voies migratoires. Grâce aux différentes configurations de chaque parc, il ressort de cette synthèse plusieurs constats intéressants qui sont présentés ci-dessous grâce à une approche par sites.

Avant d'énumérer les différents cas de figure, il faut préciser quelques points sur la migration et le comportement des oiseaux migrateurs.

La perception des couloirs de migration demande une solide expérience en la matière. Les observateurs doivent avoir un certain recul sur la migration. D'abord en ce qui concerne la reconnaissance des espèces, pas seulement visuelle, mais aussi auditive car la majorité des passereaux migrateurs émettent des cris de contacts lorsqu'ils sont en migration active. Ensuite l'observateur doit surtout savoir se positionner sur le terrain pour recueillir un maximum d'informations. Plusieurs sorties de reconnaissance peuvent s'avérer nécessaire avant d'acquérir une perception des voies de passages préférentiels.

Le relief, même s'il n'est pas très accusé comme en Champagne-Ardenne, a une influence sur les voies empruntées par les migrants. Les éléments paysagers jouent également un rôle. Les haies ou les bosquets peuvent servir de repères à certaines espèces qui orientent leurs trajectoires en fonction de leurs emplacements. Ce sont davantage les espèces forestières qui préfèrent survoler les espaces boisés, au dessus desquels elles se sentent plus en sécurité.

L'observateur expérimenté pourra donc au préalable produire une vision théorique des voies de passages avant de commencer la phase de terrain. Ainsi, il ciblera sa prospection pour confirmer ou infirmer la projection théorique des voies migratoires potentielles. Naturellement la réalité n'est jamais exactement conforme à la théorie et les données de terrains peuvent parfois surprendre tant l'appréhension des phénomènes migratoire est complexe.

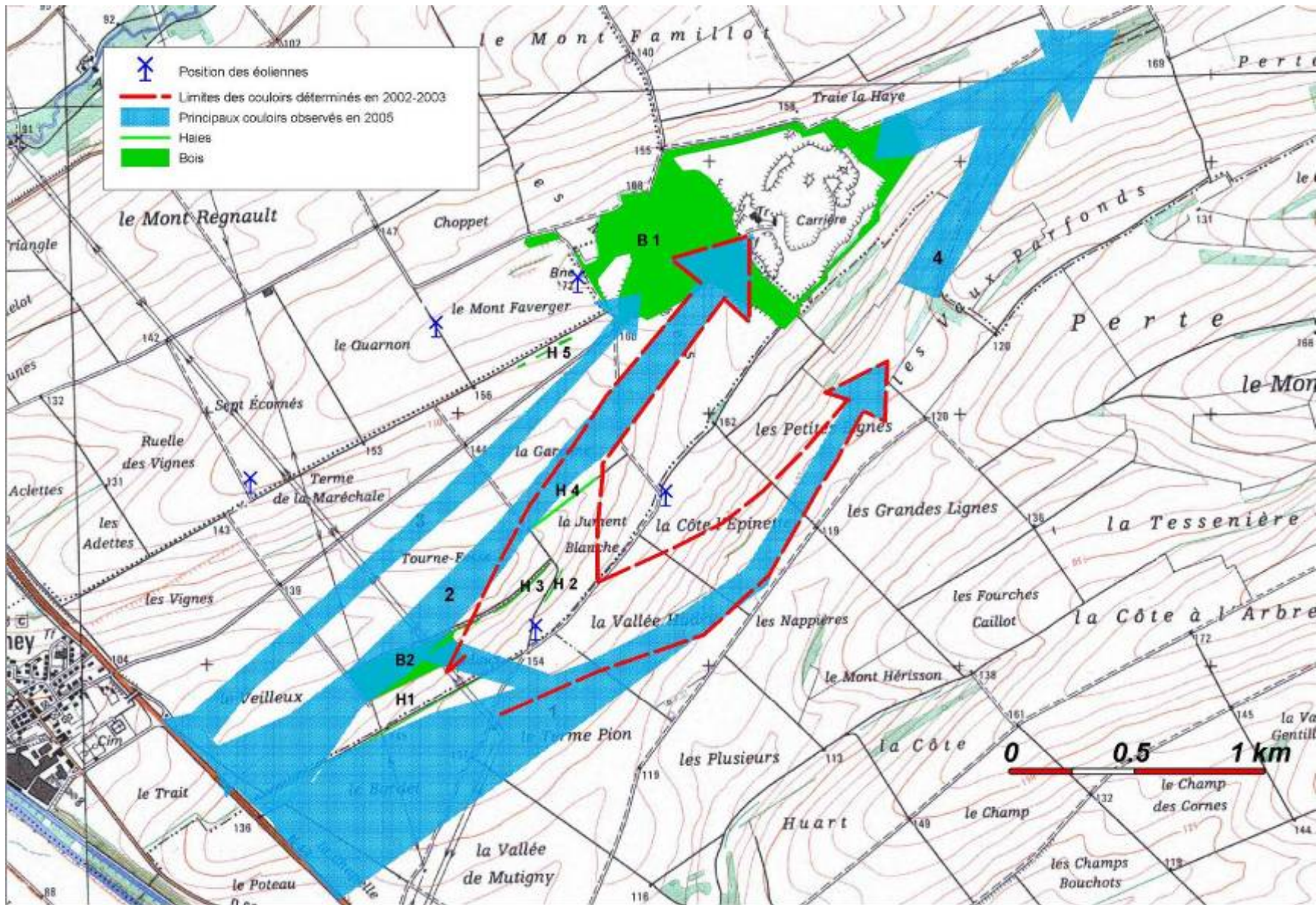
Sur une partie des parcs, la LPO disposait d'un état initial (Côte de Champagne et Argonne) permettant de mettre en exergue les résultats avant et après l'implantation, sur les autres parcs (Mont Favarger, Quatre Vents) le suivi d'impact a débuté après la construction sans connaissances antérieures précises. Le parc des Quatre Chemins se distingue par le fait que le pétitionnaire ait commandité l'étude dès la phase de construction, ce qui a permis d'obtenir des données sur une saison de migration, avant l'édification des éoliennes.

Dans les cartes qui suivent, les migrants notés ont été répartis sur des axes fictifs, tracés sur carte par les observateurs. Les différentes cartes synthétisent les résultats par espèce ou familles.

3.2.1 Le parc du Mont Favarger

Le premier suivi, autour de l'éolienne de la "Côte l'Épinette" a démontré que les réactions d'évitements provoquées chez les passereaux étaient nombreuses. Suite à l'extension du parc début 2005, les voies de passage en pré-nuptiale qui avaient été repérées autour de la première éolienne ont été modifiées en fonction des quatre nouvelles éoliennes (cf. carte 7). Des haies et des bois (appelés sur la carte H1, H2, H3, H4 et B2) se trouvent en amont du parc et guident certaines espèces migratrices. Ces haies, qui sont disposées dans le sens de la migration, drainent les migrants vers les éoliennes. Les observations réalisées à l'extrémité de ces haies démontrent que les migrants se sentent plus confiants tant qu'ils survolent le couvert arborescent mais se laissent gagner par la panique dès lors qu'ils s'engagent au dessus des terres cultivées.

Malheureusement aucune étude n'a été réalisée avant l'extension du parc et les voies de migration qui existaient avant l'extension n'ont pas été répertoriées si ce n'est autour de la première éolienne. On ne peut donc pas comparer les voies de migrations observées avant et après l'implantation en dehors des alentours proches de la première éolienne.



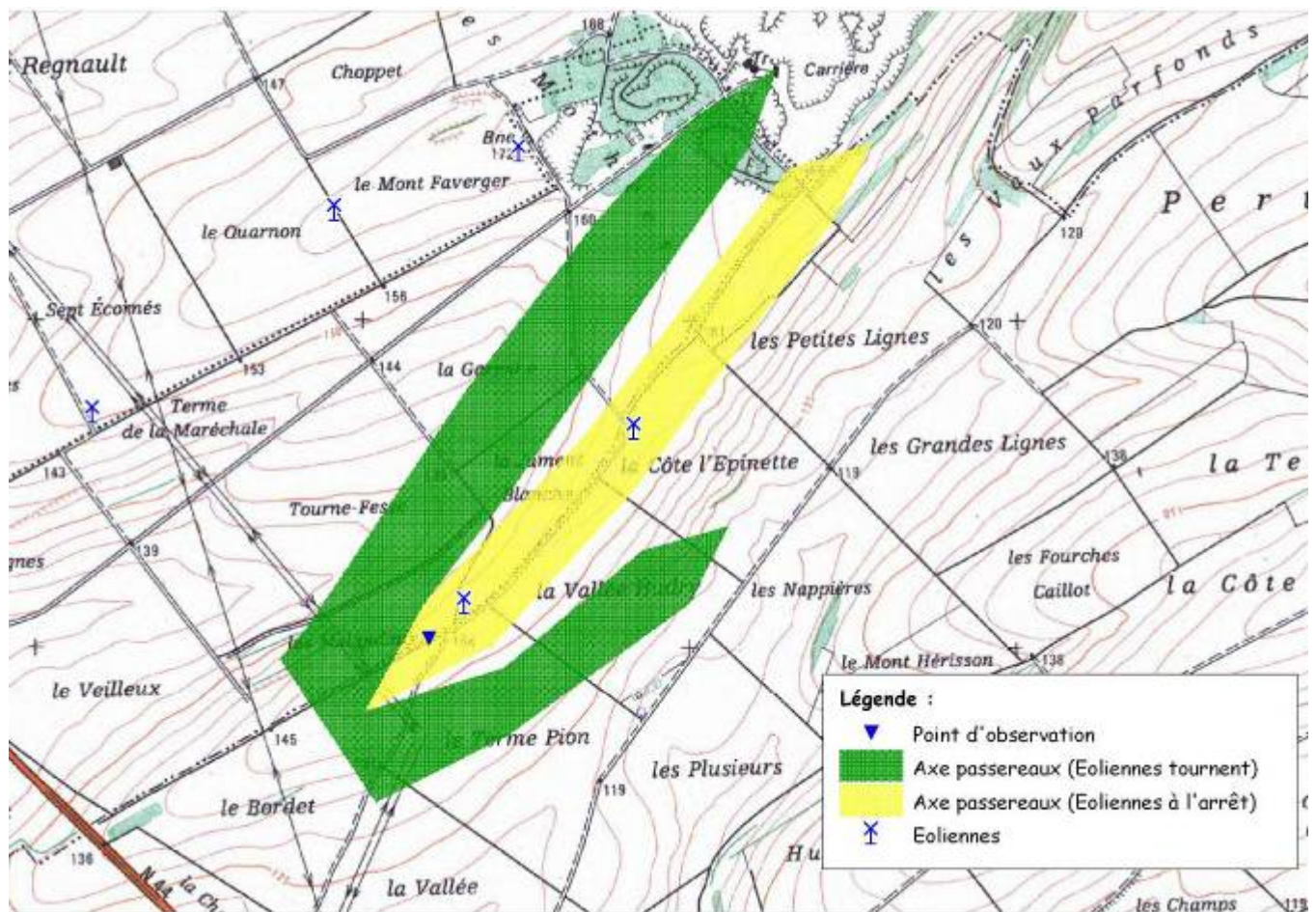
Carte 7 : évolution des couloirs migratoires prénuptiaux observés en 2002 – 2003 autour de la première éolienne, puis en 2005 après extension du parc

3.2.1.1 Migration prénuptiale

L'étude de la migration prénuptiale est toujours plus compliquée à appréhender (moins d'individus observés) mais c'est encore plus vrai sur le site du Mont Favarger. La route nationale, au sud du parc, joue un double rôle négatif : elle perturbe les oiseaux migrateurs et elle empêche également les observateurs de repérer (et surtout d'entendre) les migrateurs en amont. Les observateurs sont donc obligés de se mettre à proximité du parc ce qui les empêche de repérer un nombre important d'oiseaux et cela complique l'analyse des comportements car beaucoup de migrateurs doivent probablement réagir avant les points d'observation choisis.

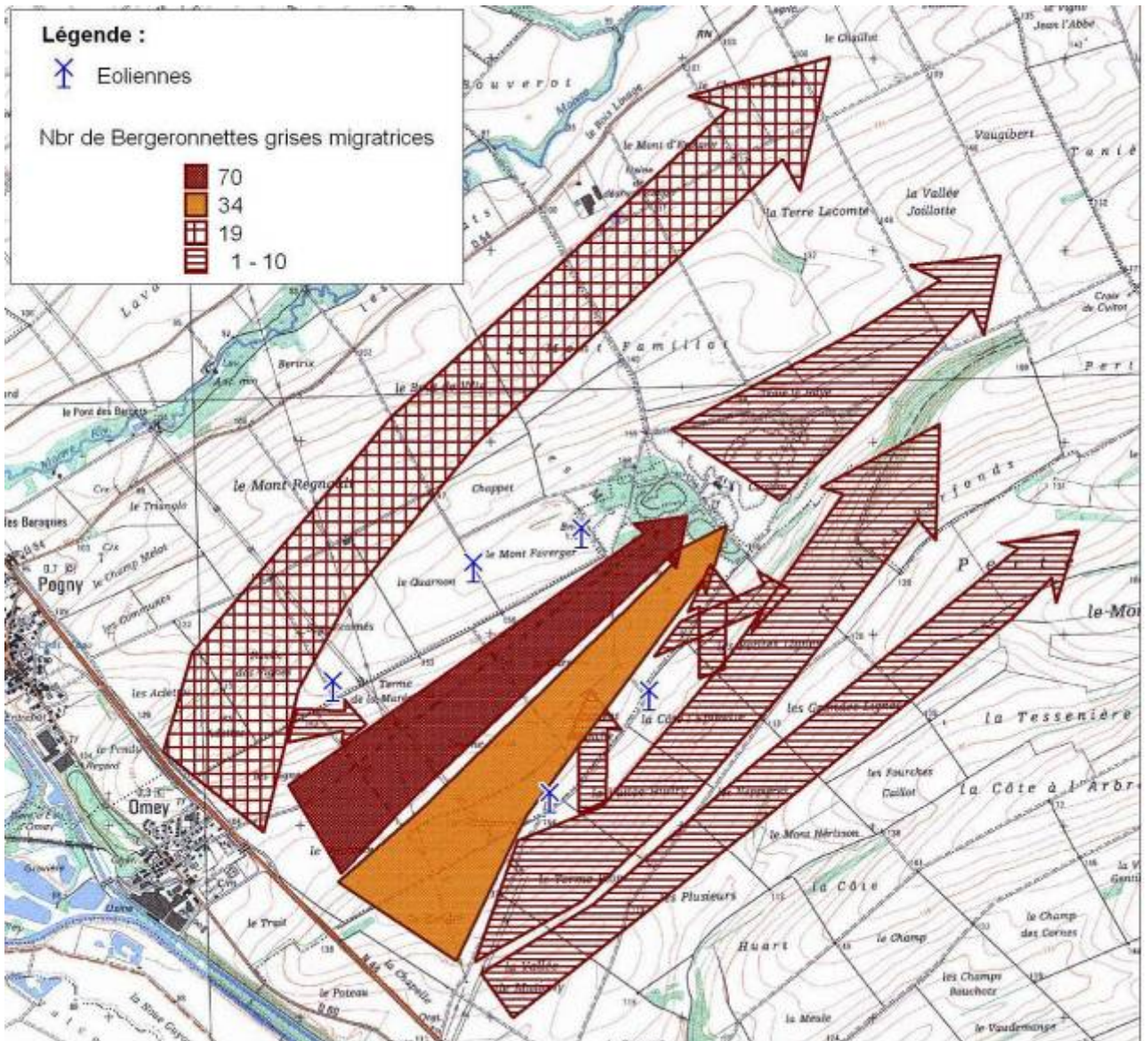
En fonction des espèces, les routes migratoires et réactions sont variées. Certains oiseaux, attirés par les boisements, choisissent de traverser entre les lignes, d'autres contournent les éoliennes et d'autres, moins sensibles aux mouvements des pales, passent à proximité des nacelles. En règle générale, le passage des migrateurs au printemps se concentre entre les deux lignes d'éoliennes. Le relief provoque naturellement cette concentration entre les deux lignes de crêtes.

Les cartes de synthèse des couloirs empruntés par les espèces aux effectifs suffisamment importants cumulent les observations sur trois années de suivi, de 2006 à 2008 (Pinson des arbres, Etourneau sansonnet, Pipit farlouse, Bergeronnette grise). Les grands voiliers (rapaces, Cormorans et cigognes) ou les espèces du type vanneaux et pigeons ont été traités à part.



Carte 8 : exemple de modification du couloir selon l'activité des éoliennes (journées du 15/03/06.)

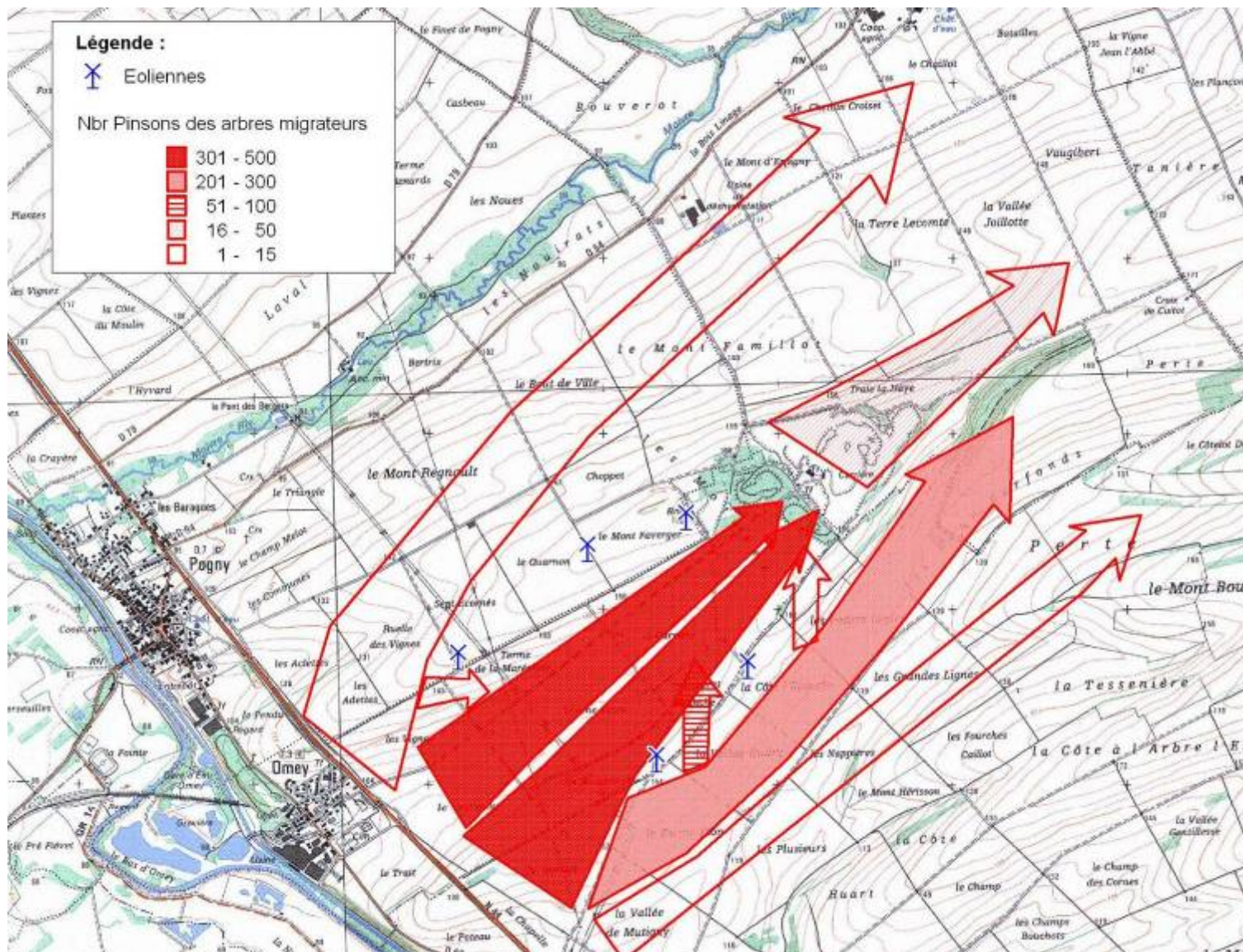
La carte 8 offre une illustration du phénomène d'effarouchement grâce à la matérialisation des voies de migration utilisées par les passereaux le 15 mars 2006 lorsque les éoliennes tournent (en vert), puis lorsqu'elles sont stoppées (en jaune).



Carte 9 : répartition des vols de Pipit farlouse *Anthus pratensis* en période prénuptiale entre 2006 et 2008

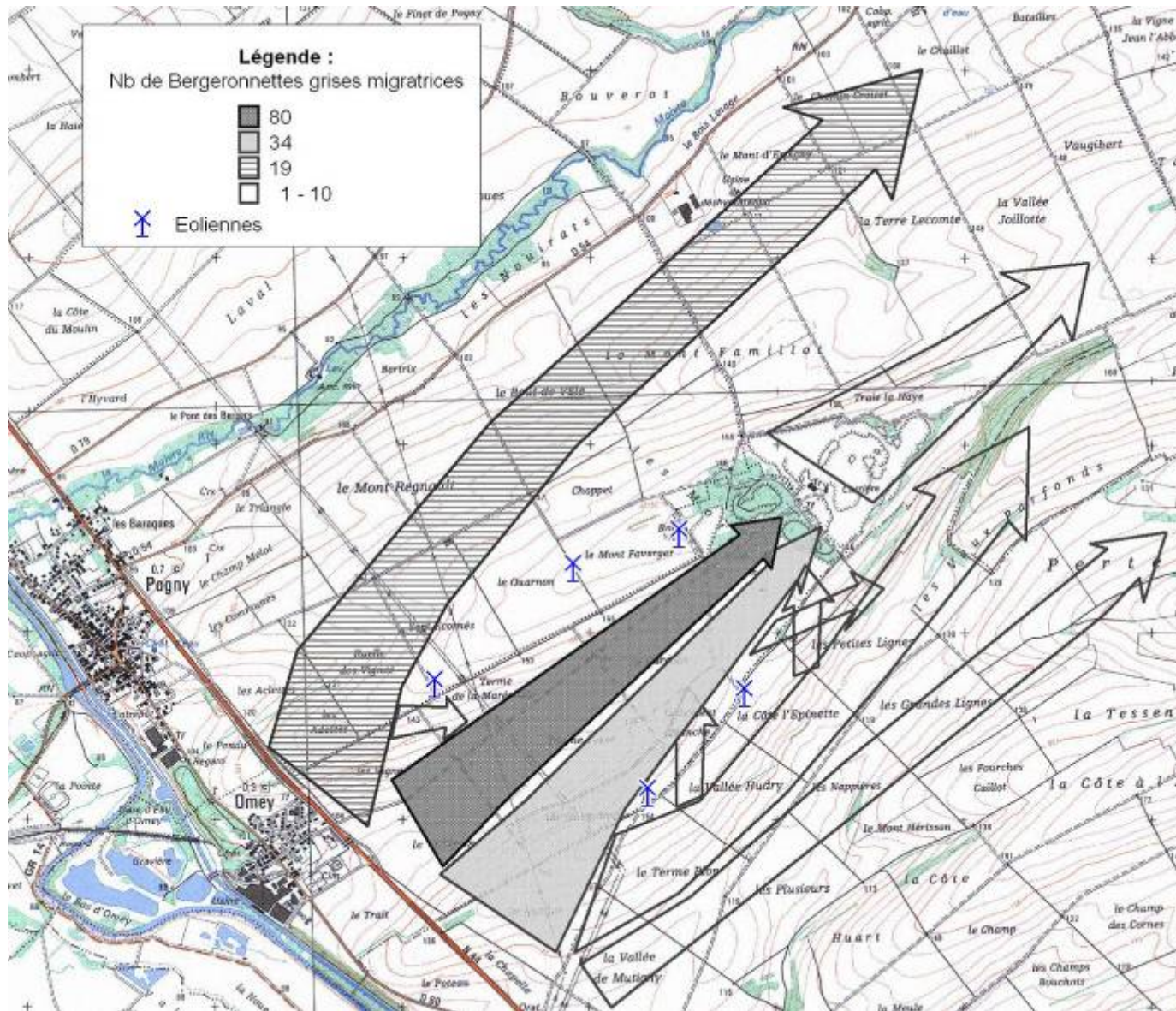
Remarques sur les passages migratoires prénuptiaux de Pipit farlouse (carte n° 9)

Les Pipit farlouses font partie des espèces peu sensibles aux mouvements des rotors. Ils utilisent l'ensemble du parc sans montrer vraiment de préférence entre le sud, le centre ou le nord de la zone. Les boisements et éléments fixes n'ont pas d'influence sur leurs stratégies migratoires. C'est même une des rares espèces de passereaux qui passe assez régulièrement à travers le parc entre les éoliennes. Il leur arrive même s'approcher très près des mats.



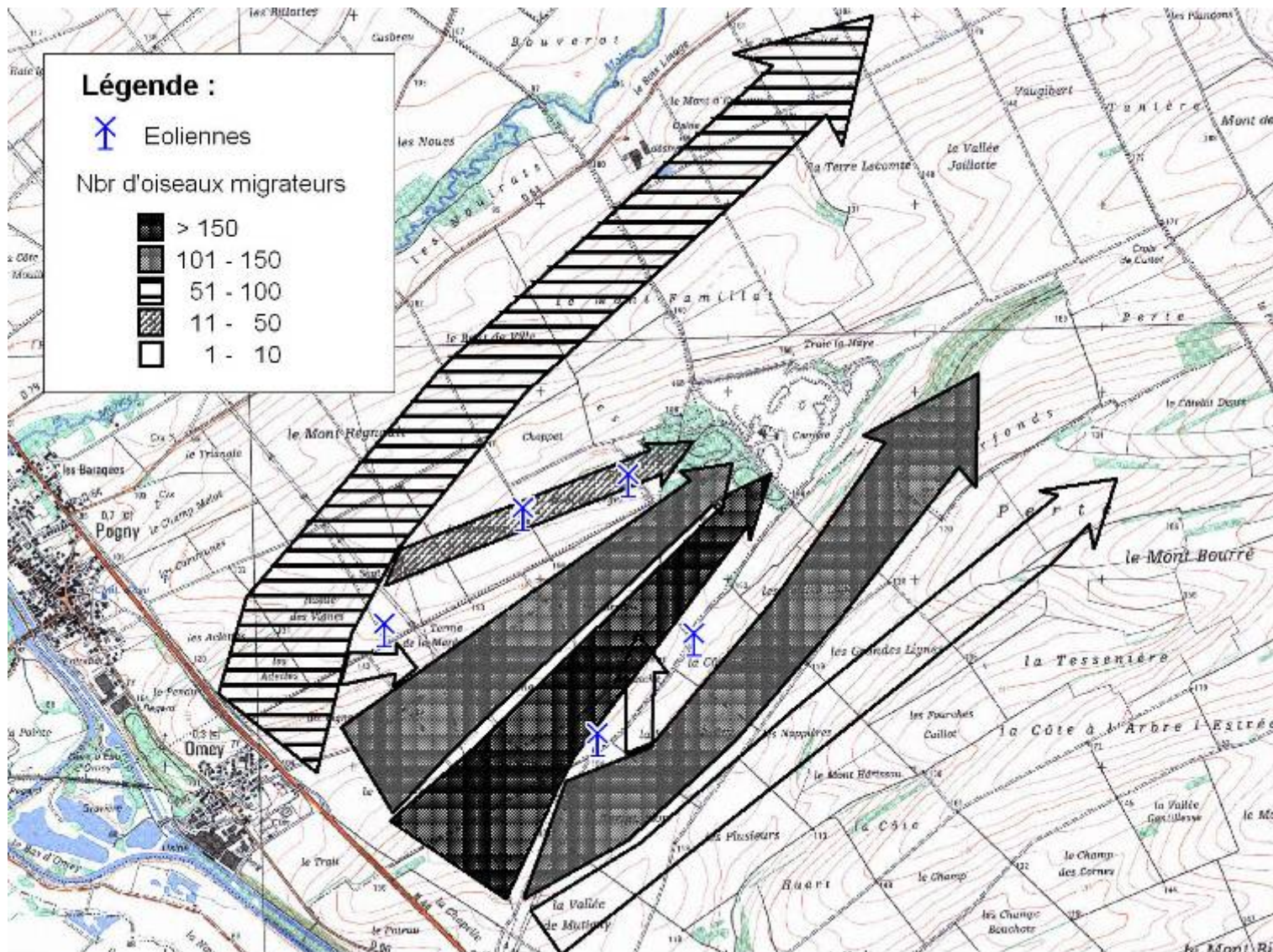
Carte 10 : répartition des vols de Pinson des arbres *Fringilla coelebs* en période pré-nuptiale entre 2006 et 2008

Synthèse de l'impact de l'éolien sur l'avifaune migratrice sur cinq parcs éolien en Champagne-Ardenne



Carte 11 : répartition des vols de Bergeronnette grise *Motacilla alba* en période prénuptiale entre 2006 et 2008

Synthèse de l'impact de l'éolien sur l'avifaune migratrice sur cinq parcs éolien en Champagne-Ardenne



Carte 12 : répartition des vols de l'Etourneau sansonnet *Sturnus vulgaris* en période pré-nuptiale entre 2006 et 2008

Remarques sur les passages migratoires prénuptiaux de Pinsons des arbres (carte n° 10)

On voit nettement que les pinsons adoptent une stratégie de migration axée sur les éléments fixes du paysage (bois et haies). La très grande majorité des oiseaux se concentre au centre (suivant les haies et bosquets pour rejoindre l'ensemble boisé situé au nord est du parc (qui pour une commodité de langage, sera appelé "bois de la carrière" dans la suite de ce document). Un nombre non négligeable passe par le sud-est du parc mais rejoint très vite ce même boisement ou la combe forestière plus au nord-est de celui-ci.

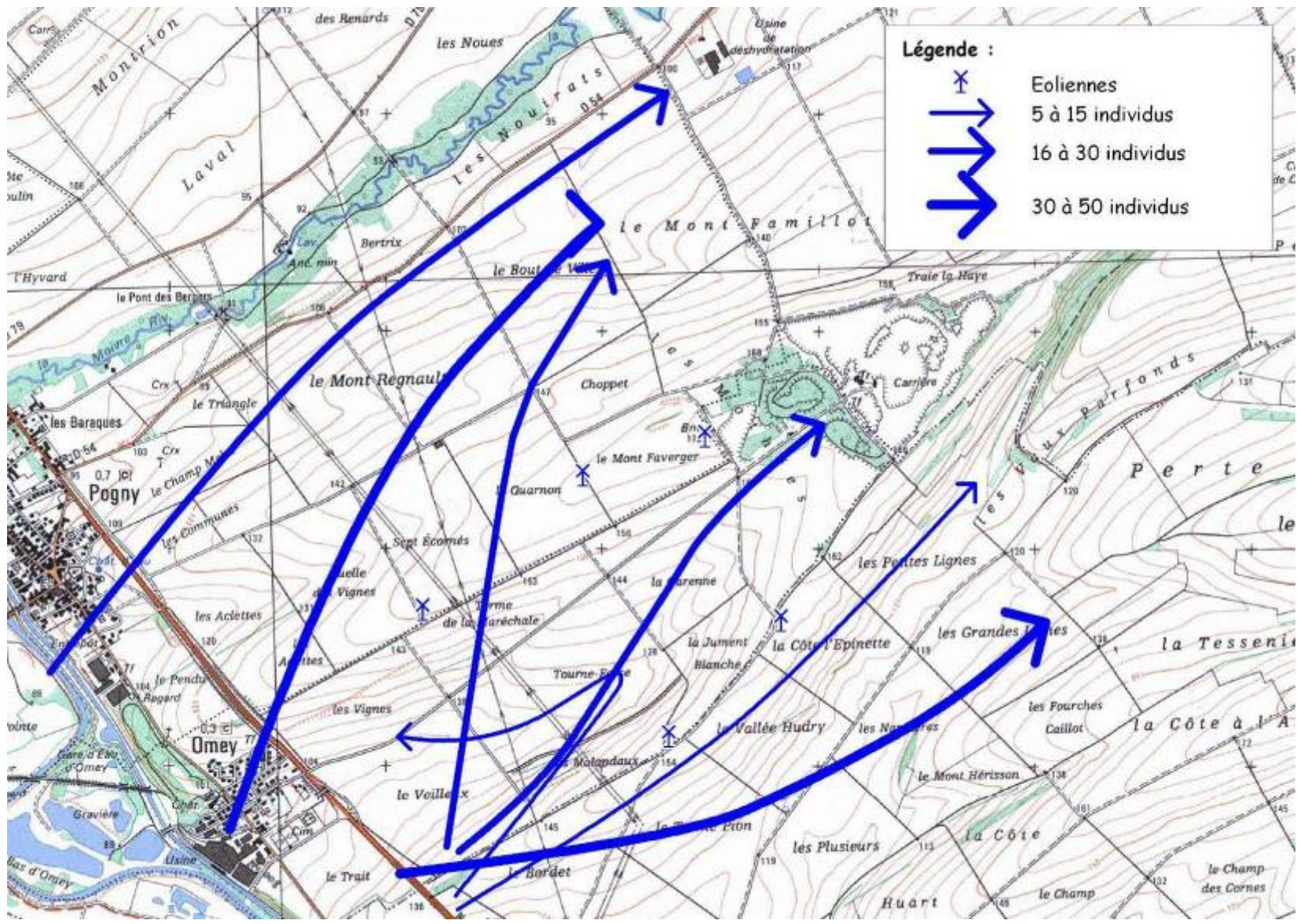
Remarques sur les passages migratoires prénuptiaux de Bergeronnettes grises (carte n° 11)

Les Bergeronnettes grises semblent également se concentrer au centre du parc. Même si la majorité évite de s'approcher, les Bergeronnettes grises peuvent passer assez près, parfois sous les pales en mouvement.

Remarques sur les passages migratoires prénuptiaux d'Etourneaux sansonnets (carte n° 12)

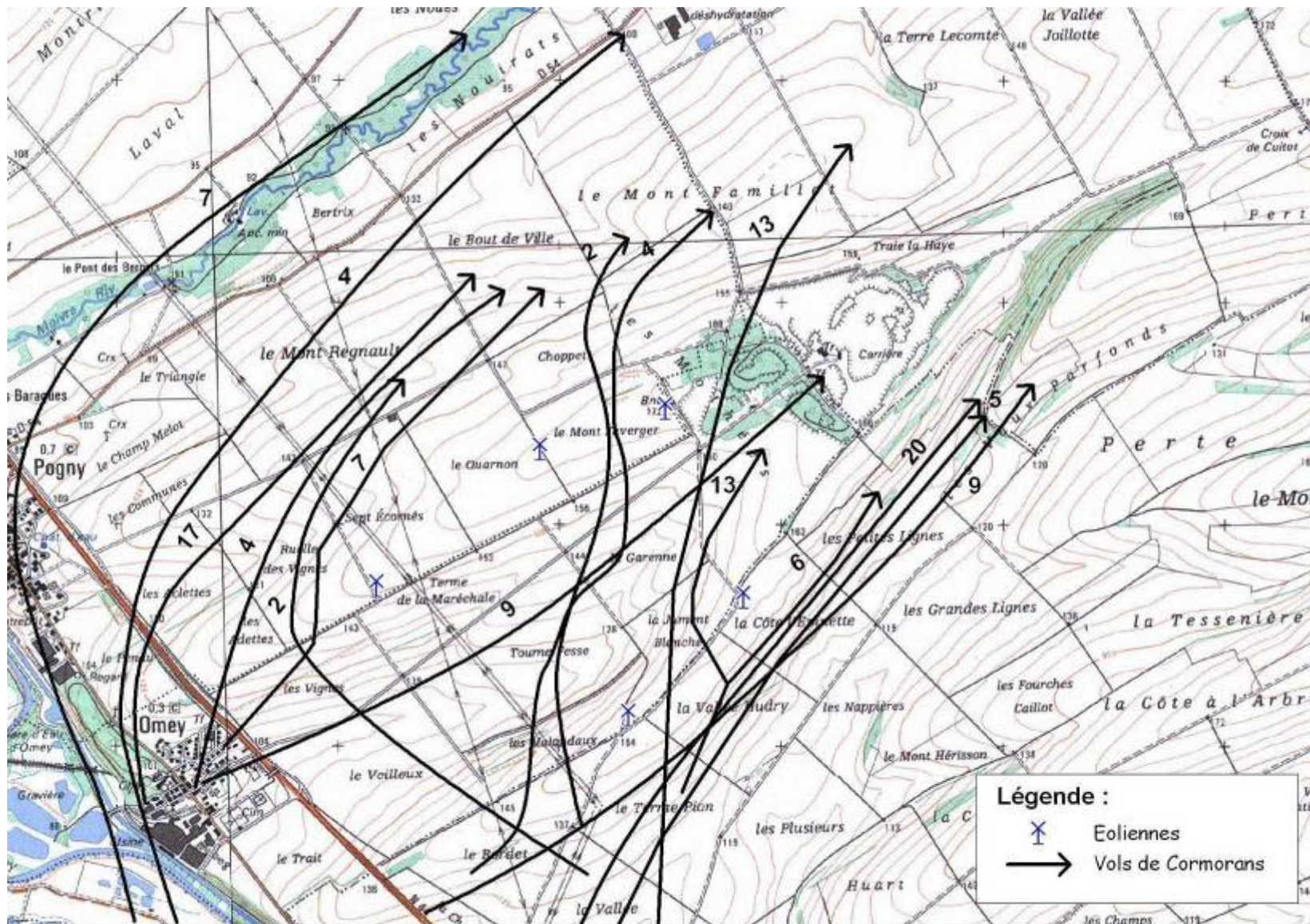
Les Etourneaux sansonnets utilisent de manière assez homogène l'ensemble des axes migratoires définis, avec une concentration entre les deux lignes d'éoliennes. Cette espèce semble aussi bien suivre les éléments boisés que traverser des zones de cultures sur de grandes distances.

Comme pour les Bergeronnettes grises, les Etourneaux sansonnets sont capables de passer assez près des nacelles.



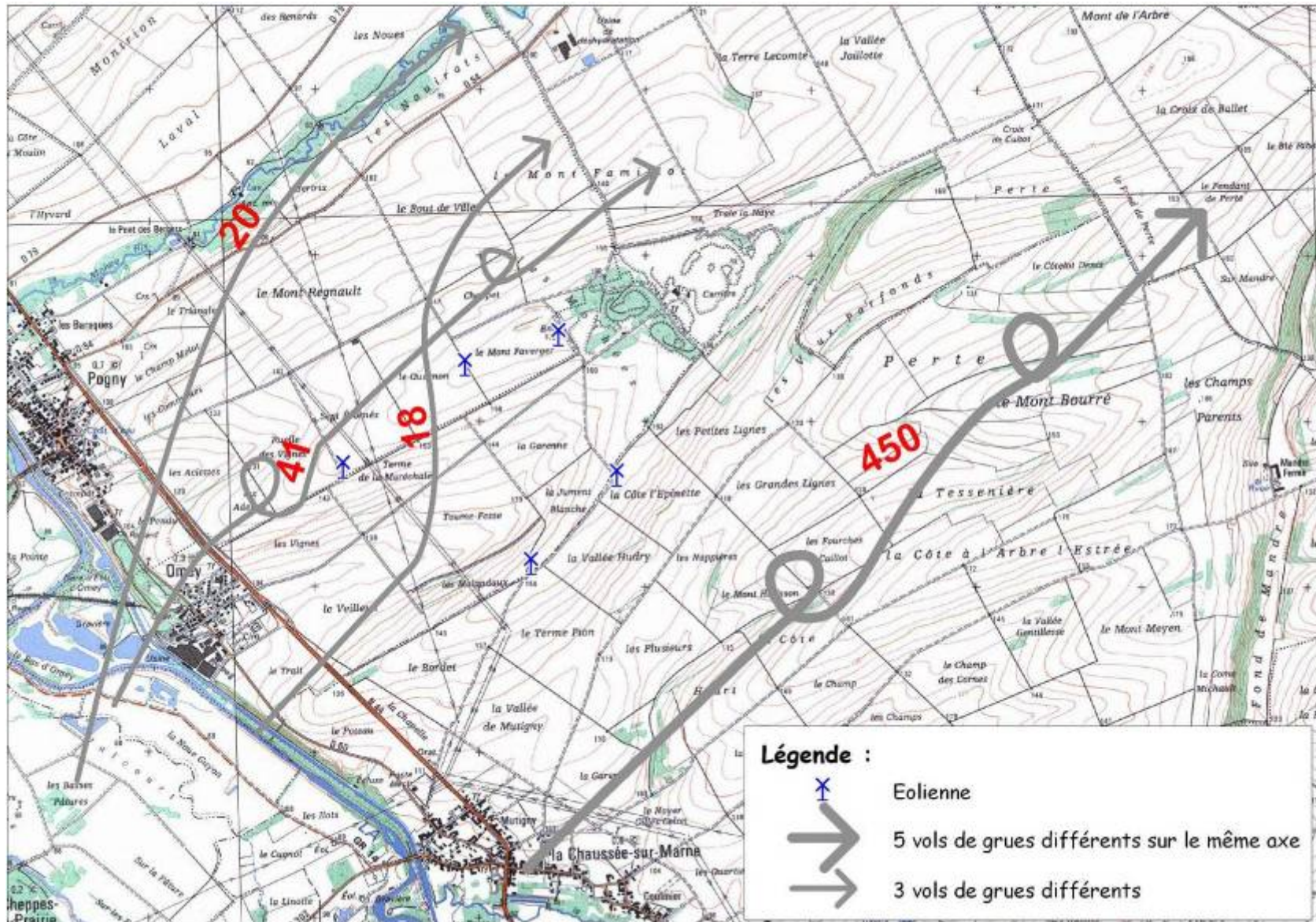
Carte 13 : répartition des vols de Pigeon ramier *Columba palumbus* en période prénuptiale entre 2006 et 2008

Synthèse de l'impact de l'éolien sur l'avifaune migratrice sur cinq parcs éolien en Champagne-Ardenne



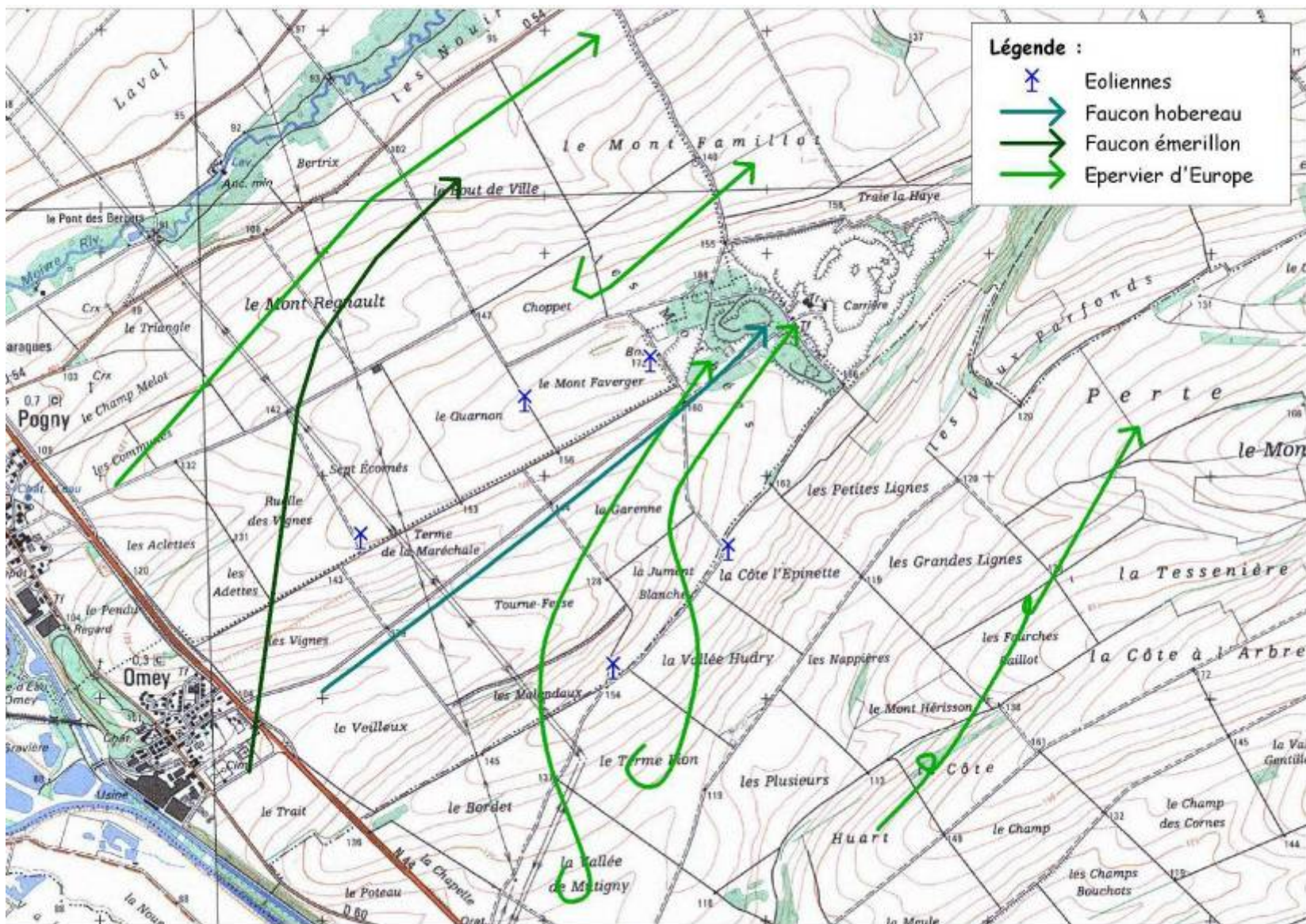
Carte 14 : répartition des vols de Grand Cormoran *Phalacrocorax carbo* en période prénuptiale entre 2006 et 2008

Synthèse de l'impact de l'éolien sur l'avifaune migratrice sur cinq parcs éolien en Champagne-Ardenne

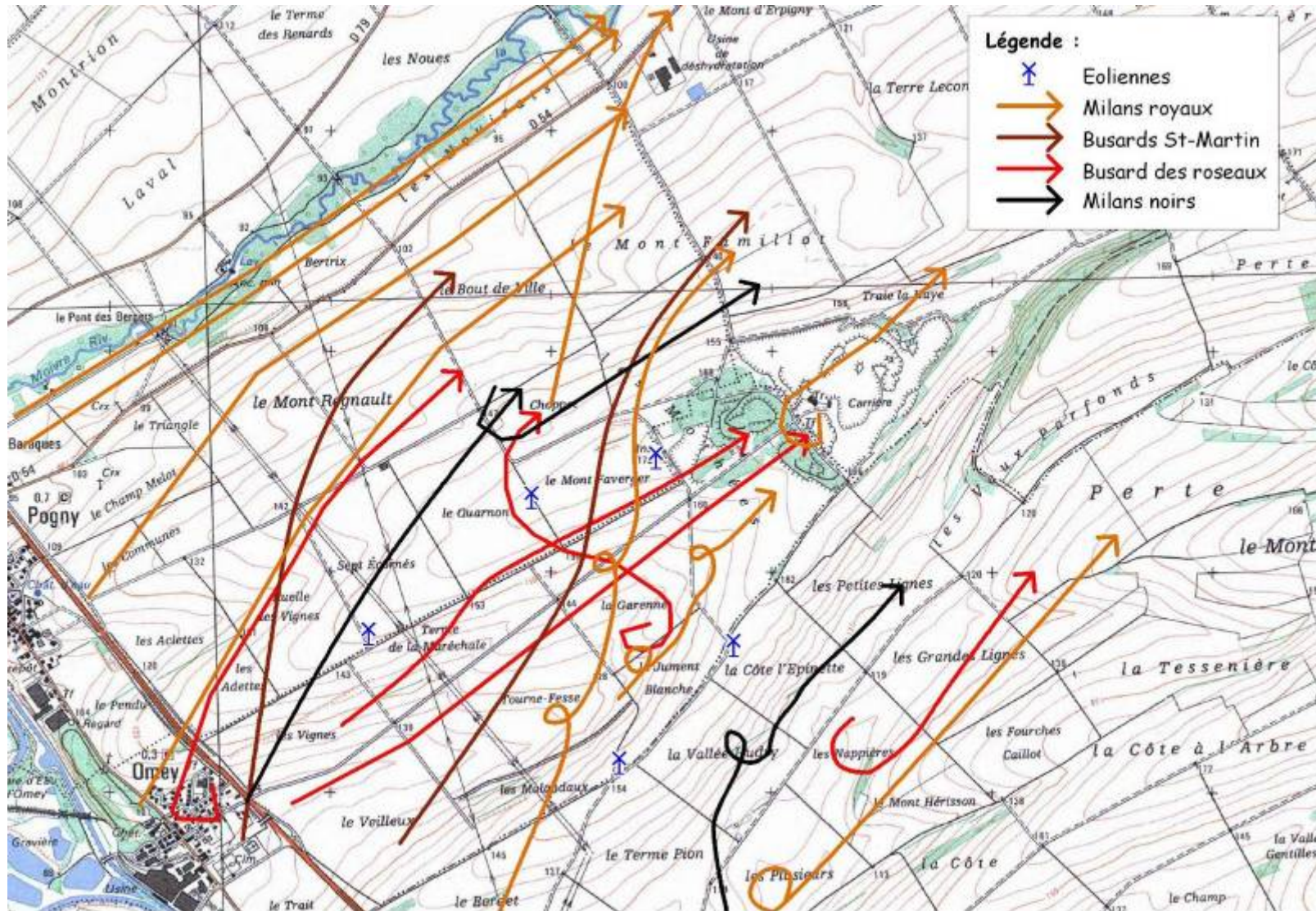


Carte 15 : répartition des vols de Grue cendrée *Grus grus* en période pré-nuptiale entre 2006 et 2008

Synthèse de l'impact de l'éolien sur l'avifaune migratrice sur cinq parcs éolien en Champagne-Ardenne

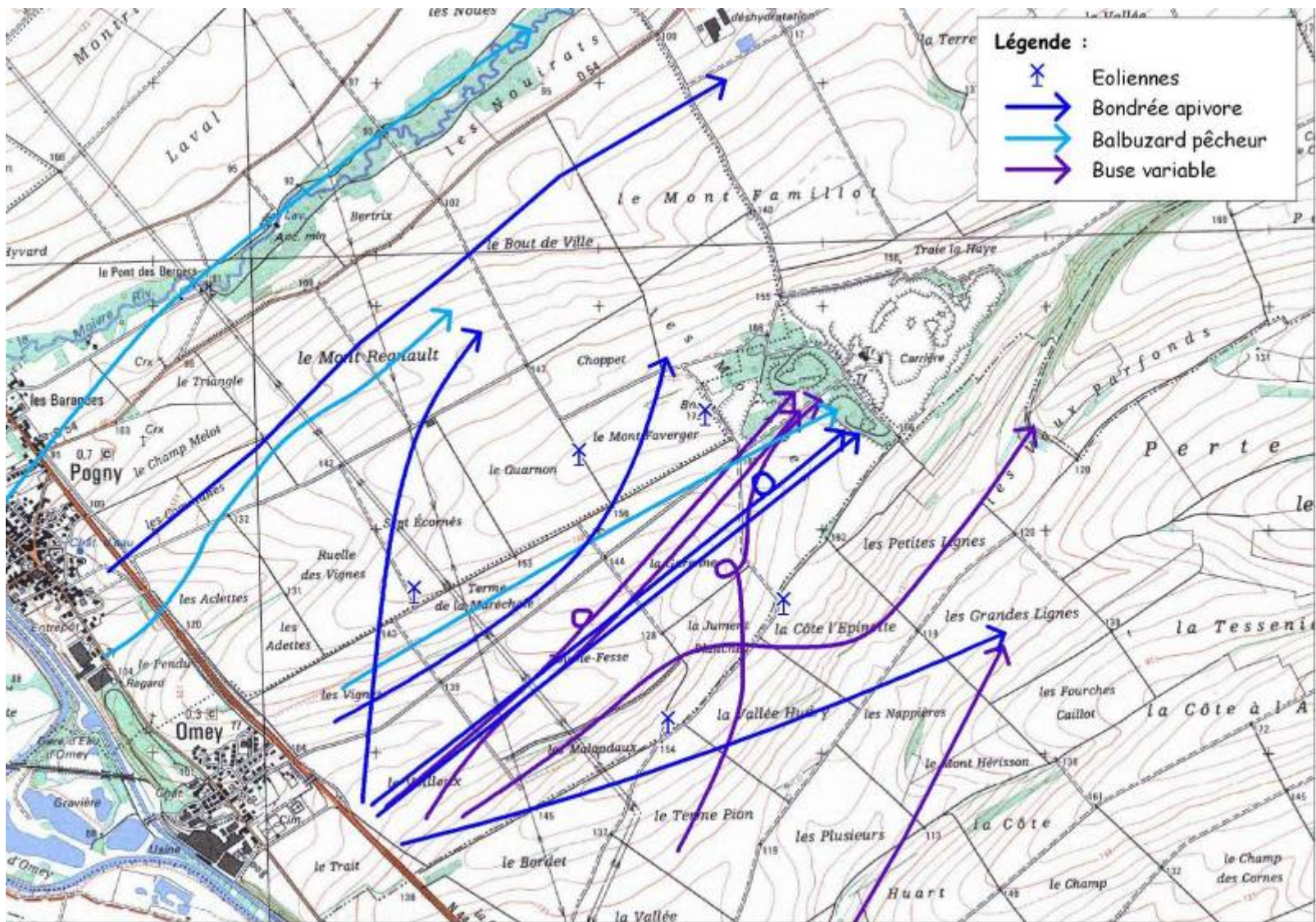


Carte 16 : répartition des vols de Faucons hobereau *Falco subbuteo*, Faucon émerillon *Falco columbarius* et Epervier d'Europe *Accipiter nisus* en période prénuptiale entre 2006 et 2008



Carte 17 : répartition des vols de grands rapaces (Milan royaux *Milvus milvus*, Milan noirs *Milvus migrans*, Busard Saint-Martin *Circus cyaneus* et Busard des roseaux *Circus aeruginosus*) en période pré-nuptiale entre 2006 et 2008

Synthèse de l'impact de l'éolien sur l'avifaune migratrice sur cinq parcs éolien en Champagne-Ardenne



Carte 18 : répartition des vols de Bondrée apivore *Pernis apivorus*, Buse variable *Buteo buteo* et Balbuzard pêcheurs *Pandion haliaetus* en période prénuptiale entre 2006 et 2008

Remarques sur les passages de Pigeons ramiers (Carte n° 13)

Les Pigeons ramiers réagissent de manière importante aux éoliennes. On remarque sur la carte une dispersion des vols due aux réactions d'évitements

Remarques sur les passages de Grands Cormorans (Carte n° 14)

Le Grand Cormoran fait également partie des espèces très réactives aux éoliennes. Une réaction nette a été notée pour 57 % des oiseaux observés (contre seulement 1 % n'ayant marqué aucune réaction et 42 % pour lesquels il a été difficile de se prononcer). Le phénomène de contournement apparaît de manière évidente sur la cartographie.

Remarques sur les passages de Grues cendrées (Carte n° 15)

La grande majorité des grues est passée à l'extérieur du parc. Les trois vols s'étant approchés ont tous réagi et évité les machines. Le groupe de 18 individus est passé à hauteur des pales entre les éoliennes n°4 et n°5 mais on notera que l'éolienne n°5 était arrêtée à ce moment là.

Remarques sur les passages de rapaces en migration prénuptiale (cartes 16 à 18)

L'analyse des cartes n° 16 à 18 permet de tirer plusieurs conclusions assez générales sur les rapaces malgré le faible nombre d'individus notés pour chaque espèce. Les réactions d'effarouchement observées chez ces grands voiliers sont peu nombreuses, les oiseaux choisissent probablement très tôt leur manière de traverser le parc (avant qu'ils ne soient repérés par l'observateur), soit par le centre à bonne distance des deux lignes d'éoliennes, soit par l'est ou l'ouest (particulièrement par la vallée de la Moivre qui passe au nord du parc).

- Chez les petits rapaces (carte 16) type faucons et Epervier d'Europe, le constat est le même qu'en migration postnuptiale, ils évitent les éoliennes mais peuvent traverser le parc. Ils semblent considérer les éoliennes comme 5 obstacles distincts et non pas comme un tout formant un obstacle unique. Ils sont moins farouches que les grands rapaces et les détours sont moins marqués.

La majorité des grands rapaces ne s'approche pas des éoliennes excepté les Milans royaux qui ne semblent pas apeurés et qui s'approchent des nacelles, ce qui confirme que l'espèce semble peu perturbée. On perçoit une tendance au contournement du parc, qui transparait particulièrement au nord-ouest du parc entre la vallée de la Moivre et de la Marne.

Les réactions brusques (survol, plongeon, écarts tardifs) sont rares mais existent (cas notés sur le Busard des roseaux et la Buse variable) ;

Conclusion sur la migration pré nuptiale sur le parc du Mont Faverger.

La configuration du site rend difficile la perception comportementale des migrateurs en période prénuptiale. Une bonne partie des oiseaux affiche cependant une grande sensibilité à l'effarouchement et contourne le parc ou une des lignes d'éoliennes. Les variations de sensibilité sont nettes selon les espèces. La grande majorité des Grands Cormorans, des Pigeons ramiers et des Grues cendrées ont montré des réactions franches, parfois brusques qui transparaissent dans les cartes par une tendance évidente au contournement.

Les rapaces semblent moins sensibles et même s'ils évitent de s'approcher des éoliennes, ils n'hésitent pas à traverser entre les éoliennes. Ils ne semblent pas considérer le parc comme un obstacle unique. Le Milan royal fait exception en s'approchant des pales au risque de se faire percuter.

Contrairement aux oiseaux de grande taille, les passereaux passent majoritairement au centre du parc. Ils n'en sont pas moins perturbés mais réagissent à plus faible distance. Un contournement de l'ensemble du parc leur est également plus "coûteux" en énergie en raison de leur petite taille. On ne

peut exclure que la proportion de passereaux évitant le parc en le contournant à grande distance ne soit pas sous évaluée du fait qu'ils soient moins repérables que les grandes espèces.

Le passage entre les deux lignes d'éoliennes est donc relativement bien empruntés par les passereaux qui s'y engouffrent naturellement depuis la vallée de la Marne, guidé par le relief et les éléments boisés. L'éloignement entre les éoliennes du côté sud-ouest est de 1275 m tandis que de l'autre côté (à la sortie) il n'est plus que de 925 m. On peut donc supposer que les oiseaux une fois engagé entre les deux lignes d'éoliennes, voyant une échappatoire face à eux, poursuivent leur cheminement malgré l'influence des éoliennes.

3.2.1.2 Migration postnuptiale

D'une manière générale, on constate à cette saison de nombreuses modifications de trajectoires de vol à l'approche du parc. Le bois de la carrière draine beaucoup d'oiseaux qui se trouvent alors directement confrontés aux éoliennes dès qu'ils ne survolent plus ce boisement. D'autres groupes arrivent depuis la vallée de la Moivre et tentent de couper la zone d'emprise du parc dans sa partie nord. Ces vols de passereaux sont grandement gênés par la ligne de 3 éoliennes (n°3, n°4 et n°5) se trouvant au nord du parc. Les oiseaux transitant par le sud du boisement de la carrière sont moins touchés par ce phénomène d'effarouchement.

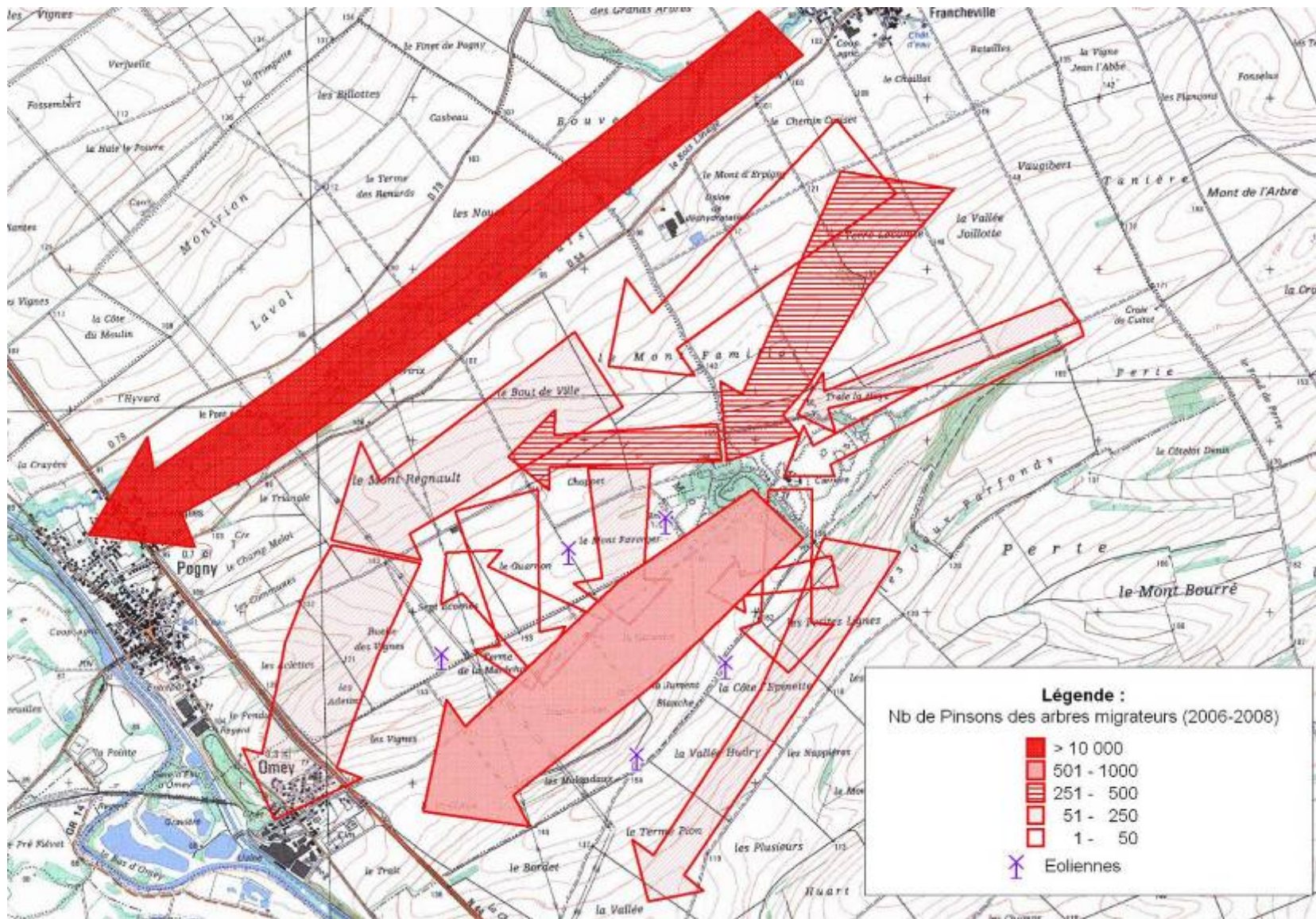
Une bonne partie semble appréhender le parc en amont et le contourne, mais de nombreux migrateurs attirés par le boisement se trouvent directement confrontés aux éoliennes et doivent donc les traverser ou réaliser un contournement important voire faire un demi-tour. Les réactions de panique qui peuvent être observées face aux rotors se déclenchent le plus souvent non loin des mâts.

Remarque sur les passages postnuptiaux des Pinsons des arbres (Carte n° 19)

La carte de synthèse confirme que l'espèce suit les éléments arborés durant sa migration. La vallée de la Moivre (entre Francheville et Pogny) apparaît nettement comme couloir principal avec plus de 10 000 oiseaux comptabilisés (sans pourtant que soit réalisé un comptage ciblé sur ce couloir durant les saisons 2007 et 2008).

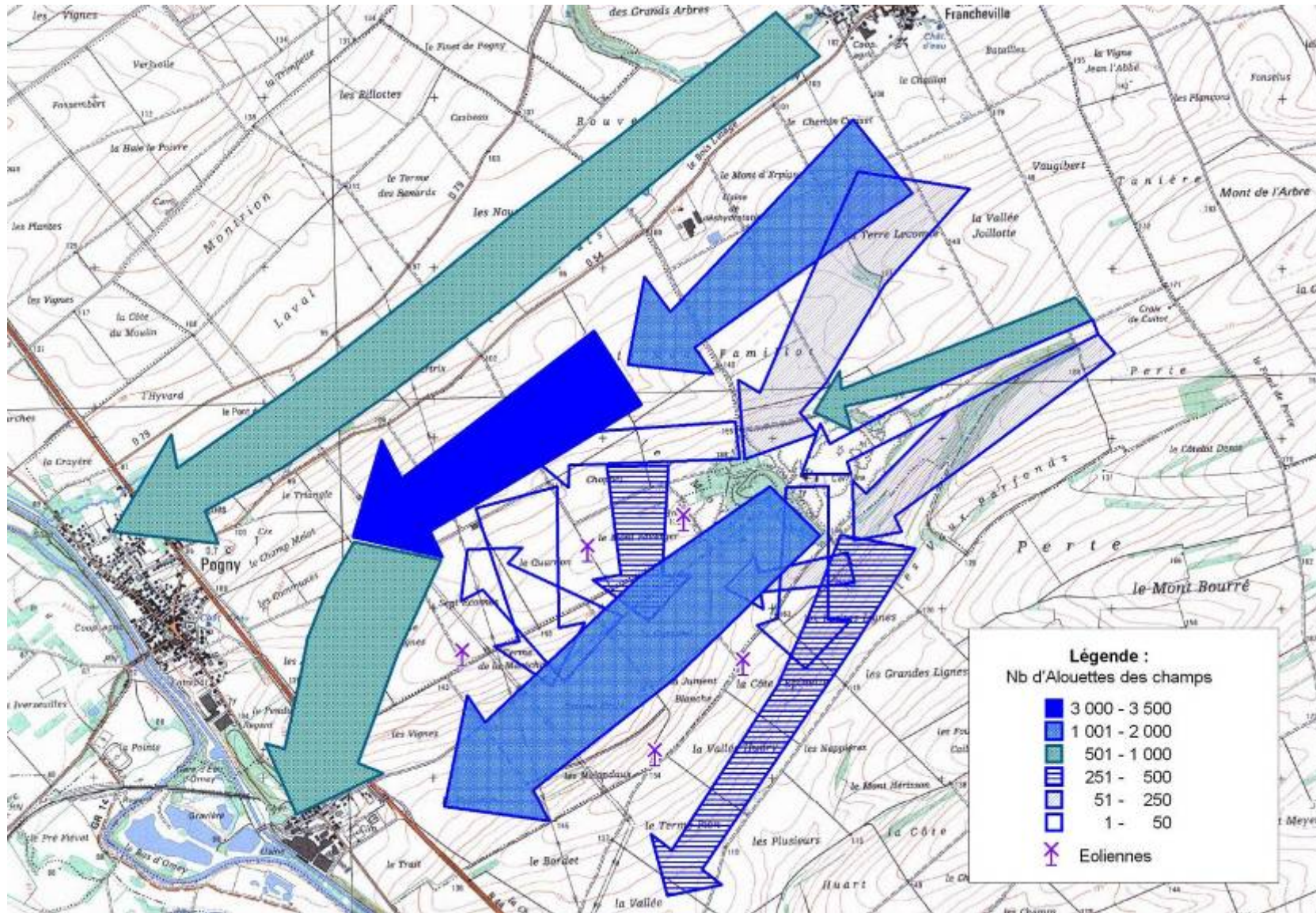
Le bois de l'ancienne carrière est le couloir principalement recherché par les groupes transitant par le parc. Un bon nombre opte pour l'axe passant par le centre du parc (plus ou moins facilement mais souvent en bifurquant à l'approche des éoliennes) mais d'autres, fortement dérangés par l'éolienne n°3, la contournent par le nord. Ce sont ces oiseaux qui réagissent le plus nettement et sont le plus fortement impactés. Les autres axes sont peu utilisés.

Le phénomène de concentration des migrateurs autour des espaces boisées se répète de manière accentué en période postnuptiale en raison du bois de la carrière situé au nord du parc. Malgré cela, on observe qu'une majorité des migrateurs passe par le centre du parc, entre les deux lignes d'éoliennes. Une bonne partie d'entre eux accuse pourtant des réactions d'effarouchement. Comme en période pré-nuptiale, la perception par les observateurs de l'arrivée des migrateurs sur le parc est gênée, ici par le bois. Une partie des réactions d'évitement se déroule au dessus du boisement et échappent aux observateurs.



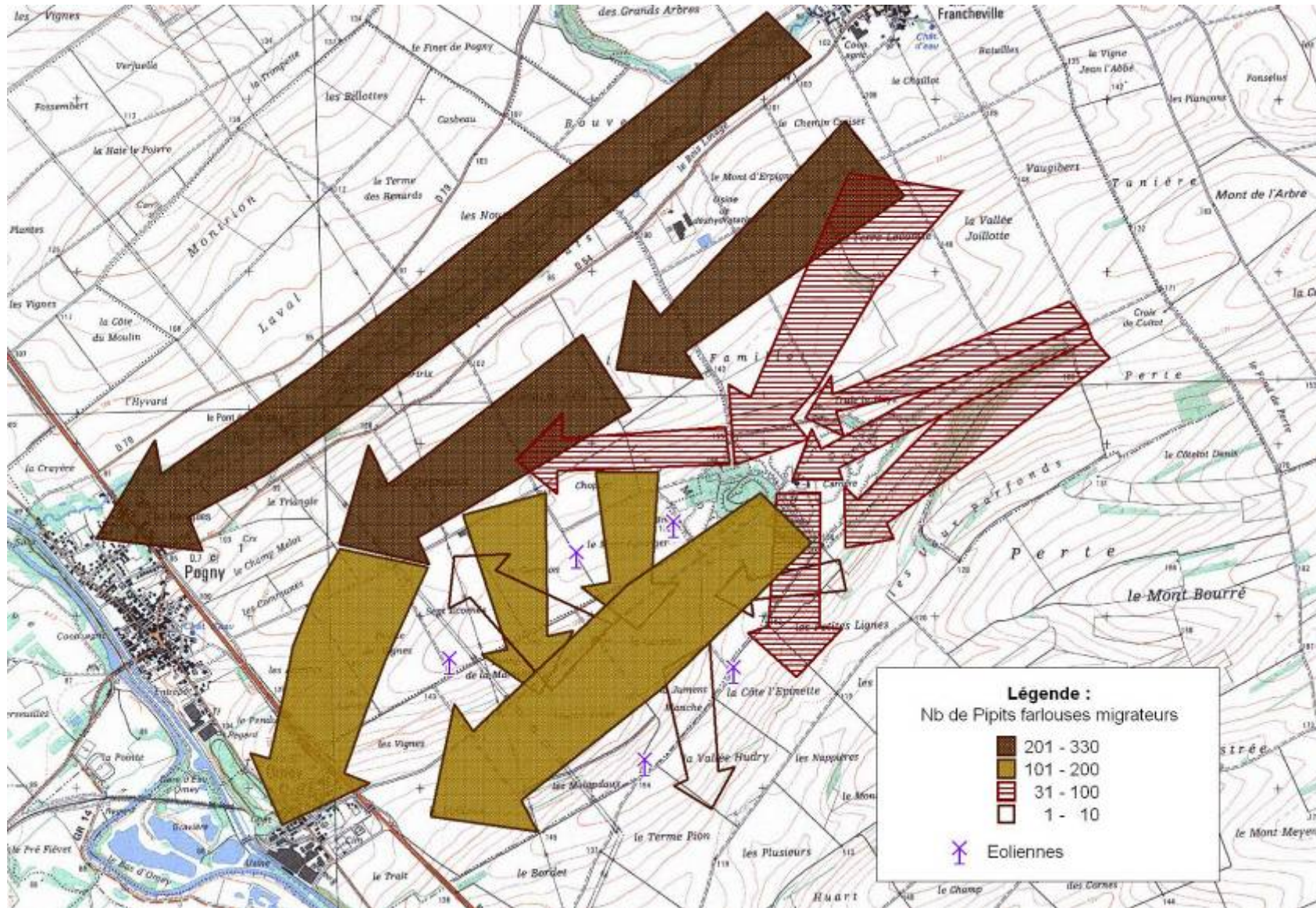
Carte 19 : répartition des vols de Pinson des arbres *Fringilla coelebs* en période postnuptiale entre 2006 et 2008

Synthèse de l'impact de l'éolien sur l'avifaune migratrice sur cinq parcs éolien en Champagne-Ardenne



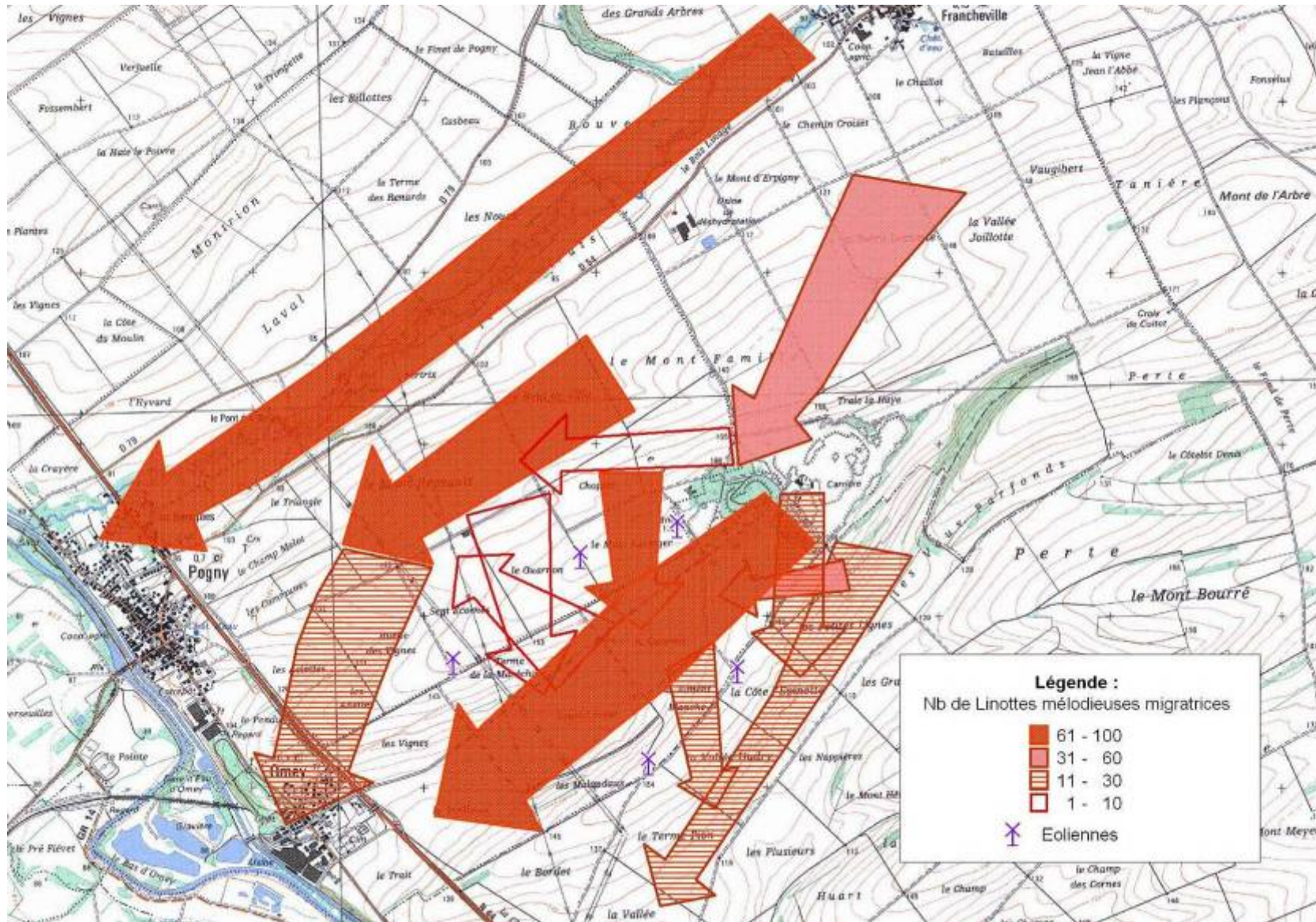
Carte 20 : répartition des vols d'Alouette des champs *Alauda arvensis* en période postnuptiale entre 2006 et 2008

Synthèse de l'impact de l'éolien sur l'avifaune migratrice sur cinq parcs éolien en Champagne-Ardenne



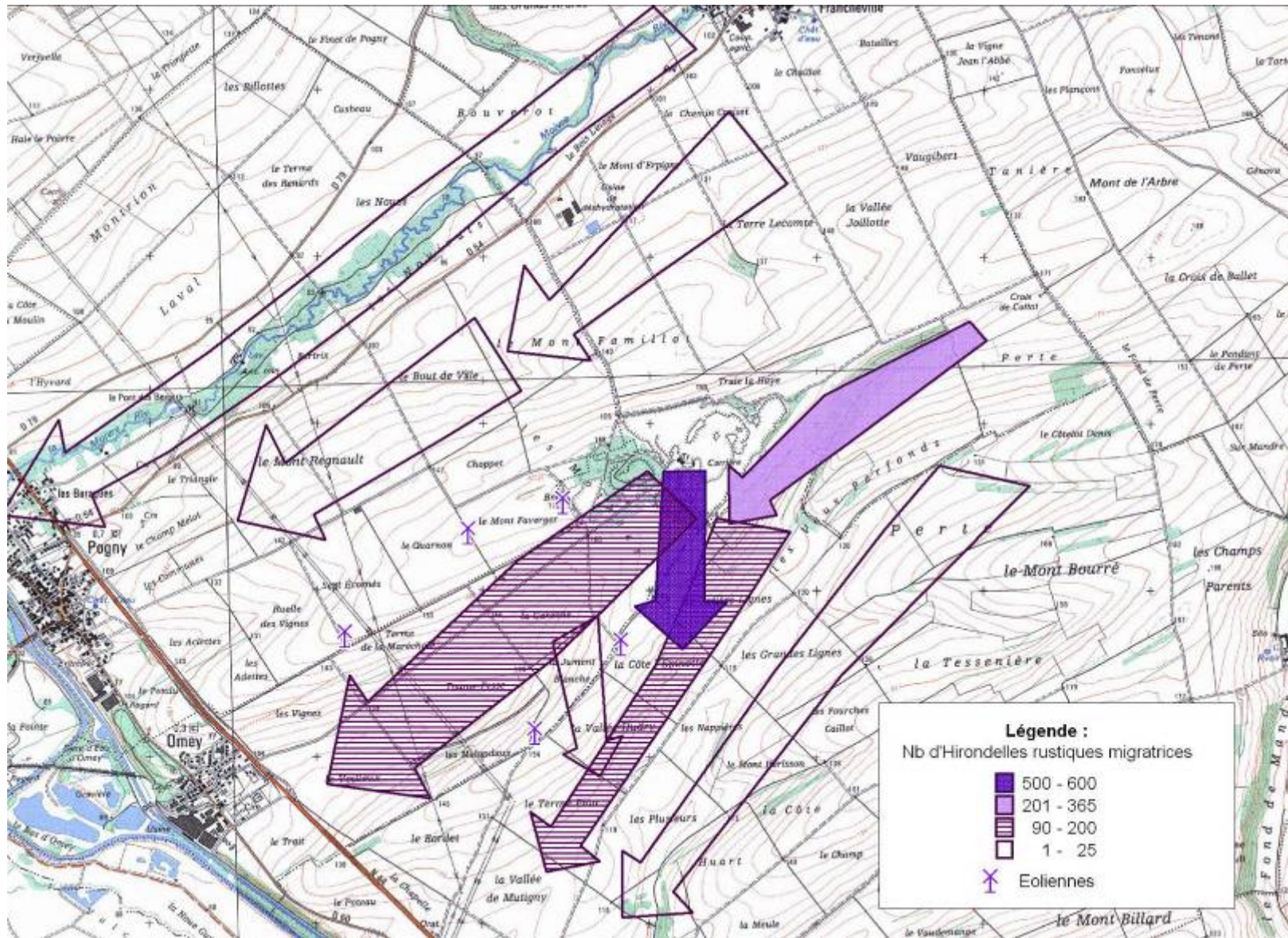
Carte 21 : répartition des vols de Pipit farlouse *Anthus pratensis* en période postnuptiale entre 2006 et 2008

Synthèse de l'impact de l'éolien sur l'avifaune migratrice sur cinq parcs éolien en Champagne-Ardenne



Carte 22 : répartition des vols de Linotte mélodieuse *Carduelis cannabina* en période postnuptiale entre 2006 et 2008

Synthèse de l'impact de l'éolien sur l'avifaune migratrice sur cinq parcs éolien en Champagne-Ardenne



Carte 23 : répartition des vols d'Hirondelle rustique *Hirundo rustica* en période postnuptiale entre 2006 et 2008

Remarque sur les passages postnuptiaux d'Alouettes des champs (Carte n° 20)

L'axe situé entre la vallée de la Moivre et le parc éolien est le plus utilisé par cette espèce des milieux ouverts. Elle n'est pas attirée comme d'autres espèces par le bois de la carrière. Beaucoup d'oiseaux contournent donc le parc par le nord. Il est très difficile pour les observateurs de déterminer avec certitude si ce couloir est un couloir de contournement ou alors un couloir naturel de l'espèce.

L'axe passant entre les deux lignes d'éoliennes est également fortement utilisé : cela concerne des oiseaux qui se concentrent au centre du parc à la vue des éoliennes. Les autres axes sont peu utilisés mais on notera tout de même que des groupes d'oiseaux n'hésitent pas à traverser entre deux éoliennes. Ce sont ces groupes d'oiseaux qui accusent le plus de réaction.

Remarque sur les passages postnuptiaux de Pipits farlouses (Carte n° 21)

Les Pipits farlouses utilisent l'espace de manière assez homogène. Leur proportion de réaction est faible. Le corridor de la vallée de la Moivre est encore mis en évidence mais les couloirs passant au nord-ouest et au centre du parc sont également fort empruntés. Traverser entre deux éoliennes n'est pas un problème majeur pour les pipits du moment qu'ils peuvent apprécier l'obstacle en amont : les axes passant entre deux éoliennes sont assez facilement utilisés (quelques bifurcations et contournement sont notés) mais l'éolienne n°3, à la sortie du boisement, est le principal point noir pour cette espèce qui semble également surprise à cet endroit (le taux de réaction peut alors être important).

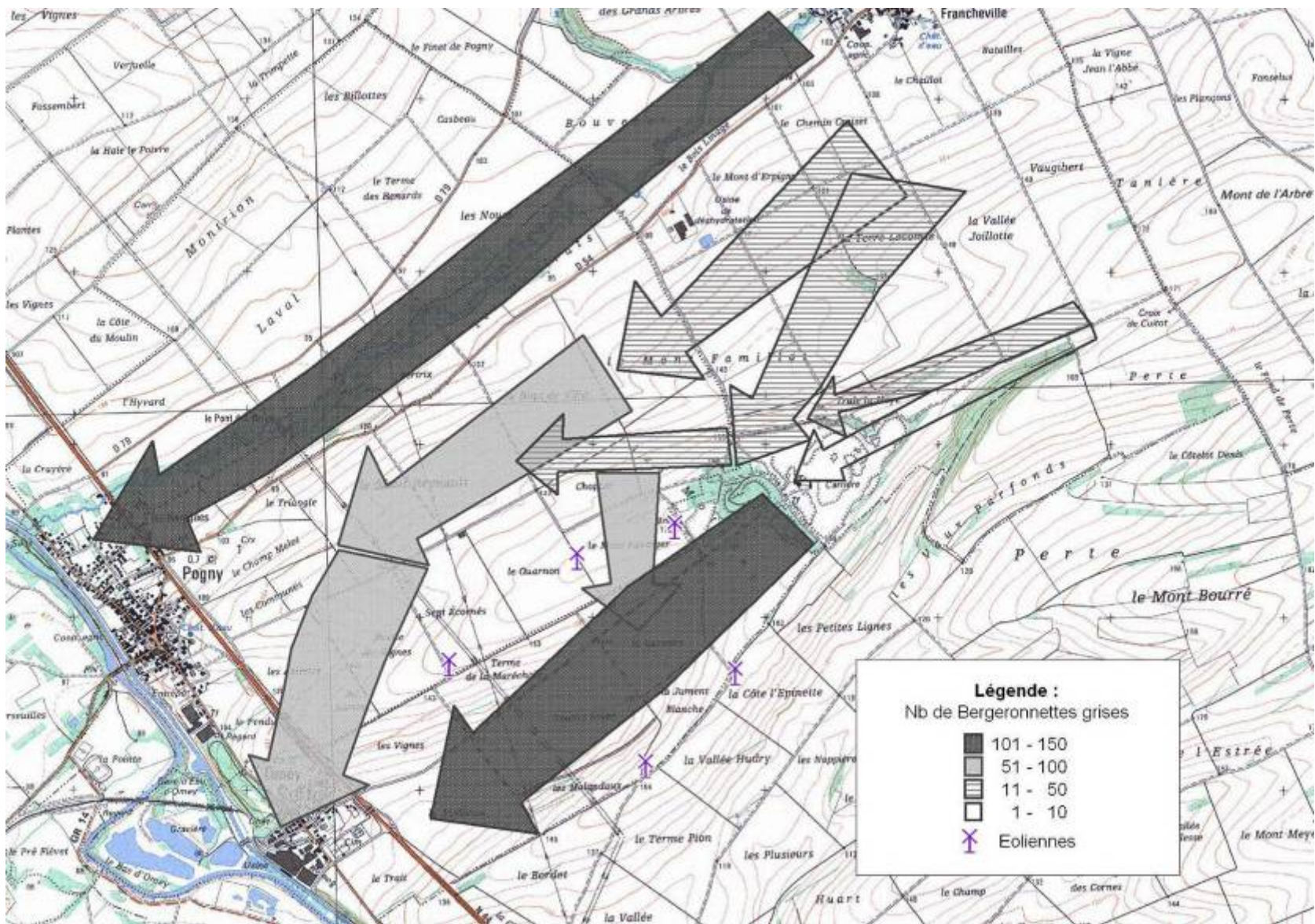
Remarque sur les passages postnuptiaux de Linottes mélodieuses (Carte n° 22)

Les chiffres sont plus modestes mais les linottes, même si ce sont également des fringilles, semblent moins enclines à rechercher les éléments arborés que les Pinsons des arbres. Elles sont davantage inféodées aux milieux agricoles que les pinsons du moment qu'elles trouvent quelques haies et arbres isolés.

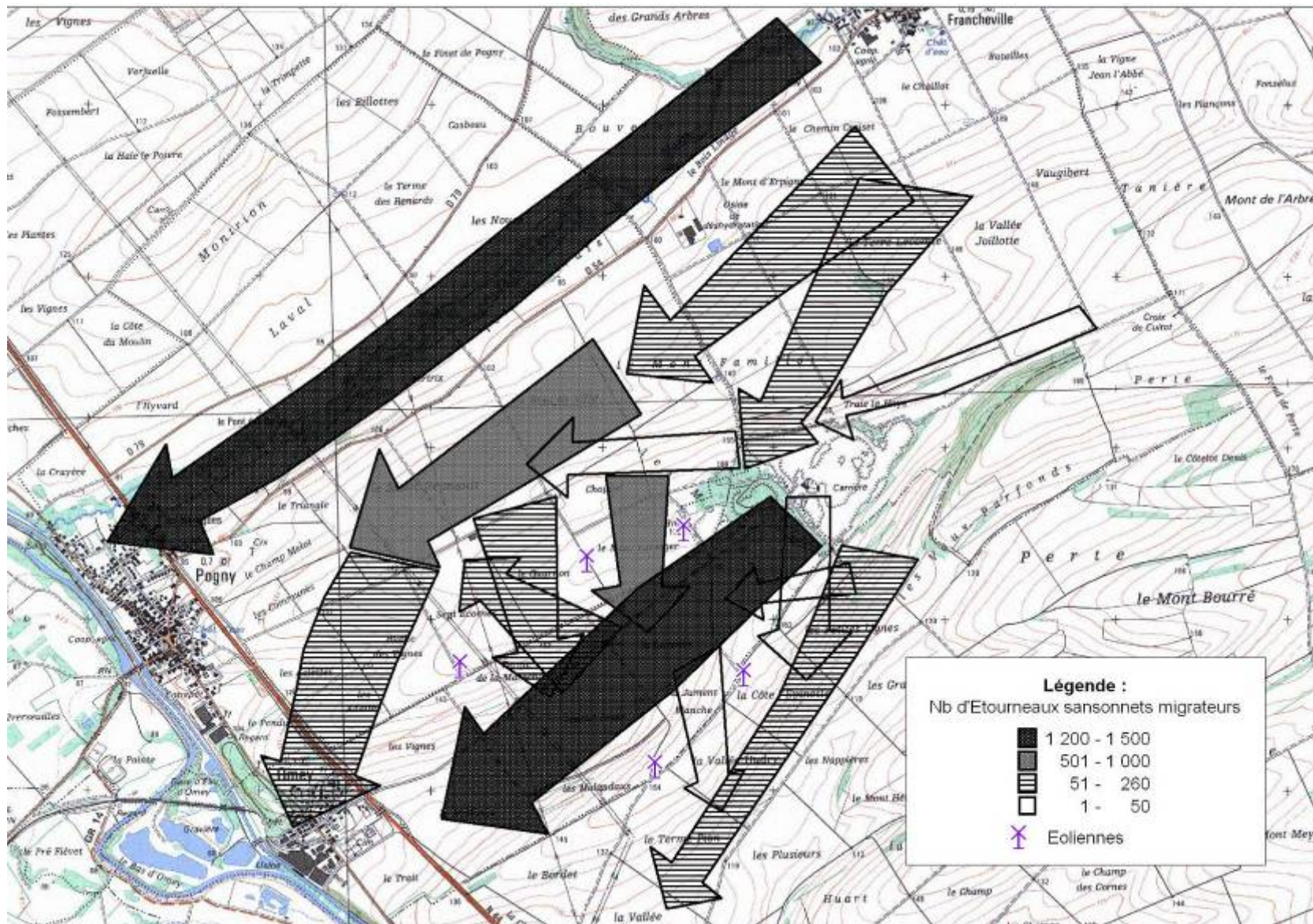
Les Linottes passent aussi bien au centre du parc, au dessus du vallon nord-ouest que sur la vallée de la Moivre et des axes secondaires entre les éoliennes.

Remarque sur les passages postnuptiaux des Hirondelles rustiques (Carte n° 23)

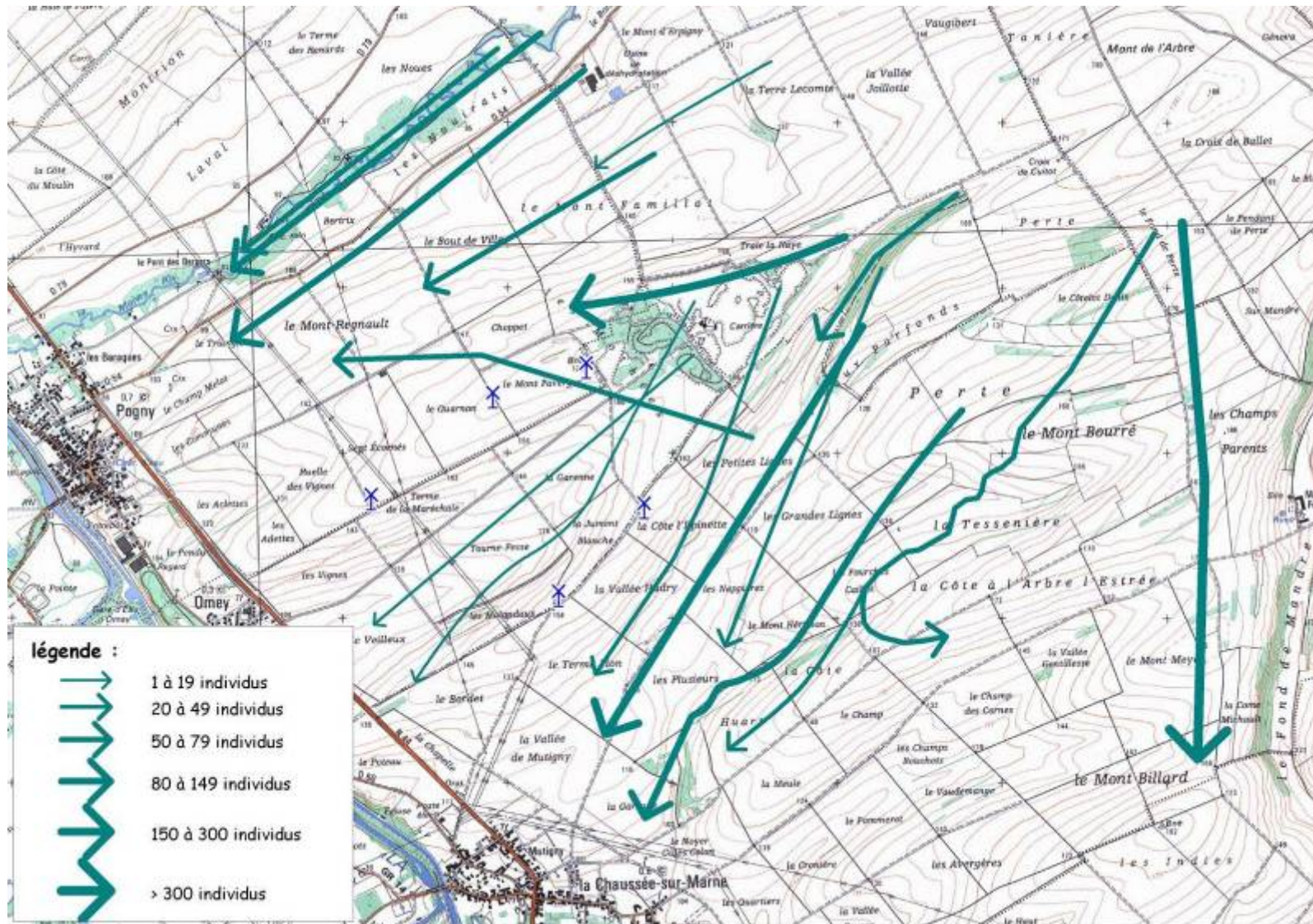
Le bois de l'ancienne carrière, servant probablement de point de repère, draine une part importante des migrateurs. Les hirondelles, qui aiment migrer proche du sol, utilisent principalement les vallons passant par le centre du parc ou celui au sud-est. Les hirondelles sont peu sensibles aux mouvements des éoliennes et la très grande majorité traverse la zone sans montrer de réactions.



Carte 24 : répartition des vols de Bergeronnette grise *Motacilla alba* en période postnuptiale entre 2006 et 2008



Carte 25 : répartition des vols de l'Etourneau sansonnet *Sturnus vulgaris* en période postnuptiale entre 2006 et 2008



Carte 26 : répartition des vols de Vanneau huppé *Vanellus vanellus* en période postnuptiale entre 2006 et 2008



Carte 27 : répartition des vols de Pigeon ramier *Columba palumbus* en période postnuptiale entre 2006 et 2008

Remarque sur les passages postnuptiaux des Bergeronnettes grises (Carte n° 24)

Les comportements des Bergeronnettes grises sont proches de ceux des Pipits farlouses. Elles utilisent principalement la vallée de la Moivre ainsi que le centre du parc et les axes qui contournent le parc par le nord-ouest. Rappelons qu'il s'agit d'une espèce peu réactive, le seul point critique est l'éolienne se trouvant près du bois de la carrière.

Remarque sur les passages postnuptiaux des Etourneaux sansonnets (Carte n° 25)

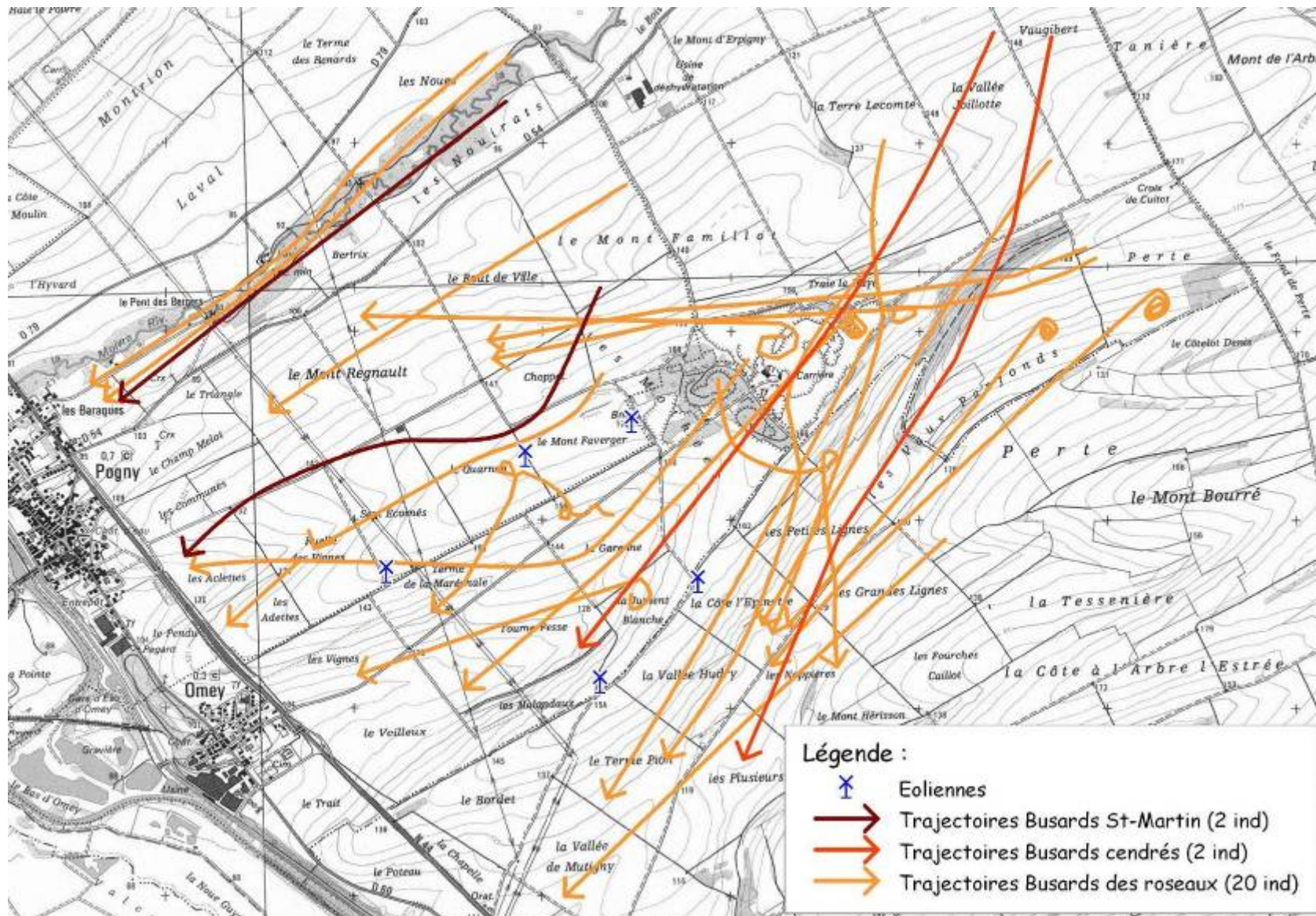
Les étourneaux passent de manière assez homogène, on note que les axes passant sur la vallée de la Moivre et par le centre du parc drainent une grande partie du flux. Ce qui concorde avec le fait que cette espèce soit moins sensible aux éoliennes que d'autres passereaux. Mais au sein des grands groupes, il suffit qu'un individu réagisse pour que la panique se propage et provoque alors des réactions de groupe parfois violentes.

Remarque sur les passages postnuptiaux des Pigeons ramiers et Vanneaux huppés (cartes 26 et 27) :

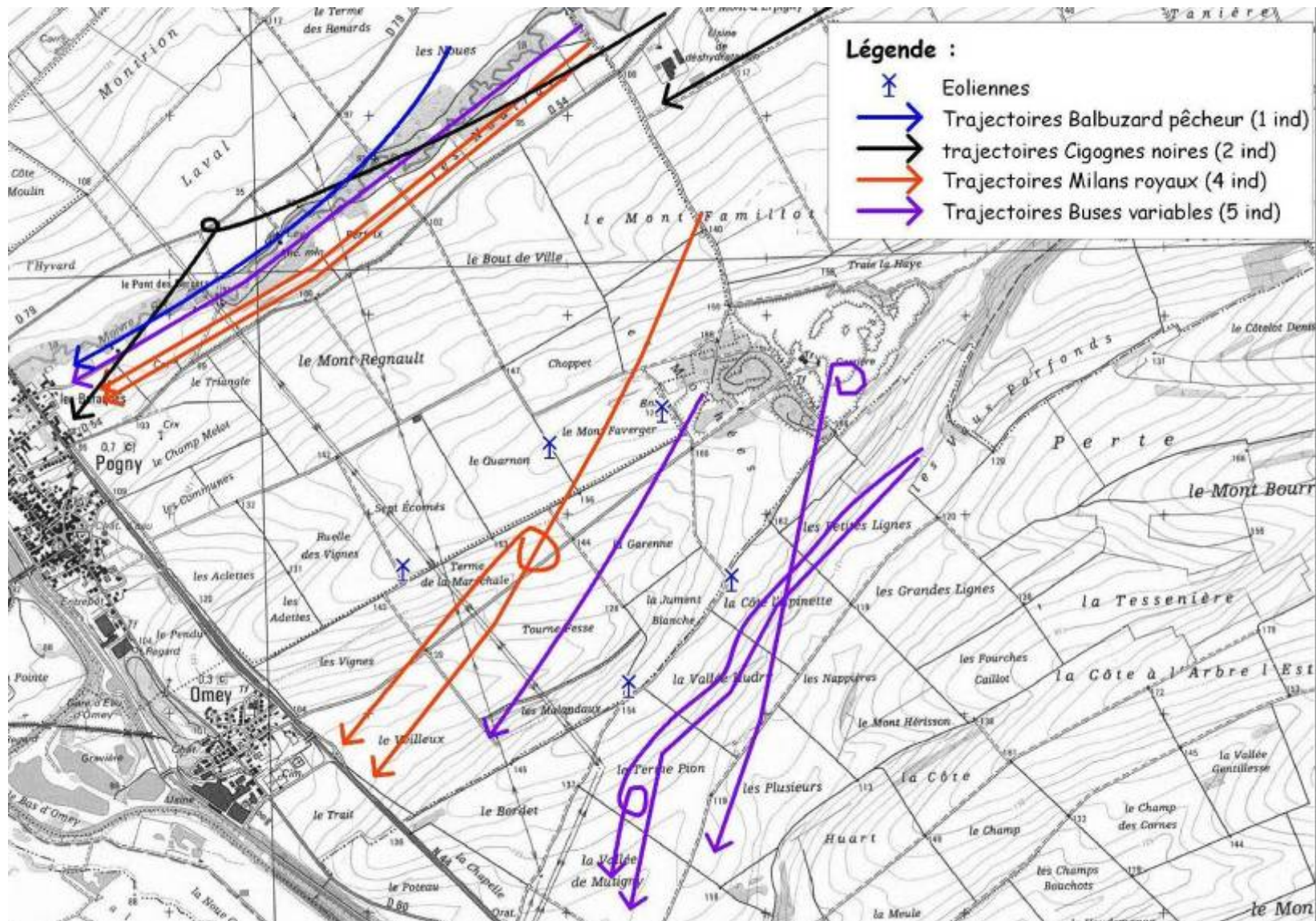
A la vue des cartes retraçant les parcours empruntés par les Vanneaux huppés et les Pigeons ramiers, il est évident qu'il s'agit de deux espèces très sensibles aux éoliennes.

Le constat sur les Vanneaux avait déjà été fait en 2005 et cette tendance s'est confirmée. Le nombre de vol passant à proximité des éoliennes est négligeable par rapport à ceux se détournant ou passant à l'ouest et à l'est. De plus, les deux seuls groupes observés entre les deux lignes d'éoliennes, entre 2006 et 2008, concernent seulement un groupe de 4 oiseaux se suivant en file indienne (comportement peu habituel chez cette espèce) et un modeste groupe de 10 oiseaux ayant choisi cette option un jour où 4 éoliennes sur 5 étaient à l'arrêt. Les autres vols qui sont passés à proximité du parc concernaient pour le premier, 65 oiseaux passant entre l'éolienne 3 et 4, mais à très grande hauteur, pour le second, un vol de 29 contournant par le sud-est à moins de 300 m des éoliennes n°1 et 2 mais qui étaient à l'arrêt à ce moment là.

Pour les pigeons (carte n° 27), l'analyse est moins aisée car 65 % des oiseaux observés en trois ans passent par la vallée de la Moivre et il est difficile d'évaluer quelle part d'oiseaux aurait utilisé ce couloir de manière naturelle et quelle part s'est détournée en amont du parc éolien. Pour le reste des effectifs, la tendance semble malgré tout assez nette avec une minorité passant entre les lignes ou entre les éoliennes.

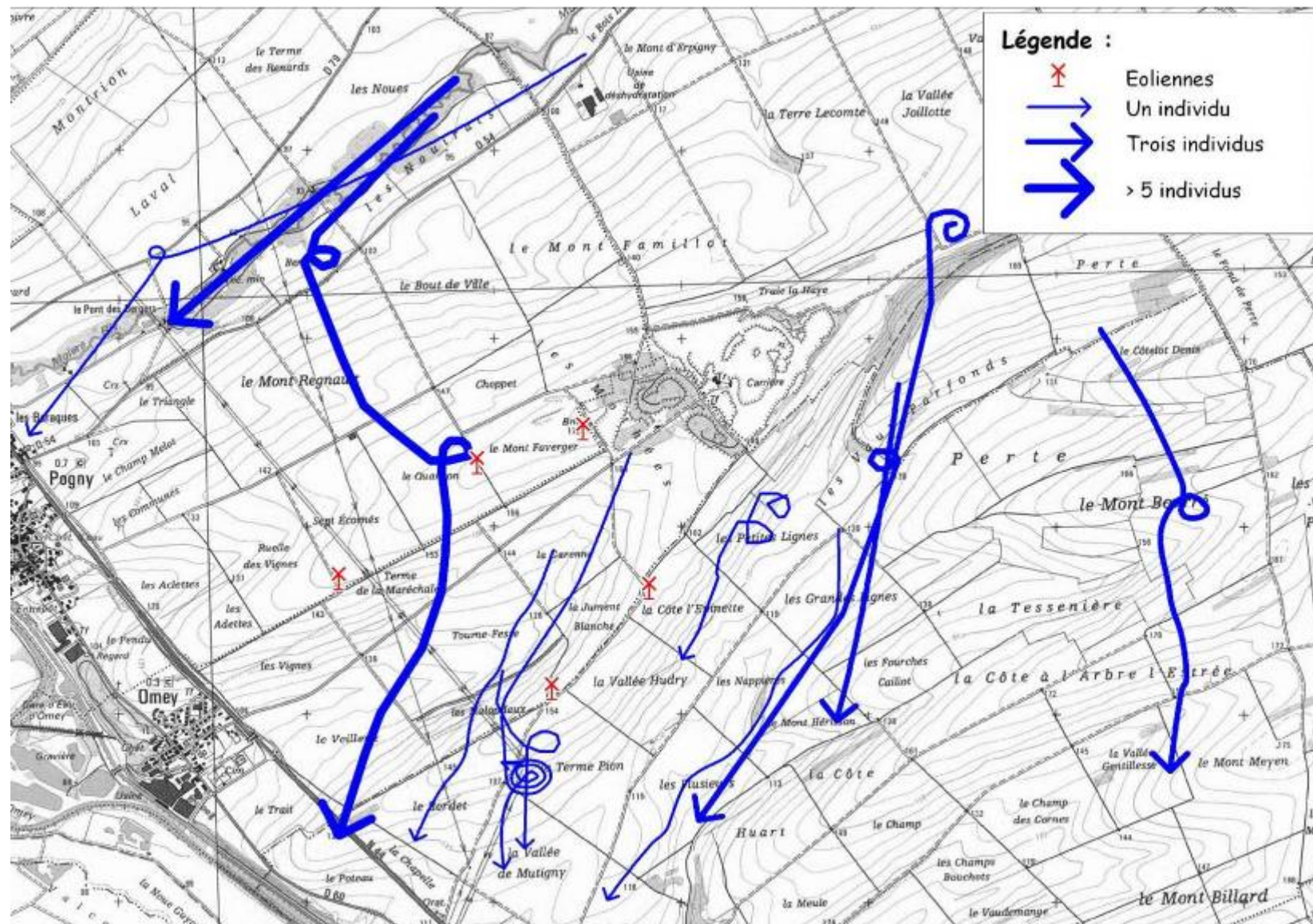


Carte 28 : répartition des vols de busards *Circus sp.* en période postnuptiale entre 2006 et 2008



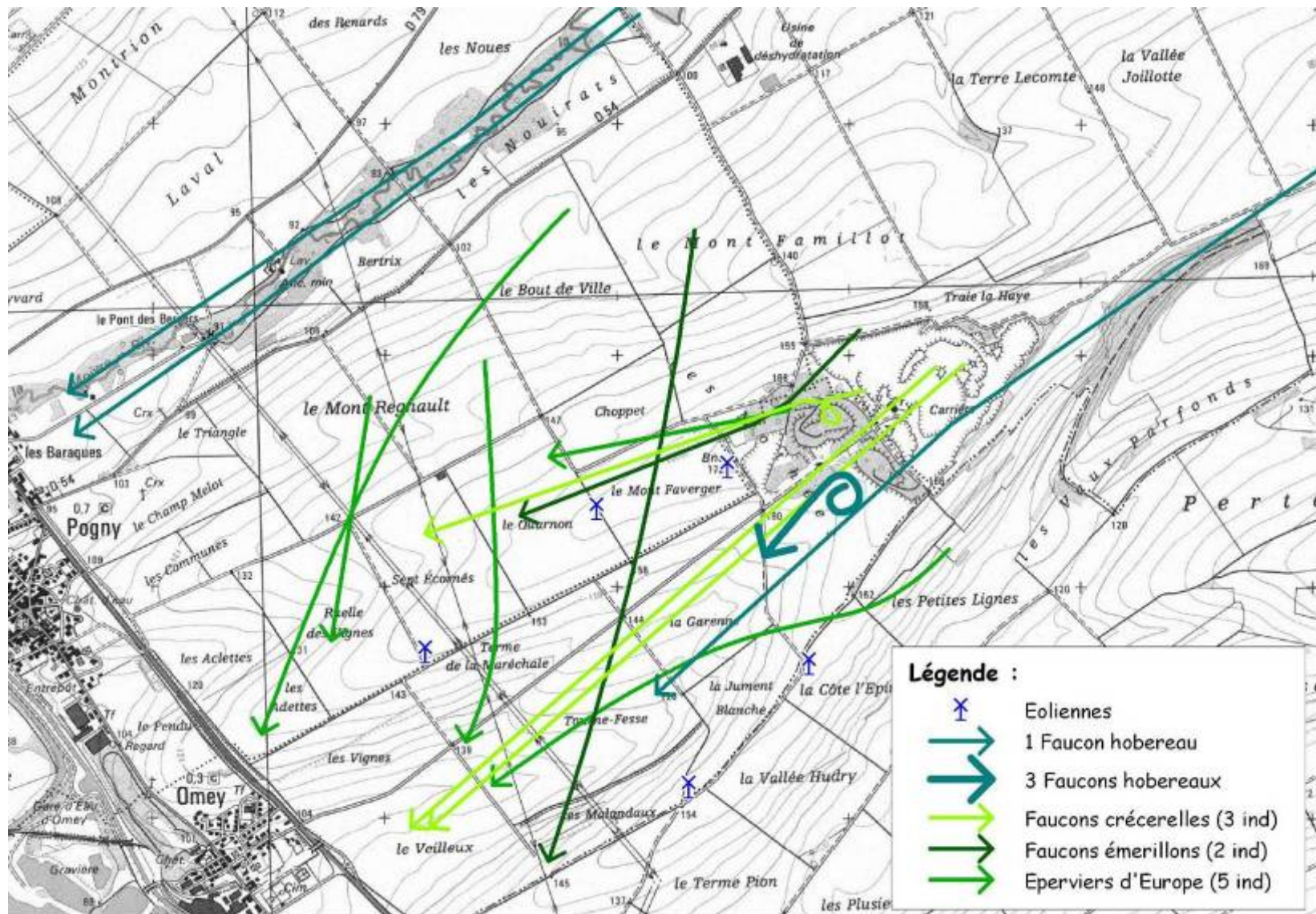
Carte 29 : répartition des vols de rapaces ou grands voiliers en période postnuptiale entre 2006 et 2008

Synthèse de l'impact de l'éolien sur l'avifaune migratrice sur cinq parcs éolien en Champagne-Ardenne



Carte 30 : répartition des vols de Bondrée apivore *Pernis apivorus* en période postnuptiale entre 2006 et 2008

Synthèse de l'impact de l'éolien sur l'avifaune migratrice sur cinq parcs éolien en Champagne-Ardenne



Carte 31 : répartition des vols de faucons et éperviers en période postnuptiale entre 2006 et 2008

Remarques sur les passages migratoires postnuptiaux des rapaces et grands voiliers :

La majorité des planeurs passent en périphérie du parc, notamment sur l'axe de la vallée de la Moivre. Une partie est attirée par le bois de la carrière d'où les trajectoires s'écartent ensuite en éventail, confirmant une tendance à s'éloigner du parc éolien.

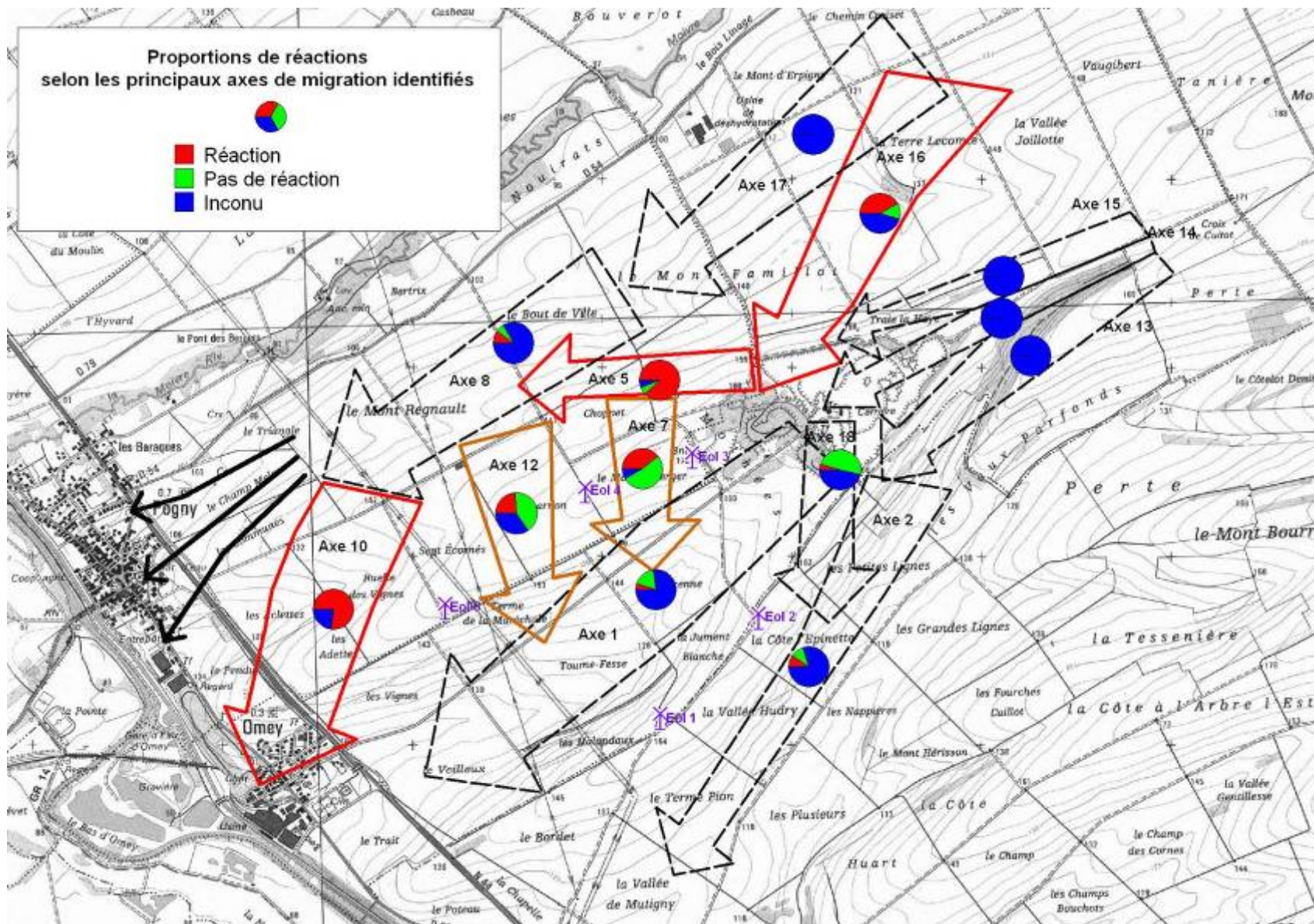
Il est difficile de quantifier cette proportion car certains rapaces semblent réagir plusieurs kilomètres avant les éoliennes et beaucoup d'oiseaux observés avaient probablement déjà entamé un contournement de l'obstacle lorsqu'ils furent repérés.

Une proportion de ces voiliers s'approche malgré tout du parc, les réactions sont alors plus tardives mais existent. Une grande partie le contourne en entier par l'est ou par l'ouest. Une minorité choisit de traverser entre les deux lignes d'éoliennes, les comportements sont alors très variables.

L'analyse des cartes n°28 à n°31 permet de tirer plusieurs conclusions :

- La majorité des busards observés (Busard Saint-Martin *Circus cyaneus*, Busard cendré *Circus pygargus* et Busard des roseaux *Circus aeruginosus*) contourne nettement le parc par le sud-est ou le nord-ouest. Cette "décision" se fait souvent avant ou en arrivant sur le boisement de la carrière. Les quelques oiseaux observés au centre ont soit pris le vallon central à très basse altitude, soit ont pris des ascendances pour passer au-dessus des pales. Dans tous les cas de figure, même si les réactions sont plus ou moins tardives, les oiseaux évitent les éoliennes et ne prennent aucun risque. La vallée de la Moivre est également un couloir recherché et il est probable que des oiseaux choisissent cet axe bien en amont. Pour les busards en migration, le parc est donc vu comme un obstacle à éviter.
- Les Bondrées apivores observées ont été relativement nombreuses et nous permettent de tenter de tirer des conclusions pour cette espèce. Comme les busards, les Bondrées apivores évitent de s'approcher trop près des éoliennes en mouvement. Une partie contourne par le sud-est, une autre suit la vallée de la Moivre. Les bondrées osant s'aventurer au centre du parc passent soit largement au-dessus des rotors en prenant des ascendances soit au centre du parc en conservant une distance de "sécurité".
- Les petits rapaces type faucons et Epervier d'Europe *Accipiter nisus*, même s'ils contournent les éoliennes, ont tendance à traverser le parc plus volontiers et semblent moins le considérer comme un obstacle unique (comme c'est le cas pour beaucoup de grands voiliers). Ils semblent moins farouches et les détours sont moins marqués. Le bois de la carrière les concentre et à la sortie de ce boisement, ils choisissent rapidement une trajectoire, soit par le centre du parc soit par le nord-ouest.
- Les autres voiliers observés sont surtout concentrés sur la vallée de la Moivre : Buse variable *Buteo buteo*, Cigogne noire *Ciconia nigra* et Balbuzard pêcheur *Pandion haliaetus* n'ont pas été vus à proximité des éoliennes. Le Milan royal *Milvus milvus* affiche un comportement différent. Certains sont vus non loin des éoliennes, à hauteur des pales. L'espèce semble peu sensible à l'effarouchement, ce qui augmente considérablement les risques de collision.

A noter qu'aucun vol de Grue cendrée *Grus grus* n'a été observé en migration postnuptiale à proximité du parc.



Carte 32 : Proportions de réactions selon les principaux axes de migration identifiés

La carte 32 transcrit le taux de perturbations enregistré sur les migrateurs selon les axes qu'ils empruntent. Les résultats sont loin d'être homogènes.

On voit nettement que les flux migratoires les plus perturbés se situent au nord et au nord-ouest du parc, autour des éoliennes n°3 et n°4. Une grande partie des oiseaux arrivant sur l'éolienne n°3 (environ 4000 oiseaux observés), via le bois de l'ancienne carrière et la vallée de la Moivre, réagissent fortement à l'approche du parc, contournant ensuite cette éolienne. Sur 77% de réactions pour les oiseaux renseignés, le contournement qui s'ensuit se fait :

- facilement, par le centre du parc en utilisant l'axe n°1 (21,3% de réaction seulement) ;
- très difficilement, par les axes n°5 et n°7 (93% et 43% de réactions observées).

98,5% des réactions de demi-tours et 56% des réactions d'arrêts notés durant ce suivi proviennent des axes 1, 5, 7 et 16.

Une partie des oiseaux arrivant par l'axe n°17 poursuit tout droit via l'axe n°8 puis traverse la vallée de la Marne au-dessus du village de Pogny (cela concerne des milliers d'oiseaux). Même si quelques réactions sont notées, il est impossible de savoir si une partie de ce flux évite le parc ou non. Les groupes d'oiseaux, tentant de traverser la ligne nord-ouest du parc (plus de 1200 oiseaux concernés), optent pour l'axe n°12 ou/puis n°10. Les réactions sont, dans ce cas de figure, plus ou moins importantes mais bien réelles (37% de réactions pour les oiseaux renseignés sur l'axe 12 et 100 % sur l'axe 10).

Pour les oiseaux arrivant par le nord-est du boisement de l'ancienne carrière (axes n°13, 14 et 15), on note beaucoup moins de réactions. Il est probable que les oiseaux aient fait le choix en amont de passer par le vallon central et comme l'observateur est souvent placé au centre du parc, il ne peut appréhender s'il y a eu réaction au préalable. Le pourcentage de vols non renseignés est donc très important : plus de 75% des 4600 oiseaux observés sur cet axe. Le second axe le plus utilisé est l'axe n°2 (directement via l'axe n°13 ou l'axe n°18). Là aussi, les réactions sont rares et peu décelables pour les 1500 oiseaux concernés.

En conclusion, si l'éolienne n°3 n'était pas implantée aussi proche du boisement, la disposition du parc serait acceptable car même si une partie des migrateurs réagissait, les distances entre les deux lignes et les différentes éoliennes permettraient à ceux-ci de transiter plus facilement à travers le parc.

Cette éolienne est le gros point négatif du parc du Mont Favarger, elle représente le problème principal et un danger évident pour l'avifaune.

Conclusion sur la migration postnuptiale sur le parc du Mont favarger.

L'analyse des comportements d'évitements montre qu'ils dépendent de nombreux facteurs, notamment la sensibilité de chaque espèce. Une grande partie des migrateurs perçoit le parc comme un obstacle et le contourne dans son ensemble, cette part des migrateurs est bien entendu très difficile à chiffrer et donc sous évaluée. Les oiseaux confrontés au parc du Mont Favarger réagissent de manière différente en fonction du secteur du parc concerné. Il aurait donc été possible d'atténuer l'incidence du parc grâce à une implantation tenant compte des observations faites lors d'une étude préalable.

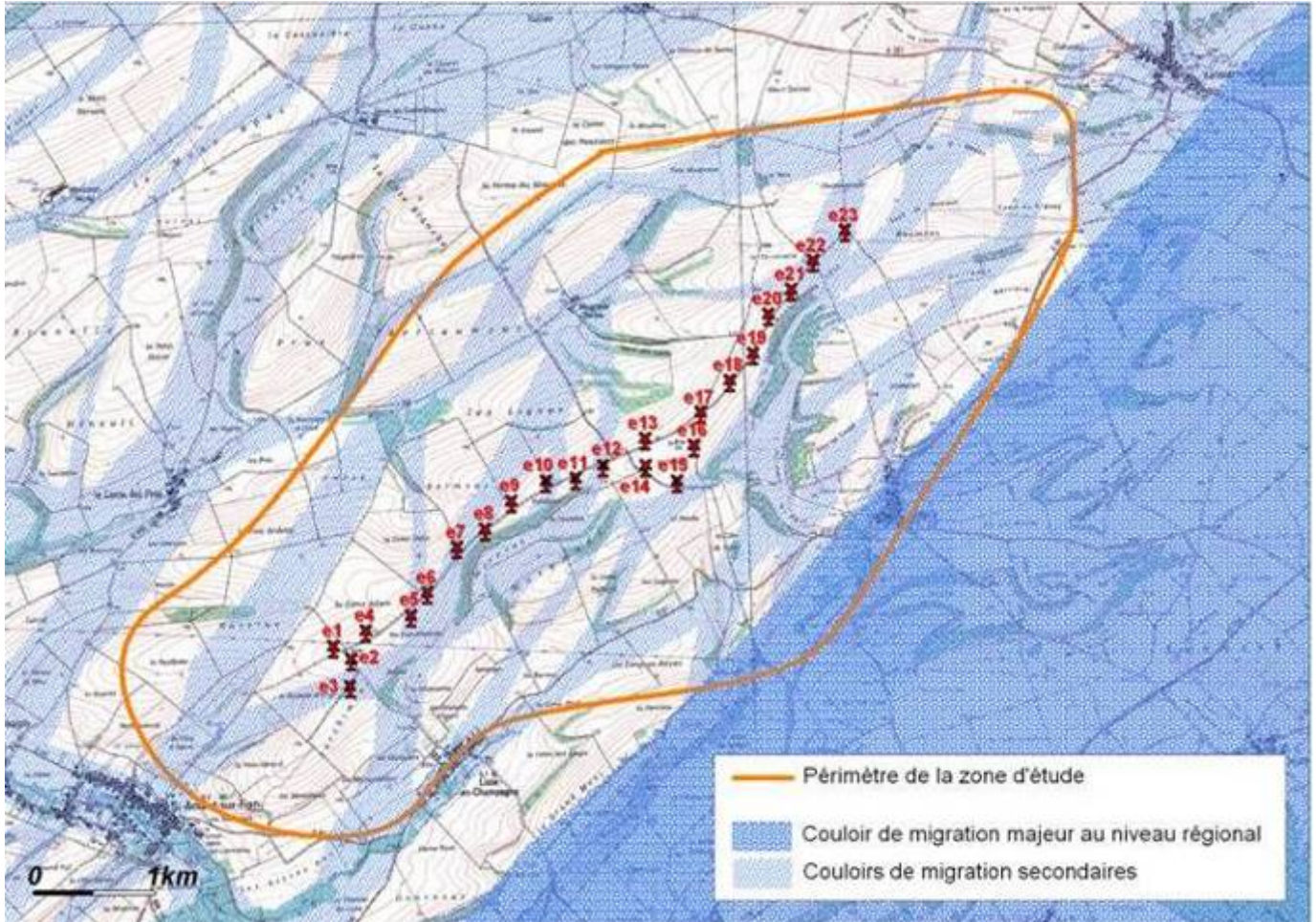
Pour les voiliers dont les grands rapaces, le parc, perçu en avance, est majoritairement évité (exception faite du Milan royal qui prend alors le risque de se faire percuter par les pales). Les petits rapaces (faucons et épervier) en migration semblent moins sensibles. Ils évitent de s'approcher des éoliennes mais n'hésitent pas à traverser entre deux éoliennes ou deux alignements, gardant malgré tout une distance de sécurité.

La configuration du parc, constituée de deux lignes d'éoliennes parallèles au sens de migration et distantes d'au moins 900 mètres, permet à de nombreux oiseaux s'approchant du parc de le traverser. Cette disposition qui n'occasionne pas d'effet barrière montre ici son efficacité pour faciliter la circulation des migrateurs, en particulier par son centre. Cette voie "échappatoire" est cependant très souvent utilisée qu'après une réaction nette à la sortie du boisement de l'ancienne carrière. Certaines réactions observées sont alors très fortes (arrêt, demi-tour) au niveau de l'éolienne n°3 placée beaucoup trop près du boisement.

En conclusion, les 900 mètres entre deux lignes d'éoliennes permettent à de nombreux migrateurs de "trouver une solution" pour traverser le parc mais cette distance semble insuffisante puisque la majorité des migrateurs contourne le parc en amont. L'éolienne n°3, placée à proximité du boisement, est celle qui occasionne le plus d'impact et représente le principal danger sur le parc, le pourcentage des réactions notées autour de celle-ci est très important.

3.2.2 Le parc des Côtes de Champagne

La LPO Champagne-Ardenne a réalisé en 2003 l'état initial pour le parc des Côtes de Champagne ce qui a permis de cartographier les voies préférentielles de migration sur la zone d'étude. Le site se trouve en limite du couloir de migration passant par la champagne humide (carte 33).



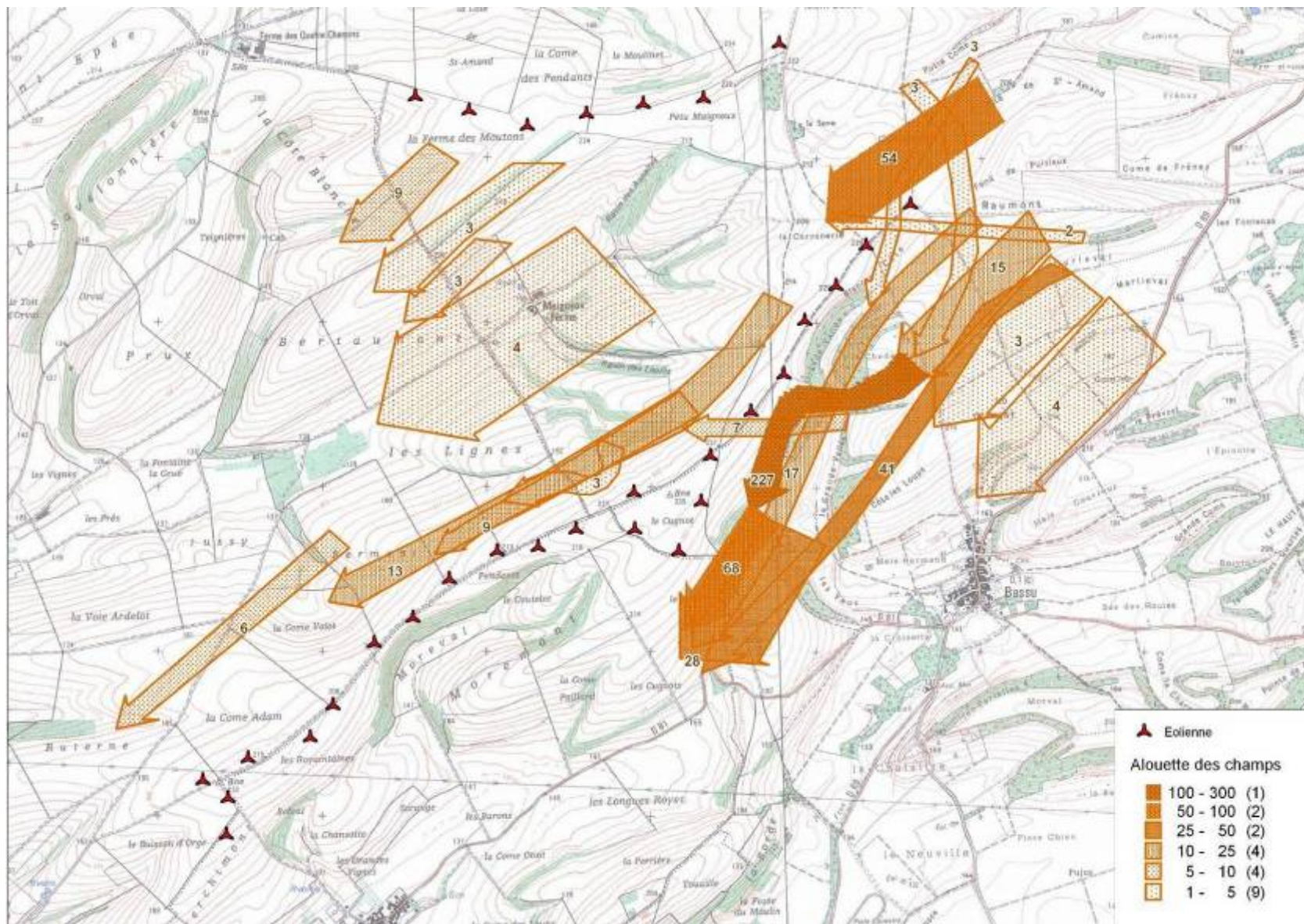
Carte 33 : Couloirs de migration identifiés sur et à proximité du parc éolien avant la mise en place des éoliennes

Le parc éolien se tient sur une crête, orientée nord-est / sud-ouest, ce qui correspond à la direction prise par la majorité des migrateurs transitant par la zone. Toutefois les éoliennes numérotées 11, 12, 13, 14, 22, et 23, avaient été considérées comme gênantes pour la migration. Une attention particulière a donc été apportée à leur suivi.

Les cartes qui suivent ne donnent pas une vision de l'ensemble des observations réalisées au cours des 4 années d'études. Il est par ailleurs difficile d'illustrer l'ensemble du passage migratoire car le relief et l'étendue du parc ne permettent pas d'avoir une vision globale du parc, même lors de sorties réalisées à plusieurs observateurs.

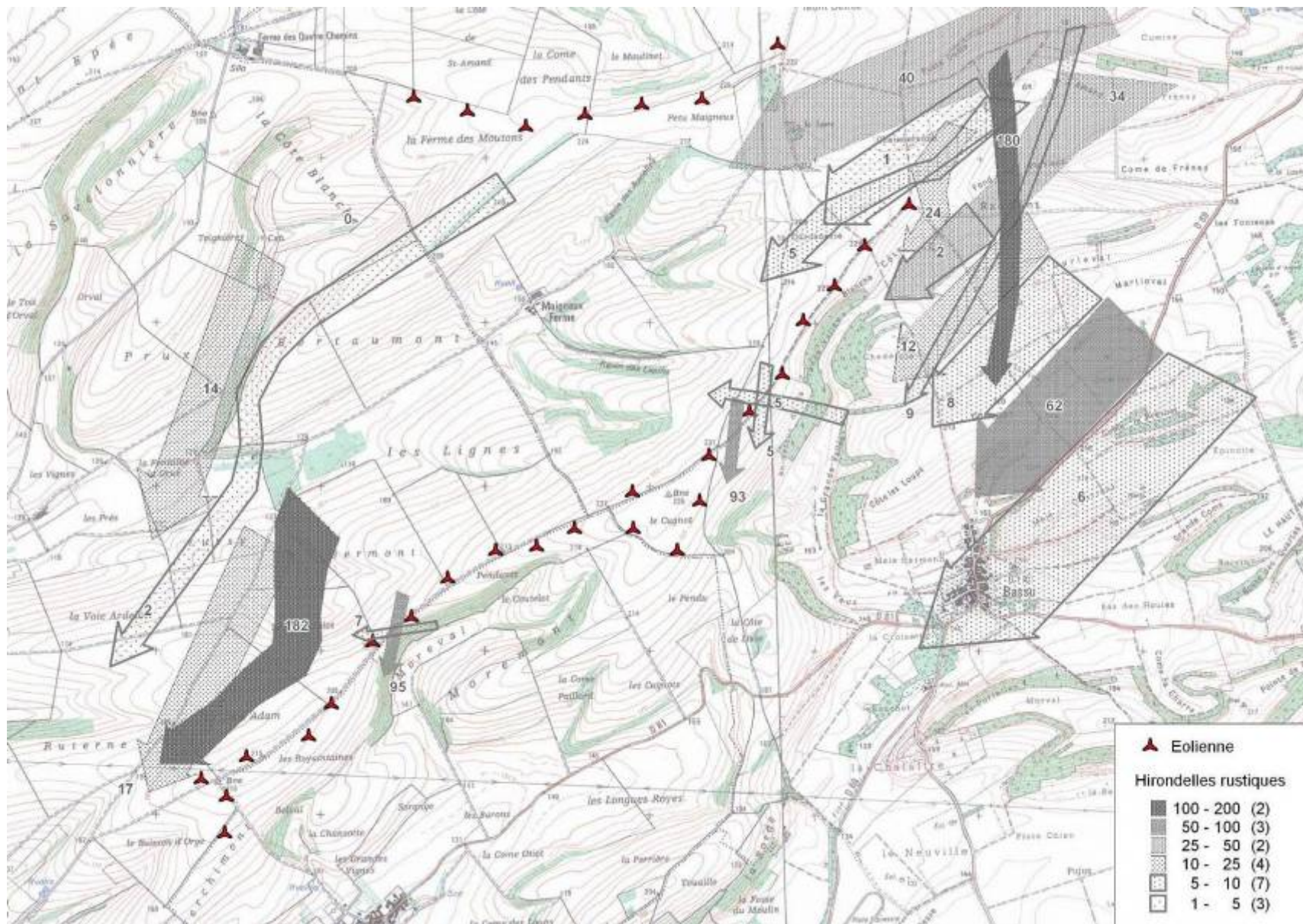
Les cartes qui sont présentées concernent davantage des cas particuliers illustrant de manière claire l'impact du parc sur la migration.

3.2.2.1 Migration postnuptiale



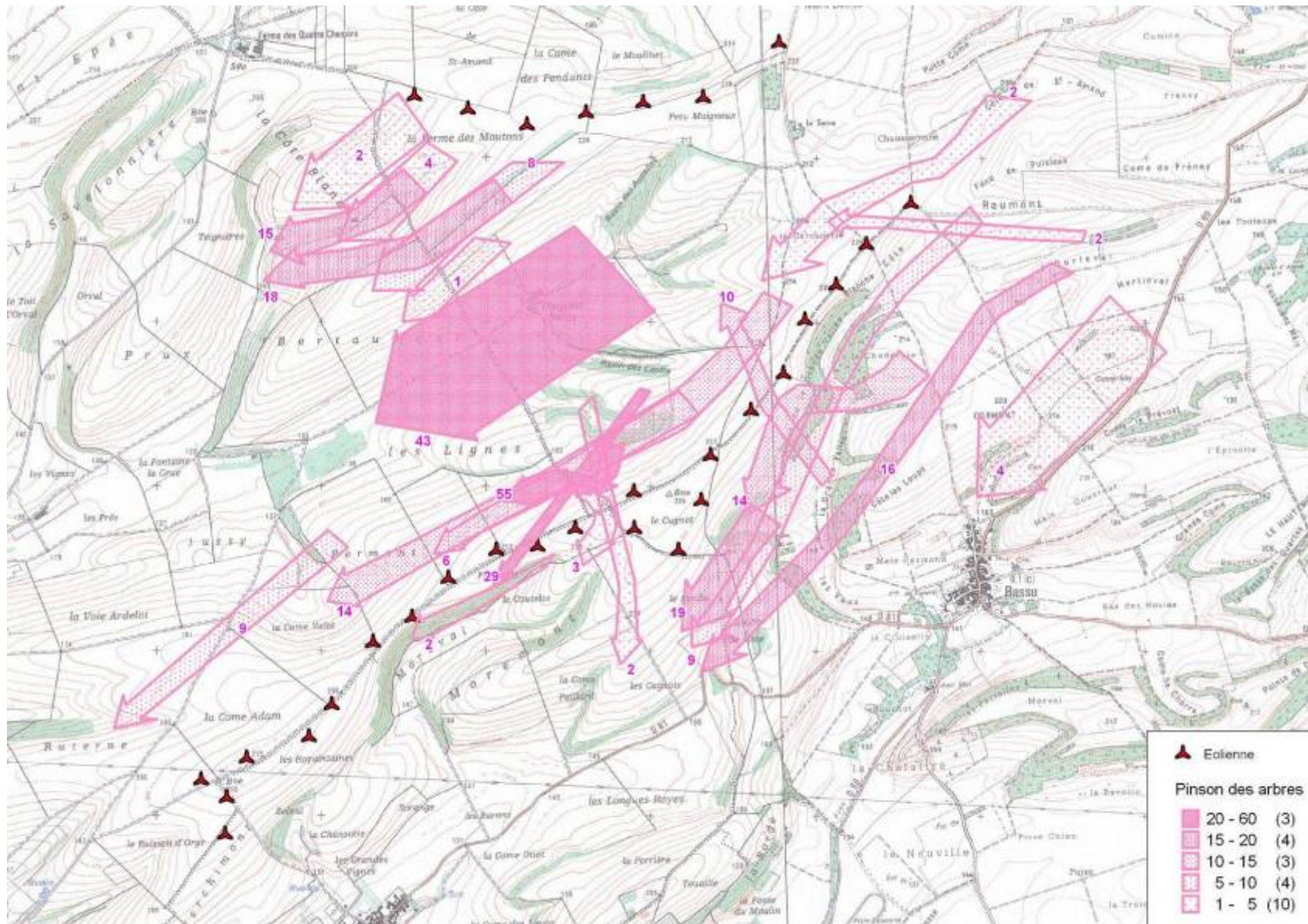
Carte 34 : Répartition par axe des vols d'Alouette des champs *Alauda arvensis* sur toute la période postnuptiale 2007

Synthèse de l'impact de l'éolien sur l'avifaune migratrice sur cinq parcs éolien en Champagne-Ardenne



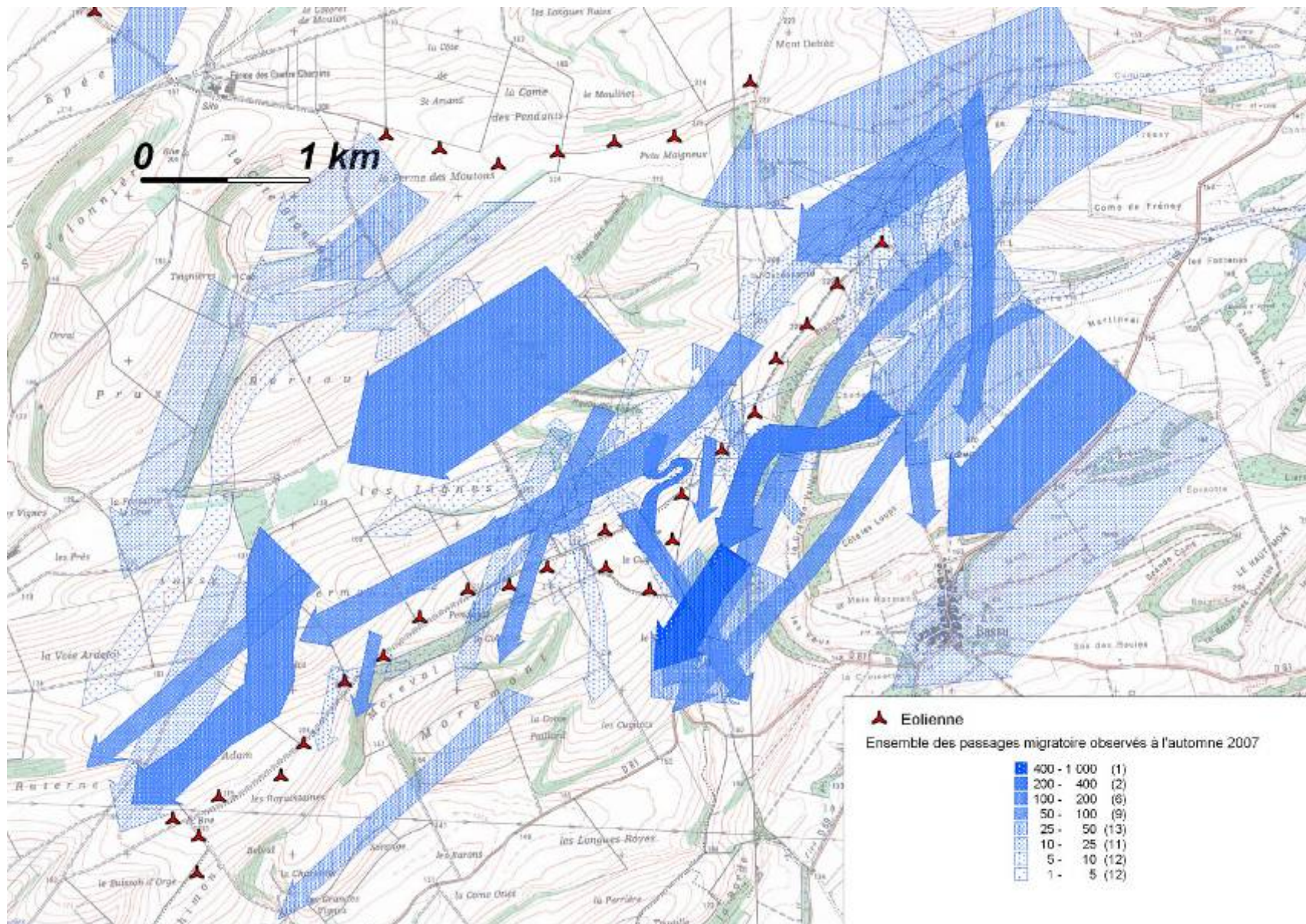
Carte 35 : Répartition par axe des vols d'Hirondelles rustiques *Hirundo rustica* sur toute la période postnuptiale 2007

Synthèse de l'impact de l'éolien sur l'avifaune migratrice sur cinq parcs éolien en Champagne-Ardenne



Carte 36 : Répartition par axe des vols de Pinson des arbres *Fringilla coelebs* sur toute la période postnuptiale 2007

Synthèse de l'impact de l'éolien sur l'avifaune migratrice sur cinq parcs éolien en Champagne-Ardenne



Carte 37 : Répartition par axe des vols de tous les migrateurs sur toute la période postnuptiale 2007

Remarques sur les passages migratoires postnuptiaux de l'Alouette des champs en 2007 (carte 34):

Les vols d'Alouettes des champs sont quasiment tous restés à l'extérieur du parc. Seulement 10 oiseaux sont passés entre les mâts sur les 535 notés en migration active, ce qui confirme la sensibilité de cette espèce.

Remarques sur les passages migratoires postnuptiaux d'Hirondelles rustiques en 2007 (carte 35):

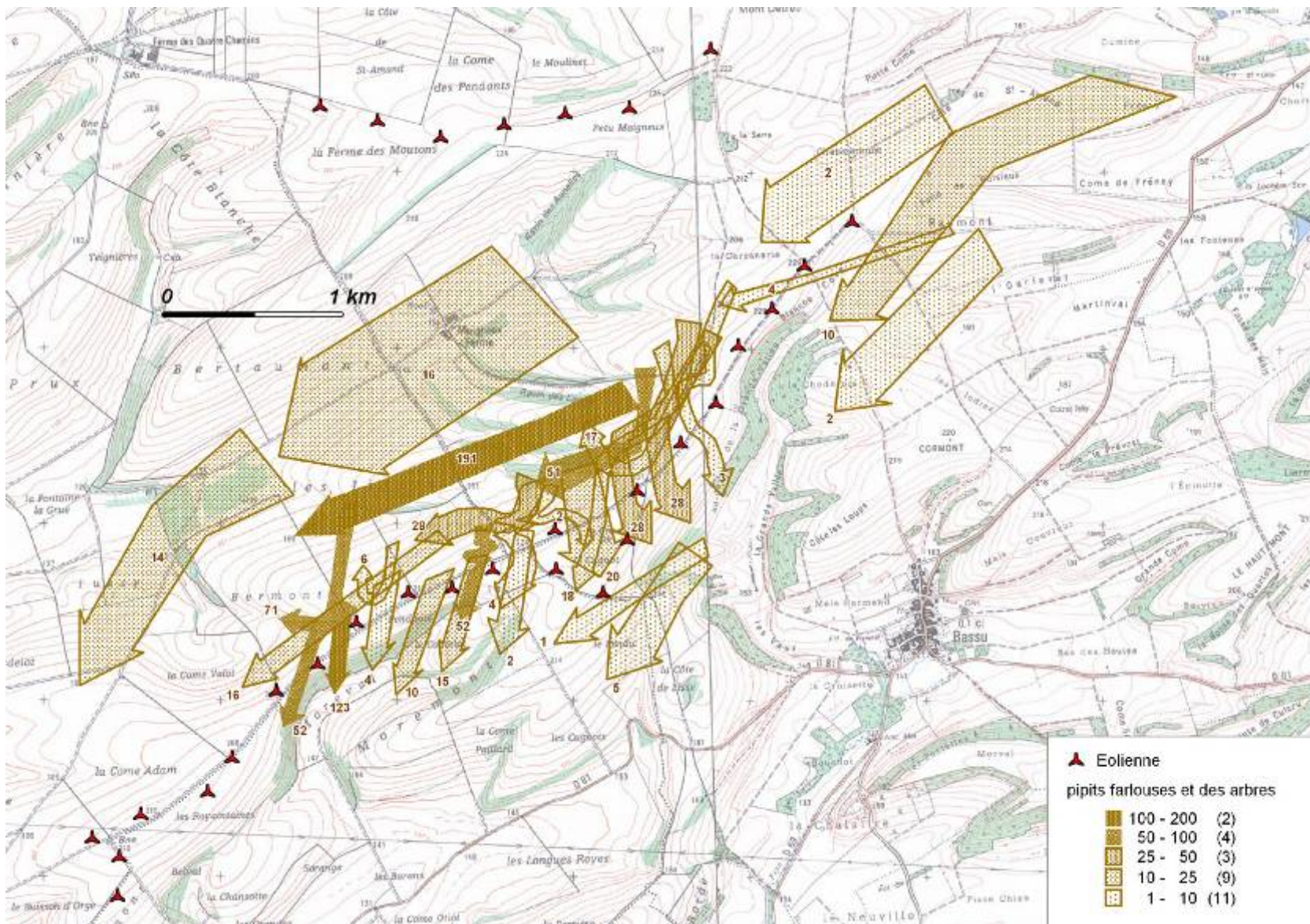
Les Hirondelles rustiques ont en majorité évité le parc, certains groupes se sont même clairement détournés. Il apparaît toutefois deux zones de passage relativement important entre les éoliennes 7 et 8 du côté ouest de la ligne, puis entre 17 et 18. Cependant, ces deux axes ont été observés par une journée brumeuse où la visibilité était assez réduite.

Remarques sur les passages migratoires postnuptiaux des Pinsons des arbres en 2007 (carte 36):

Le passage de part et d'autre du parc apparaît clairement chez cette espèce. Un point de passage très critique est identifié au centre du parc, vers le lieu-dit "le Cugnot", les migrants remontent depuis le vallon vers la crête en survolant les boisements et ce n'est qu'à l'approche du parc que les réactions de panique sont observées. Une majorité des groupes se réoriente à l'ouest pour reprendre le vallon mais une partie s'obstine à franchir, parfois au prix de plusieurs tentatives.

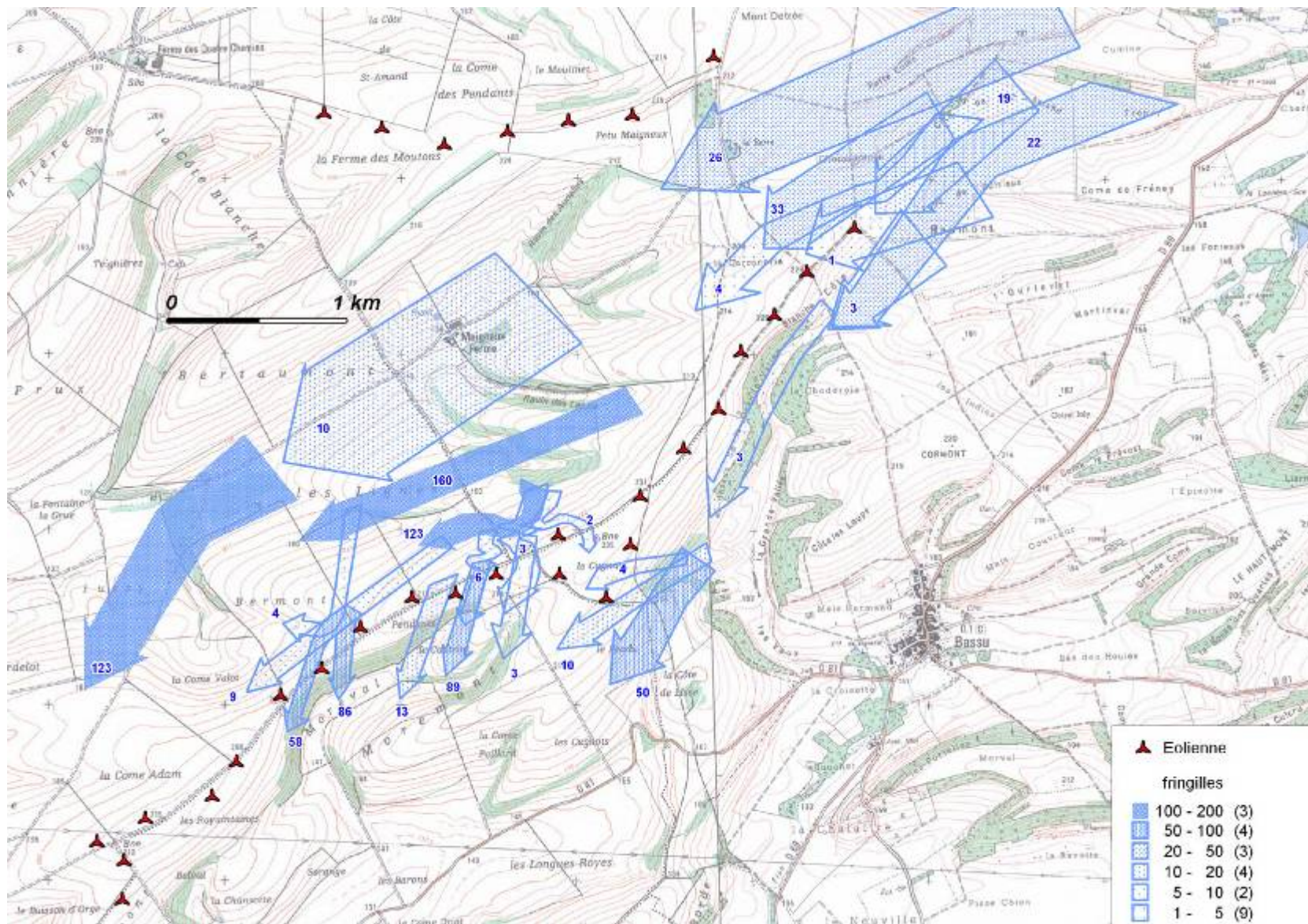
Remarques sur les passages migratoires postnuptiaux de l'ensemble des espèces migratrices en 2007 (carte 37):

Les trajectoires de toutes les espèces se trouvent compilées ici en une seule vue. Le résultat est naturellement influencé par les passereaux en raison de leur supériorité. On retrouve les deux passages de part et d'autre des éoliennes et les zones de circulation au centre du parc. En 2007, le passage observé offre un aspect très linéaire, parallèle au sens de la migration.



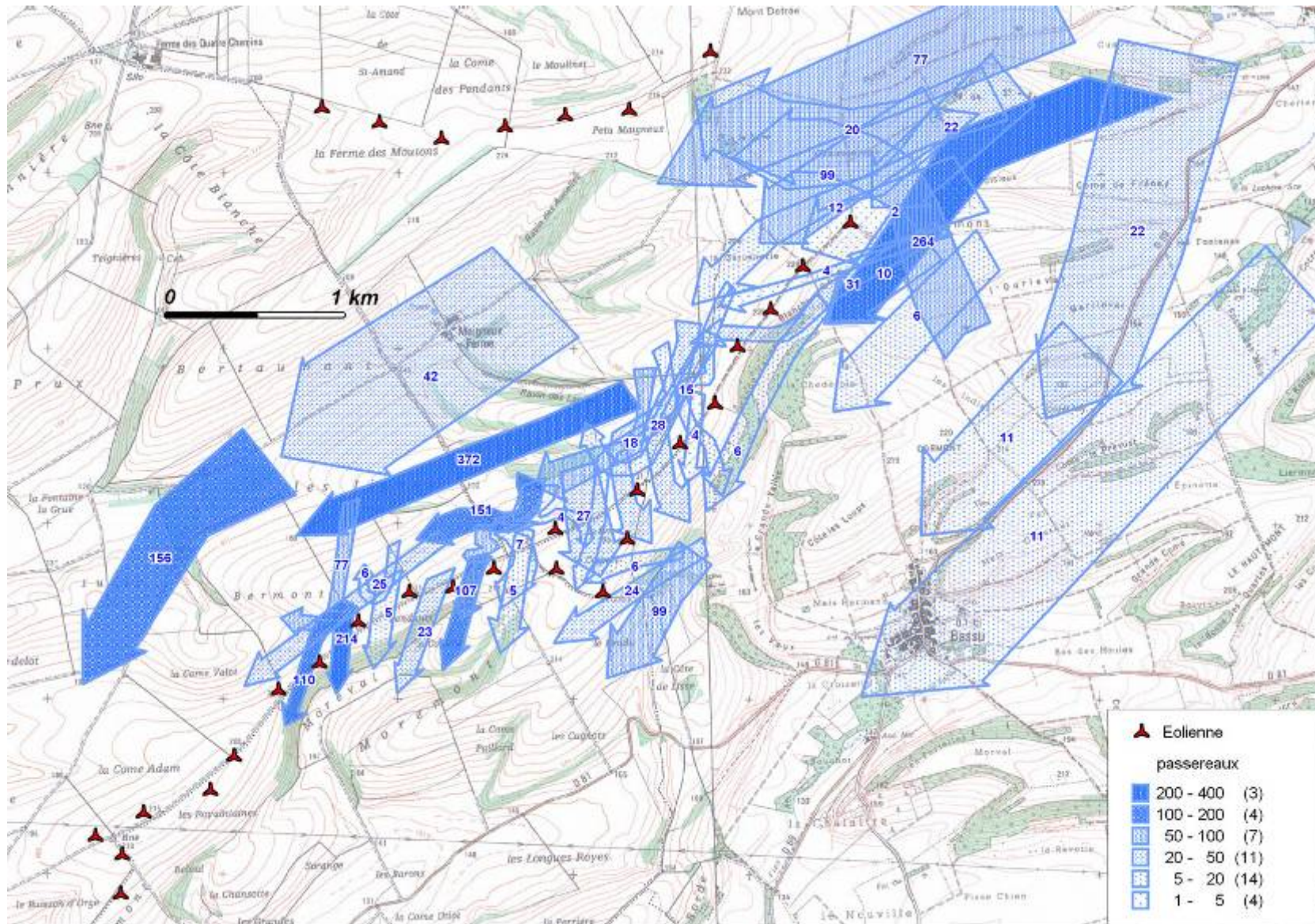
Carte 38 : Répartition par axe des vols de Pipit des arbres *Anthus trivialis* et Pipit farlouse *Anthus pratensis* sur toute la période postnuptiale 2008

Synthèse de l'impact de l'éolien sur l'avifaune migratrice sur cinq parcs éolien en Champagne-Ardenne



Carte 39 : Répartition par axe des vols de fringilles (pinsons, linottes chardonnerets) sur toute la période postnuptiale 2008

Synthèse de l'impact de l'éolien sur l'avifaune migratrice sur cinq parcs éolien en Champagne-Ardenne



Carte 40 : Répartition par axe des vols de passereaux sur toute la période postnuptiale 2008

Remarques sur les passages migratoires postnuptiaux des Pipit des arbres et Pipits farlouses en 2008 (carte 38) :

Cette carte illustre le fait que les deux espèces de pipits, moins sujettes à l'effarouchement que bien d'autres passereaux, passent relativement facilement entre les mâts.

Remarques sur les passages migratoires postnuptiaux des fringilles en 2008 (carte 39) :

La carte regroupant l'ensemble des fringilles est majoritairement représentée par les Pinsons des arbres et la Linotte mélodieuse. Le passage de part et d'autre du parc apparaît clairement chez ces espèces sensibles à l'effarouchement en migration. Le point de passage critique identifié au centre du parc, vers le lieu-dit "le Cugnot", apparaît de manière évidente. Plus à l'ouest, un deuxième point de franchissement de la ligne d'éoliennes se confirme vers les éoliennes 7, 8 et 9.

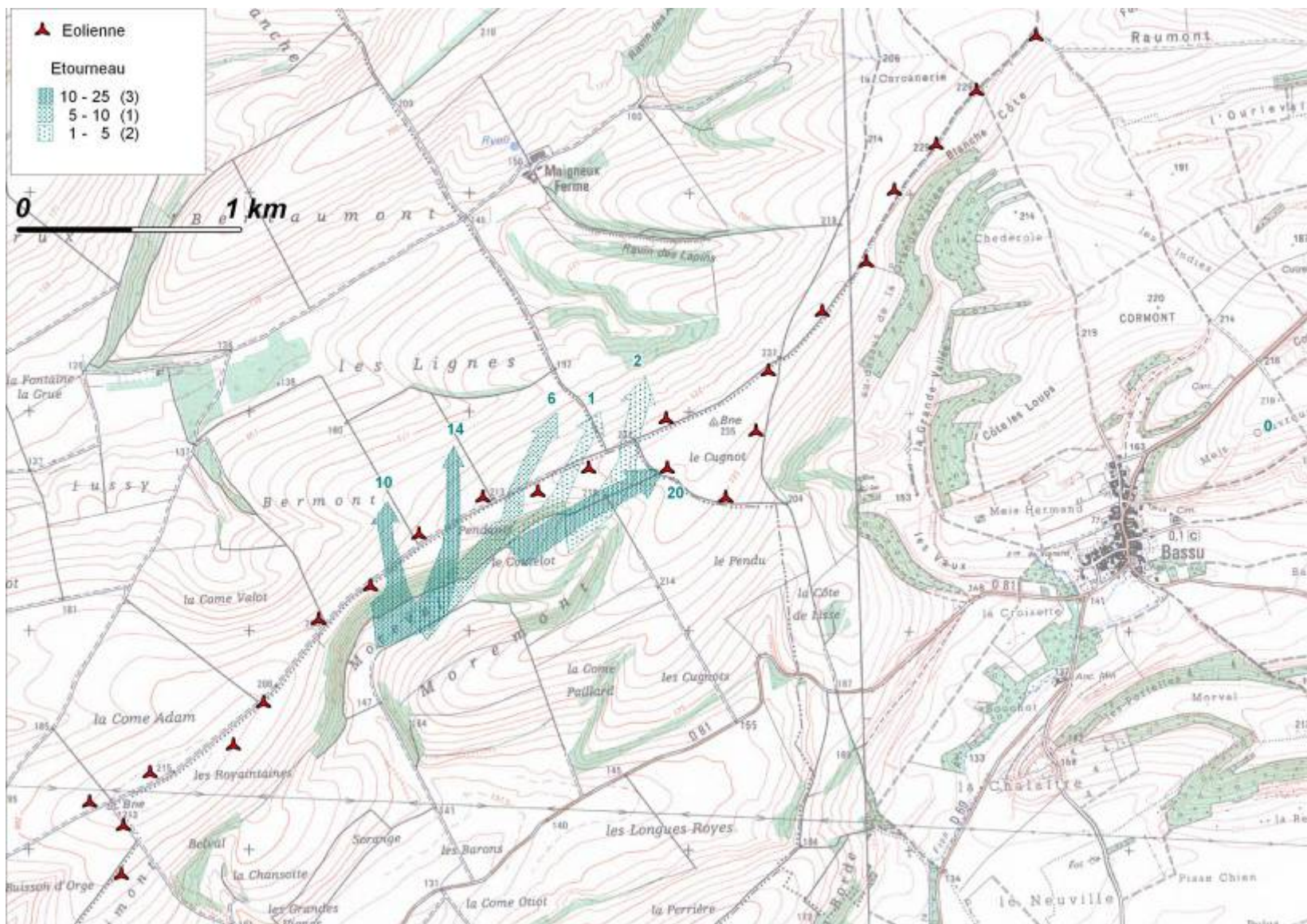
Remarques sur les passages migratoires postnuptiaux de tous les passereaux en 2008 (carte 40) :

Dans cette carte sont rassemblés l'ensemble des passereaux, y compris ceux dont l'espèce n'a pu être déterminée. On voit nettement que les vols se scindent en deux en arrivant sur le parc pour se répartir sur les combes qui le longent de part et d'autre. Ces combes attirent naturellement la grande majorité des passereaux migrants. Ce constat avait déjà été fait au cours de l'état initial, ce n'est donc pas une conséquence de la construction du parc. En revanche les passages qui traversent la crête, entre les mâts sont moins empruntés. Deux points sont plus particulièrement empruntés, un au centre du parc, où sont rassemblées plusieurs éoliennes, et un deuxième entre les éoliennes 7, 8 et 9. Les réactions d'effarouchement sont nombreuses sur ces points de passages entre les éoliennes. Il est probable que les oiseaux cherchant à les franchir ne perçoivent pas, à cet endroit de la crête, d'autres échappatoires. Le premier passage se tient au centre du parc, donc éloigné des extrémités, le deuxième se trouve à un point bas de la crête et il est possible que là encore les oiseaux ne perçoivent pas d'échappatoire évidente de part et d'autre.

3.2.2.2 Migration Pré-nuptiale

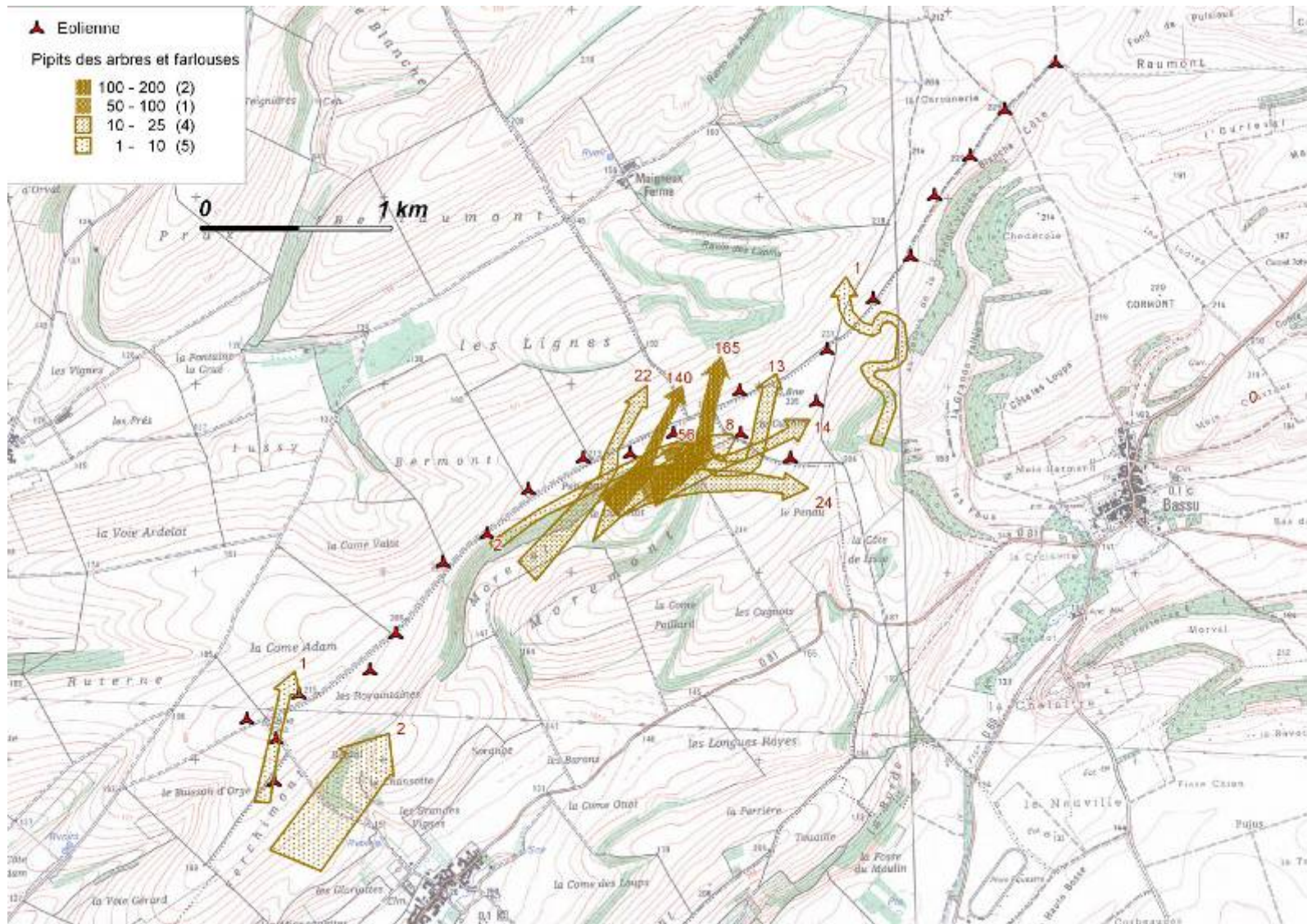
Les efforts d'observations ont été concentrés au centre du parc, à la sortie des combes "Moreval" et "Moremont" où des passages migratoires étaient connus avant l'implantation des éoliennes, ce qui explique la concentration des passages qui apparaît dans les cartes suivantes.

Année 2007



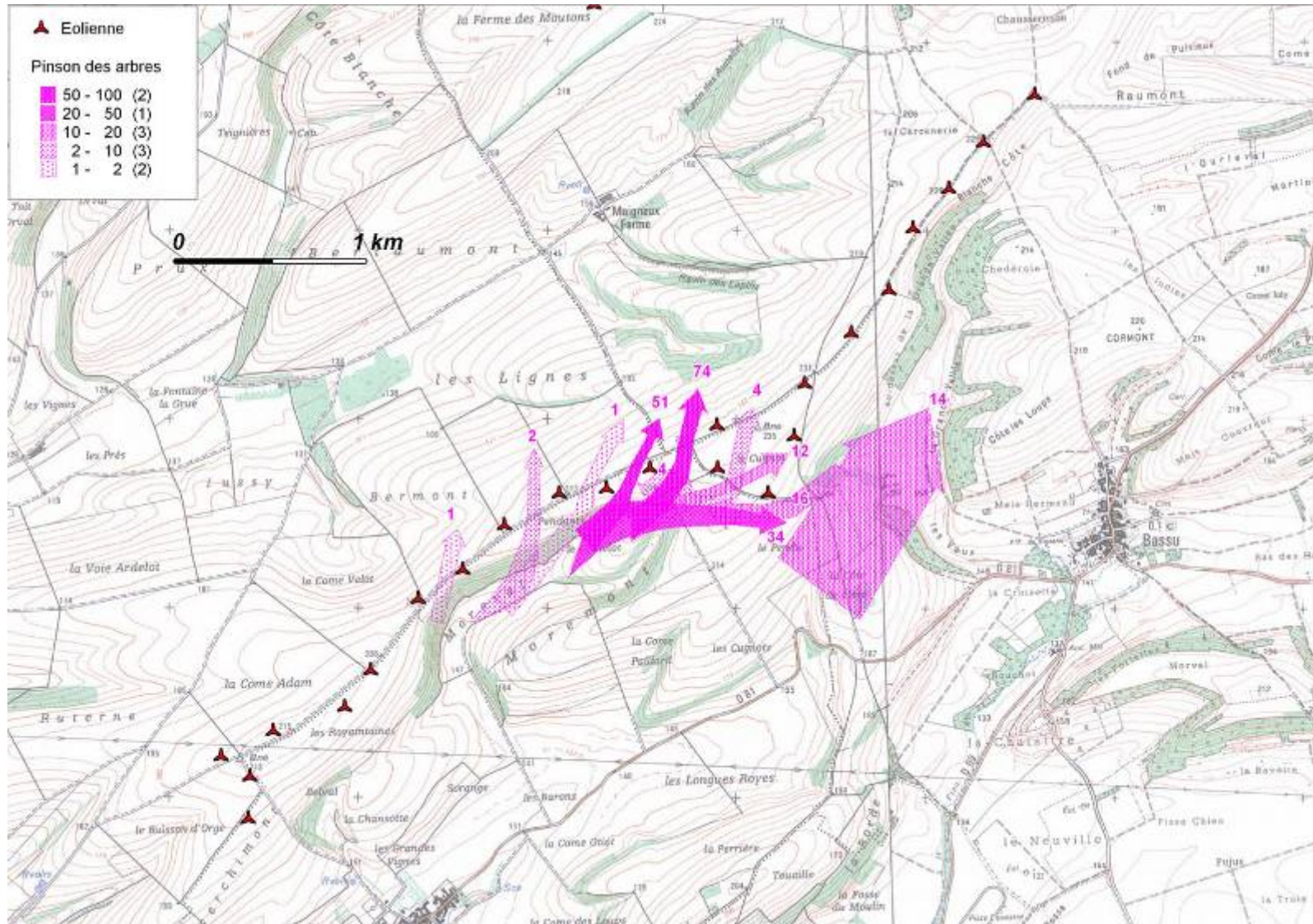
Carte 41 : Répartition par axe des vols d'Etourneaux sansonnet *Sturnus vulgaris* sur toute la période prénuptiale 2007

Synthèse de l'impact de l'éolien sur l'avifaune migratrice sur cinq parcs éolien en Champagne-Ardenne



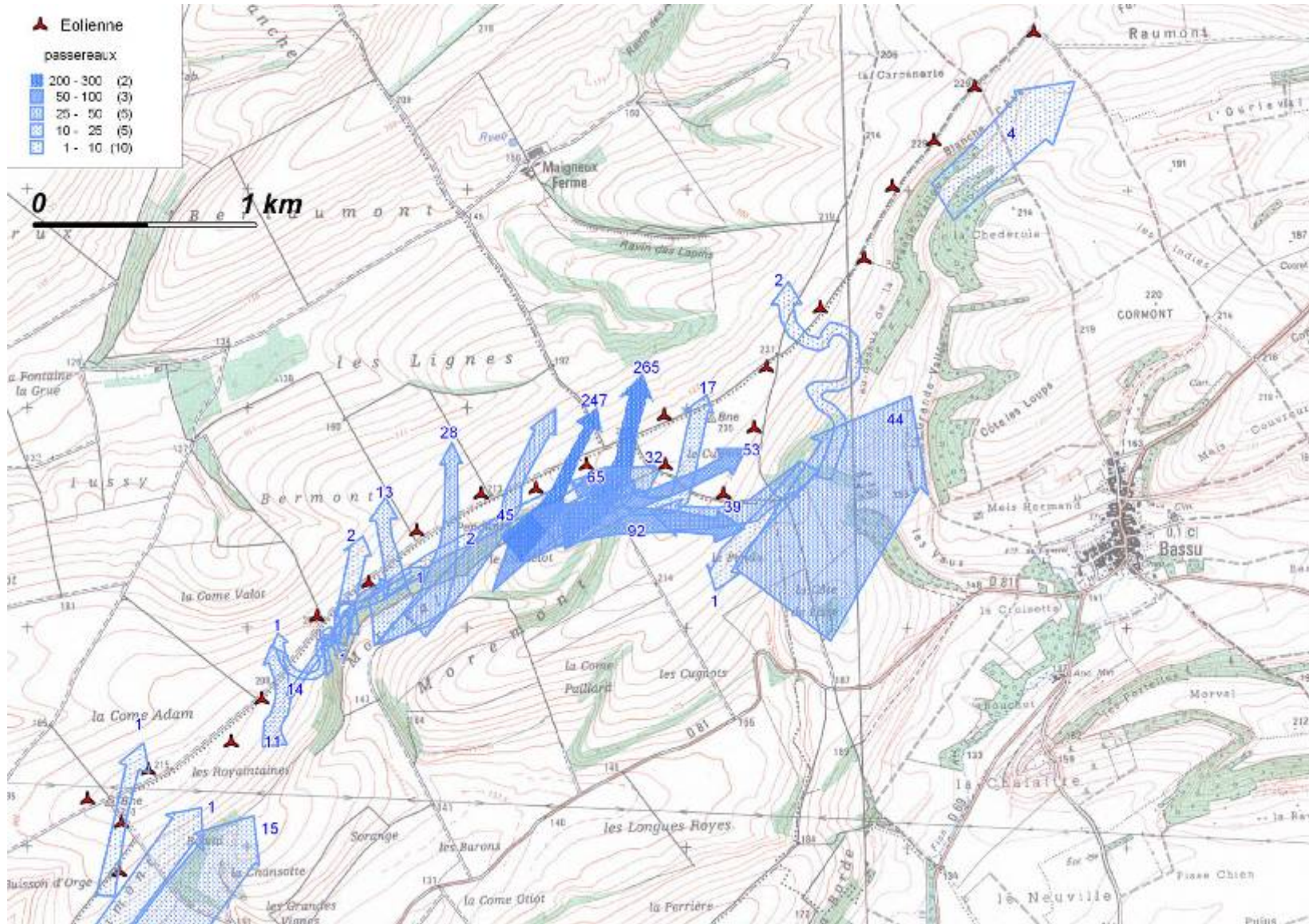
Carte 42 : Répartition par axe des vols de Pipit farlouse *Anthus pratensis* et Pipit des arbres *Anthus trivialis* sur toute la période prénuptiale 2007

Synthèse de l'impact de l'éolien sur l'avifaune migratrice sur cinq parcs éolien en Champagne-Ardenne

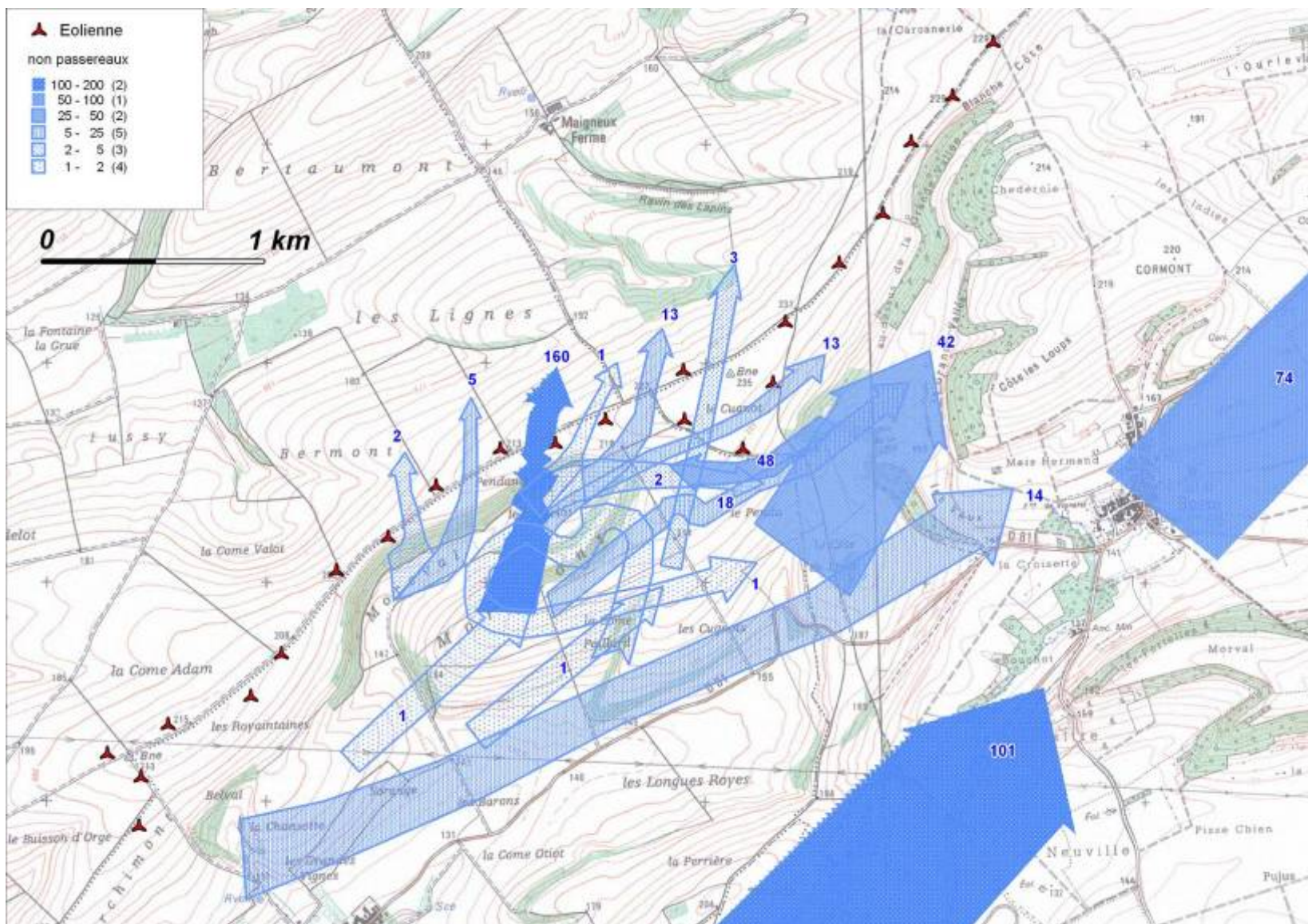


Carte 43 : Répartition par axe des vols de Pinson des arbres *Fringilla coelebs* sur toute la période prénuptiale 2007

Synthèse de l'impact de l'éolien sur l'avifaune migratrice sur cinq parcs éolien en Champagne-Ardenne



Carte 44 : Répartition par axe des vols de passereaux sur toute la période pré-nuptiale 2007



Carte 45 : Répartition par axe des vols d'espèces non passereaux sur toute la période pré-nuptiale 2007

Remarques sur les passages migratoires pré nuptiaux de l'Etourneau sansonnet en 2007 (carte 41) :
Il semble que sa moindre sensibilité à l'effarouchement lui permette de franchir la ligne en plusieurs points, de manière plus homogène que les autres espèces.

Remarques sur les passages migratoires pré nuptiaux des Pipits des arbres et Pipits farlouses en 2007 (carte 42) :

La concentration des vols entre les éoliennes 11 et 13 est représentative des contraintes subies par une espèce qui réagit tardivement. Les vols ont tendance à longer la ligne d'éoliennes jusqu'à ce qu'ils buttent sur le groupe d'éoliennes 13 à 16 qui forme un entonnoir.

Remarques sur les passages migratoires pré nuptiaux des pinsons des arbres en 2007 (carte 43) :

Le Pinson des arbres, dont les deux tiers des migrateurs observés sur ce site ont été jugés sensibles à l'effarouchement, franchissent le lieu-dit "le Cugnot" de manière similaire aux pipits, c'est-à-dire en majorité entre les éoliennes 11 et 13 mais toutefois avec davantage de vols qui contournent complètement le parc par le sud.

Remarques sur les passages migratoires pré nuptiaux des passereaux en 2007 (carte 44) :

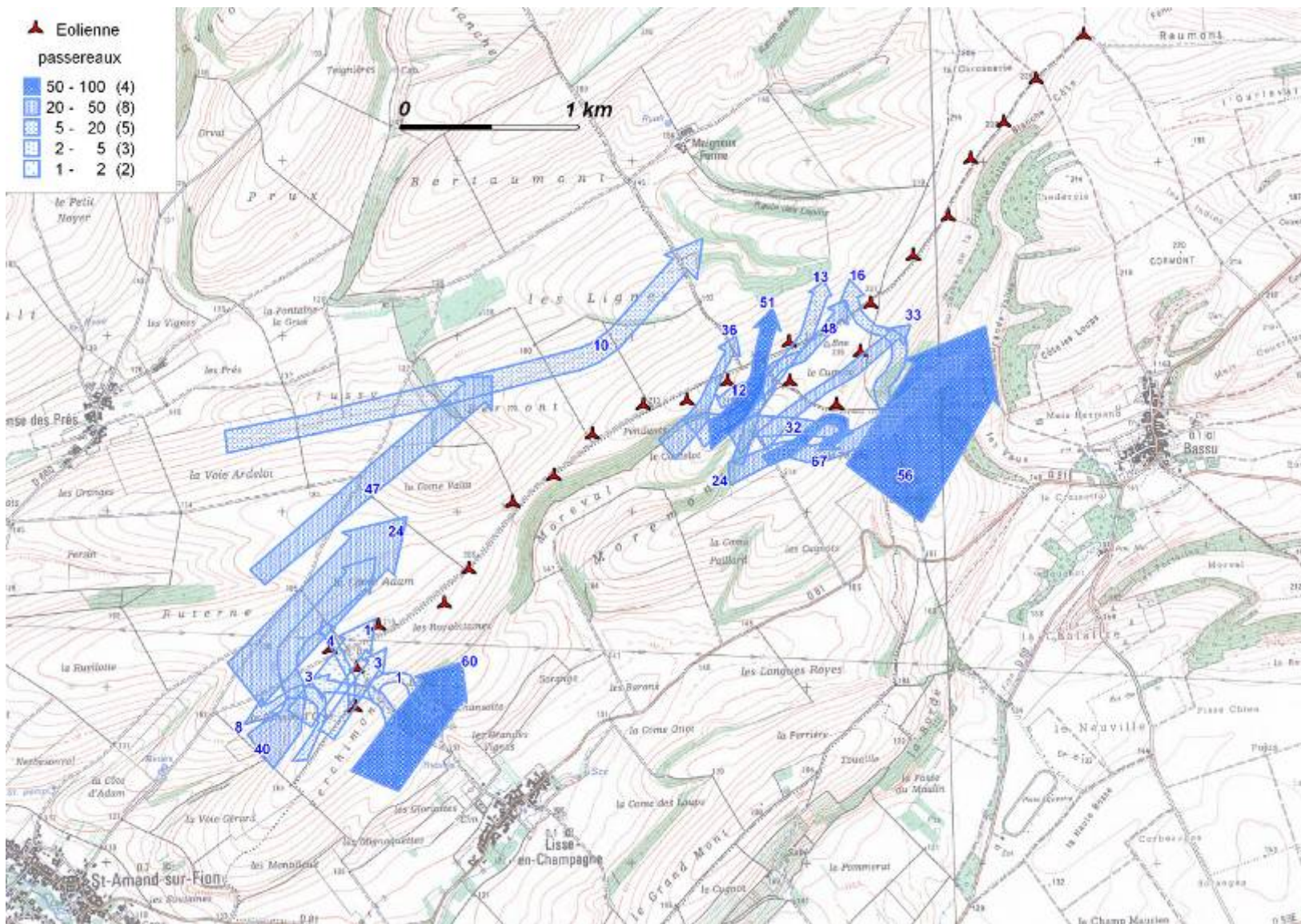
Toutes les espèces de passereaux ont été cumulées dans cette carte. Le choix des observateurs de se focaliser sur le passage du groupe d'éoliennes au centre du parc donne une image biaisée des passages migratoire pour l'ensemble de la zone. La partie est du parc éolien (de l'éolienne n° 18 à 23) n'a pas été suivie au printemps 2007, et l'absence de passage migratoire sur cette partie de la carte ne traduit pas exactement la réalité de terrain. Cependant, les suivis antérieurs avaient montré que la migration y est plus faible et que le relief ne permet pas de repérer et suivre les migrateurs sur de longues distances. En revanche, la partie à l'ouest du "Cugnot", à partir de l'éolienne n°7 a été relativement bien suivie puisque les points de vue choisis permettaient aux observateurs d'y repérer les passages entre les mâts. L'image qui ressort de cette cartographie est révélatrice de l'effet entonnoir provoqué par le groupe d'éoliennes situées au centre du parc.

Remarques sur les passages migratoires pré nuptiaux des espèces autres que les passereaux en 2007 (carte 45) :

Les non passereaux, ici essentiellement des Pigeons ramiers, des Grues cendrées, des Vanneaux huppés et quelques Grands Cormorans, sont repérables à plus grande distance et leur propension à circuler au-dessus de la vallée de la Lisse, qui s'étire au sud du parc, apparaît ici plus clairement que chez les passereaux.

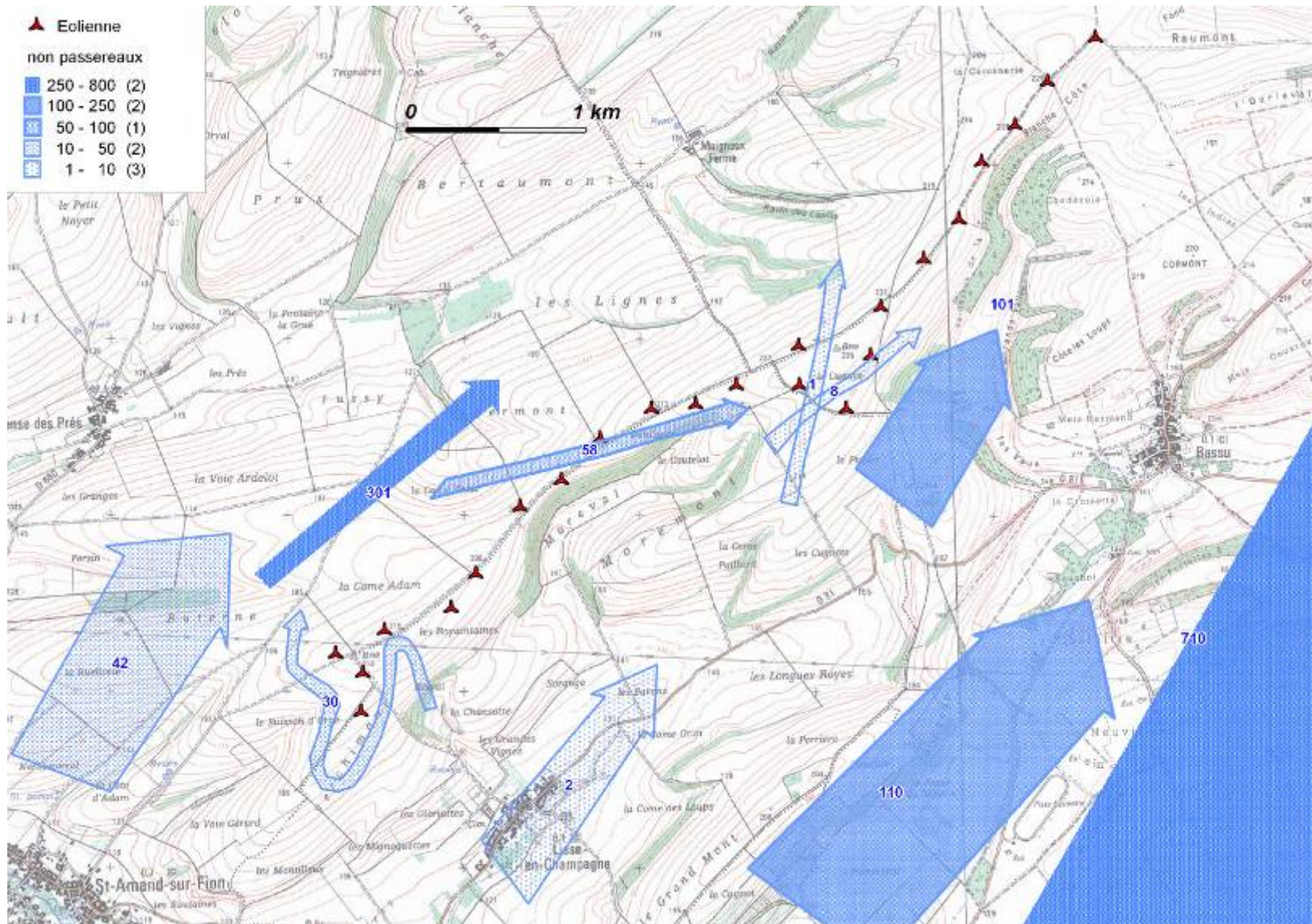
Année 2008

En 2008, l'effort d'observation a également porté sur le centre du parc, mais aussi sur la partie ouest du parc.



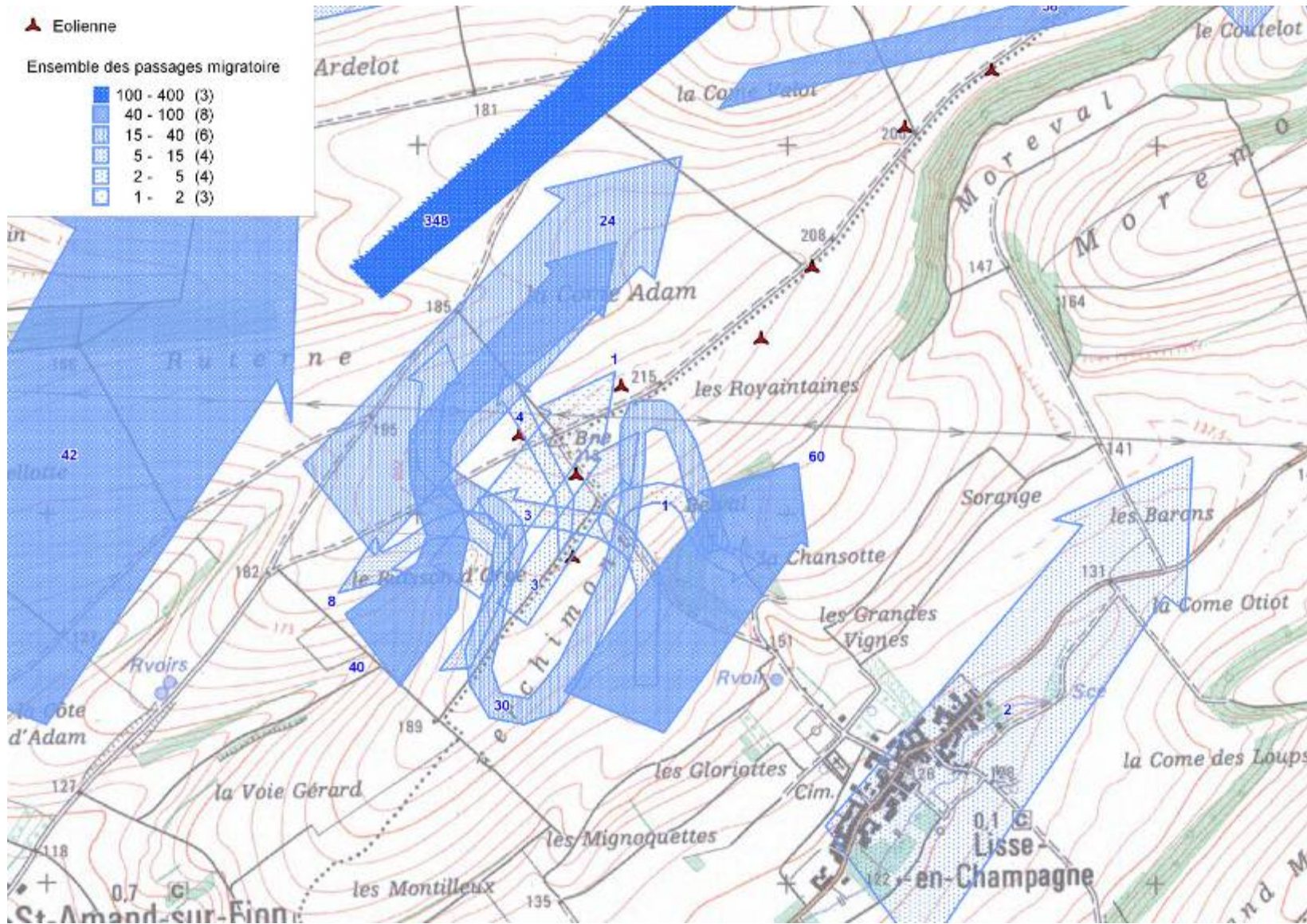
Carte 46 : Répartition par axe des vols de passereaux sur toute la période prénuptiale

Synthèse de l'impact de l'éolien sur l'avifaune migratrice sur cinq parcs éolien en Champagne-Ardenne

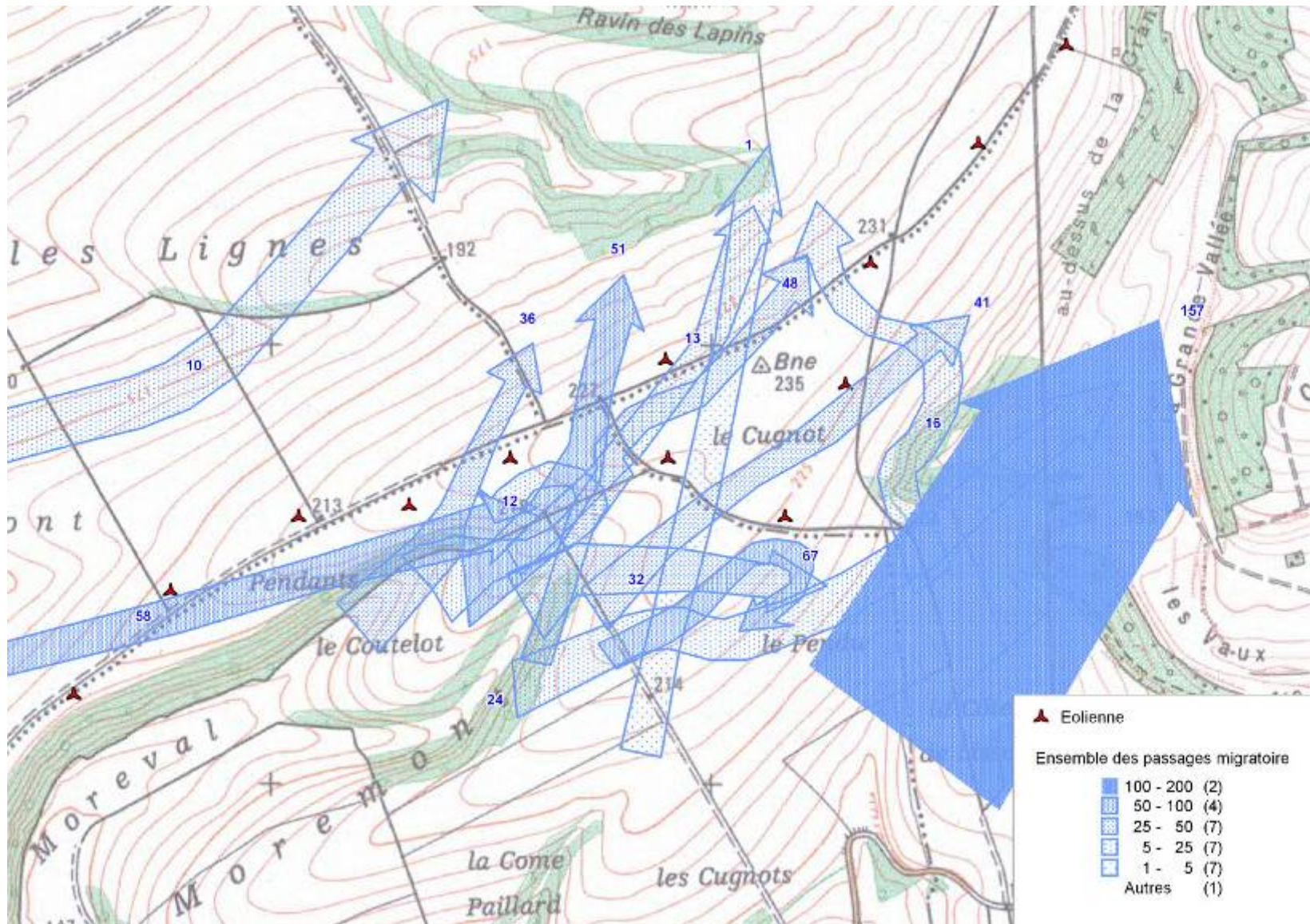


Carte 47 : Répartition par axe des vols des non passereaux sur toute la période prénuptiale

Synthèse de l'impact de l'éolien sur l'avifaune migratrice sur cinq parcs éolien en Champagne-Ardenne



Carte 48 : Ensemble cumulé des passages observés sur toute la période prénuptiale 2008 autour des premières éoliennes du parc



Carte 49 : Ensemble cumulé des passages observés sur toute la période prénuptiale 2008 sur la partie centrale du parc

Remarques sur les passages migratoires pré nuptiaux des passereaux en 2008 (carte 46) :

Deux secteurs ont été privilégiés, l'extrémité ouest et le centre du parc. On remarque à l'amont du parc que les migrateurs arrivant face à la ligne d'éoliennes se divisent en deux passages.

Remarques sur les passages migratoires pré nuptiaux des passereaux en 2008 (carte 47):

Les non passereaux, ici essentiellement des Grues cendrées, des Pigeons ramiers, des Vanneaux huppés, des Pluviers dorés et quelques Grands Cormorans, ont encore une fois survolé davantage la vallée de la Lisse que les abords du parc. Le couloir de migration de la Champagne humide est clairement perceptible au sud du parc. Peu de migrateurs survolent le parc, on note : un groupe de Cygnes tuberculés et un groupe de 58 Pigeons ramiers qui passent à haute altitude, un groupe de Mouettes rieuses qui buttent sur les éoliennes et s'en détournent. Enfin, un Milan royal, survole le groupe central d'éoliennes, sans montrer de réaction.

Carte 48 et 49 :

Pour plus de lisibilité, les secteurs où s'est intensifiée l'observation ont été zoomés. Le premier zoom (carte 48) concerne la partie ouest du parc : on y perçoit très bien que les trajets migratoires se scindent en deux voies passant de part et d'autre des trois premières éoliennes, formant un front plus large que la ligne d'éoliennes.

Le second (carte 49) s'attache au secteur central du parc : on y voit le passage important entre la ligne et l'amorce du groupe des éoliennes 13 à 17 ; on perçoit également, mais de façon moins flagrante qu'au printemps 2008, le contournement par le sud d'une partie des migrateurs.

La vue ci-dessous, (tiré du logiciel Google™ Earth) essaye de retranscrire la vision des migrateurs face à l'obstacle. Les éoliennes sont représentées par les marqueurs jaunes. La prise de vue se situe environ au niveau des éoliennes 10 et 11, aux lieux-dits "Moreval" et "le Coutelot". Les migrateurs, après avoir longé la ligne d'éoliennes en profitant du couvert de la combe (pentes boisées et vent atténué) arrivent face au groupe de 5 éoliennes (13 à 17). Trois possibilités s'offrent à eux, contourner par le sud, franchir au travers du groupe d'éoliennes, ou franchir la crête entre les éoliennes 12 et 13 c'est-à-dire avant le groupe d'éoliennes. C'est cette dernière option qui semble la plus souvent choisie par les migrateurs. On peut se rendre compte sur le cliché que le groupe d'éoliennes, superposé à la continuité de la ligne en direction du nord-est, donne l'impression, par effet d'optique, d'une forte concentration d'éoliennes.



Figure 1: Représentation en trois dimensions de la vision qu'ont les migrateurs à l'approche de la zone centrale du parc.

Le parc éolien des Côtes de Champagne, de par sa configuration parallèle au sens de la migration, a un impact relativement réduit sur les migrateurs diurnes, qui peuvent le contourner aisément. En revanche, le groupe central d'éoliennes a un impact fort car il se tient à l'endroit où s'observe une concentration de migrateurs et provoque un effet d'enfermement des migrateurs. Malgré son orientation parallèle au flux migratoire, la ligne d'éolienne dépasse 5 km de long. Dans le cas de tels types d'implantation il serait nécessaire de prévoir des trouées, notamment aux endroits de passages repérés au cours de l'étude d'impact.

3.2.3 Le parc d'Argonne

Le parc éolien de l'Argonne est situé dans l'est du département de la Marne, en limite des vastes plaines de Champagne crayeuse et des grands massifs forestiers de l'Argonne. Sa forme évoque un "Y" renversé. La ligne principale couvre une longueur d'environ 4,2 km sur un axe nord-est / sud-ouest ; l'extension perpendiculaire, une longueur d'environ 1,3 km. Les deux lignes sont situées en crête, à une altitude comprise entre 205 et 225 m.

On constate des modifications de trajectoires de vol, accentuées par les 5 éoliennes disposées perpendiculairement au linéaire principal. Les groupes de migrateurs qui longent la "Crête de la Serre" suivent naturellement le relief qui se trouve dans l'axe migratoire ; ce phénomène est renforcé par la ligne principale implantée en crête, qui limite le franchissement de cette dernière et incite les migrateurs à rester à l'est de ces éoliennes. C'est au niveau de la jonction des deux branches d'éoliennes que les perturbations sont les plus fortes. Les migrateurs se retrouvent "enfermés" entre ces deux lignes et sont contraints de trouver une échappatoire : large détour, survol à grande hauteur, détour par l'est après un demi-tour, ou franchissement en forçant le passage.

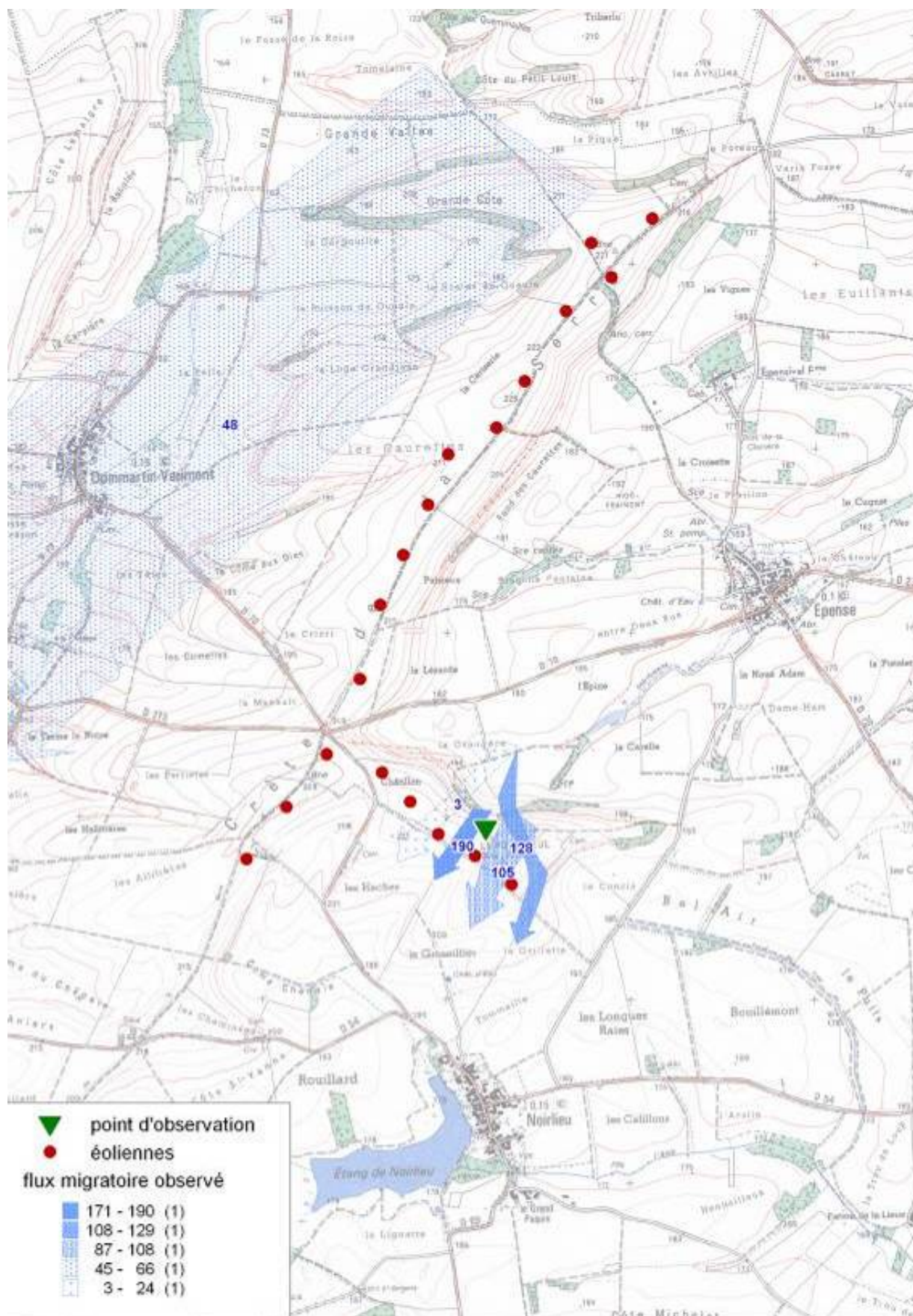
Les réactions de panique face aux rotors se déclenchent le plus souvent à quelques centaines de mètres des mâts, a priori lorsque les oiseaux commencent à se sentir dominés par les pales. La majorité d'entre eux semble incapable d'appréhender en amont cet effet entonnoir, et de la même manière, une fois confrontés au problème, ils ne semblent pas comprendre comment contourner l'obstacle.

Ce constat montre encore une fois le fait que l'implantation en ligne parallèle au sens de migration limite considérablement le dérangement, et a contrario, que l'implantation en ligne perpendiculaire est plus perturbante, et surtout que la configuration en "L" formant un entonnoir est à éviter absolument.

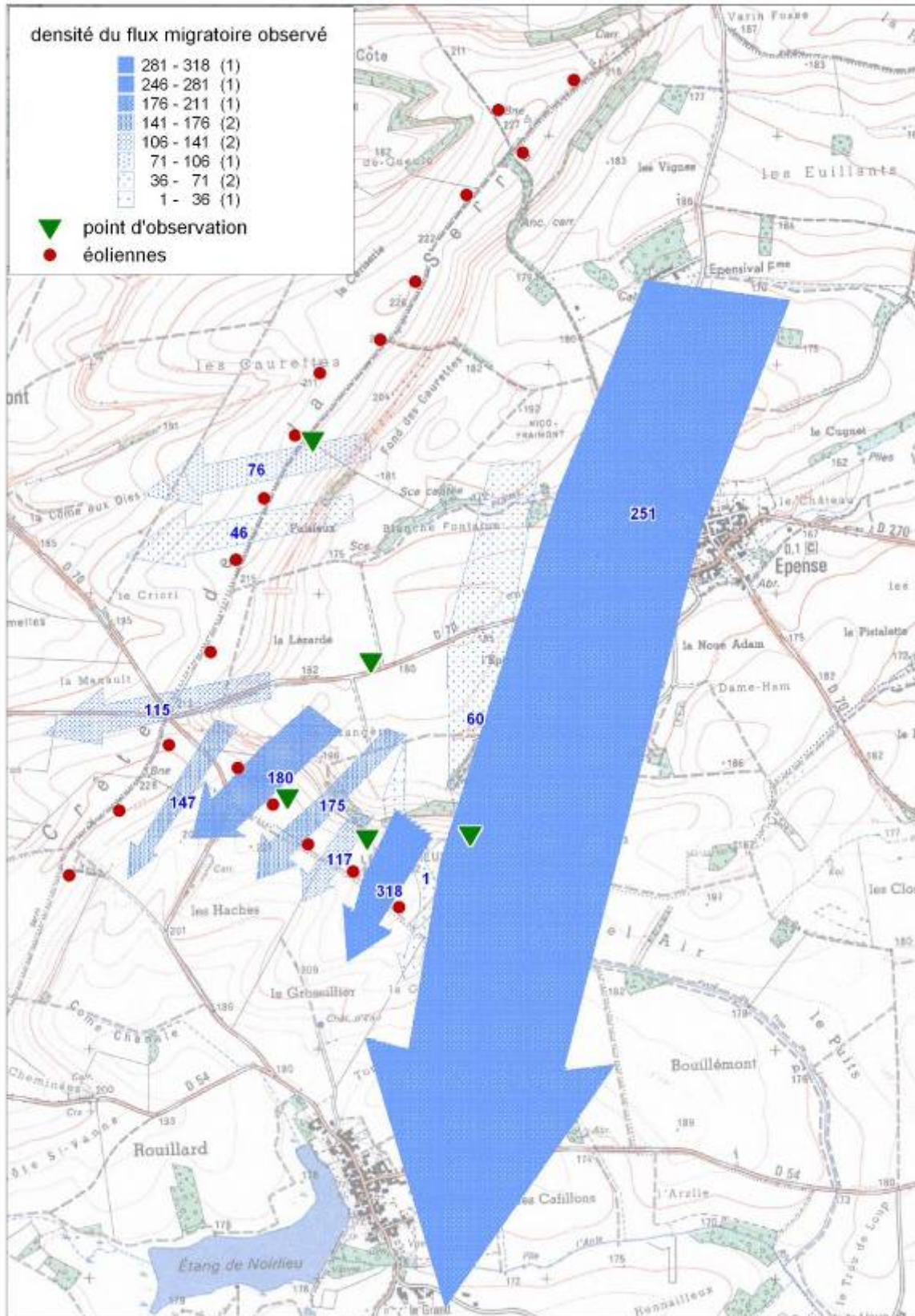
3.2.3.1 Migration postnuptiale

Année 2006

Seul deux cartes ont été extraites du suivi de l'automne 2006, elles retranscrivent l'ensemble des observations faites lors d'une journée où les éoliennes n'ont pas fonctionné tout au long du suivi, ce qui permet de comparer les différentes voies de passages empruntées par les migrateurs selon l'activité des éoliennes.



Carte 50 : répartition des migrateurs observés alors que les éoliennes fonctionnent le 27 octobre 2006



Carte 51 : répartition des migrateurs observés alors que les éoliennes sont arrêtées le 27 octobre 2006

Remarques sur les passages migratoires de la journée du 27 octobre 2006 (cartes 50 et 51) :

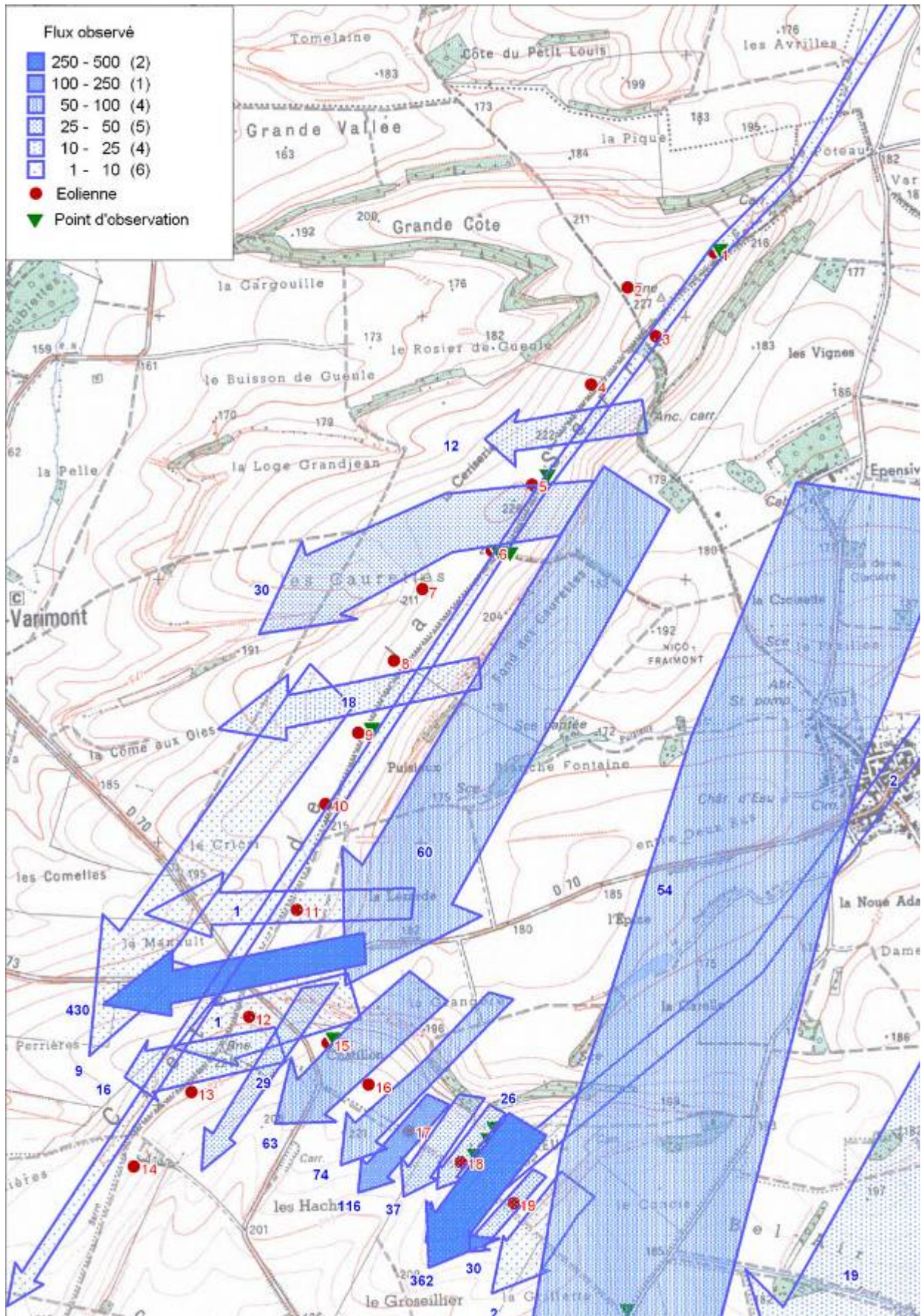
Les observations réalisées lors de cette journée ont été choisies pour illustrer l'impact important de la ligne perpendiculaire à la migration. Une période d'arrêt des éoliennes permet de visualiser la différence de comportement des migrateurs face à un parc en fonctionnement ou à l'arrêt.

On remarque tout d'abord que les observations sont concentrées près de la position de l'observateur lorsque les éoliennes sont en mouvement. Par la suite, après l'arrêt des éoliennes, les observations sont réalisées sur un plus vaste champ de vision mais qui reste concentré à la partie sud du parc. Le passage migratoire est important et l'observateur dans ce cas de figure est rapidement "débordé", c'est-à-dire qu'il se contente souvent de noter les migrateurs qui passent à proximité mais n'a pas le temps de rechercher les vols plus éloignés, d'où cette concentration des vols reportés sur les cartes autour de chaque point d'observation.

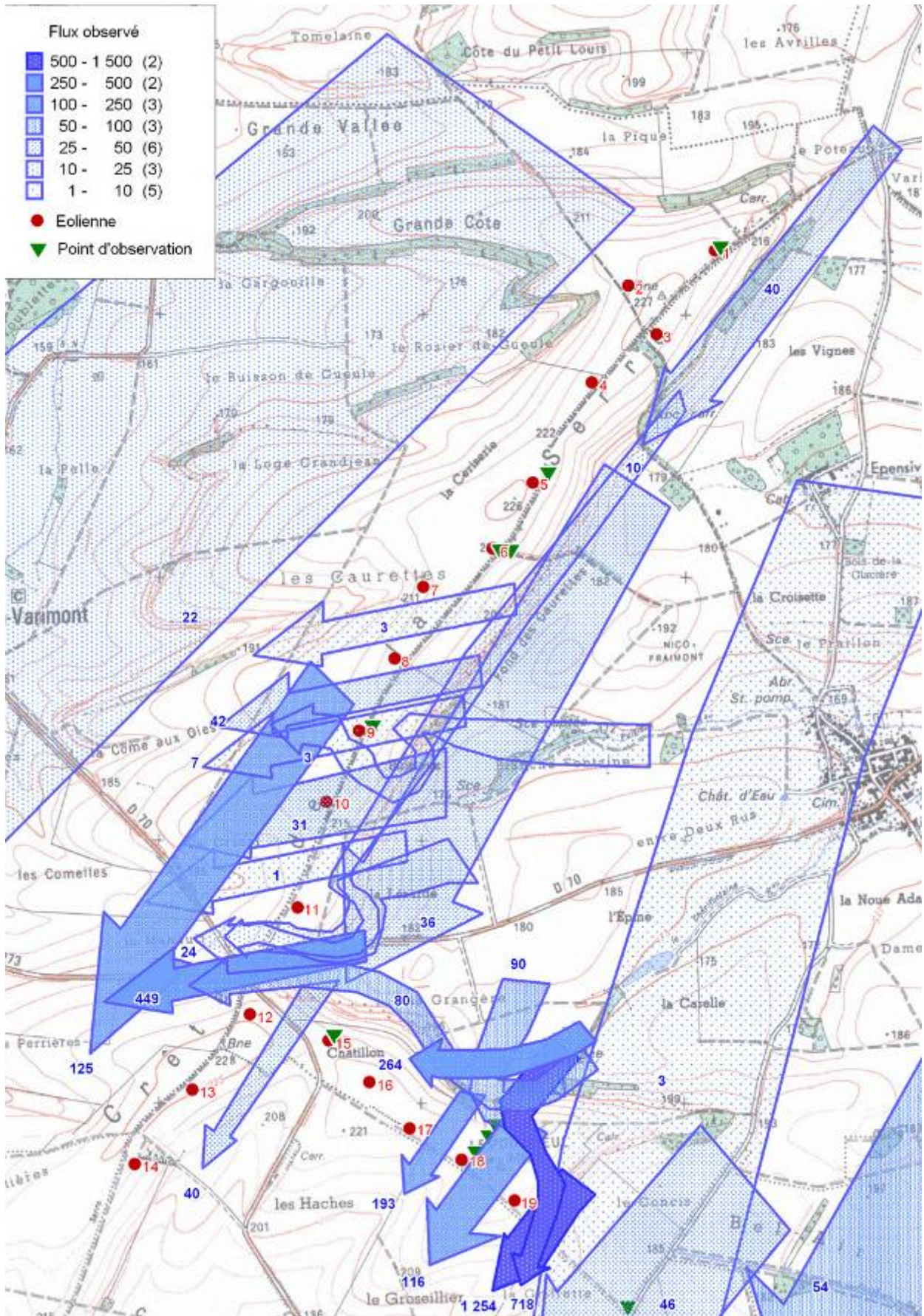
On s'aperçoit que les axes empruntés par les migrateurs sont davantage répartis et homogènes dès lors que les éoliennes sont arrêtées ; bien que l'on retrouve une concentration des migrateurs sur la marge est du parc éolien, la répartition des migrateurs dans les différents axes de passage est très différente et mieux distribuée que lorsque le parc fonctionne. Le phénomène est particulièrement frappant chez le Pinson des arbres. On le retrouve dans une moindre mesure chez l'Alouette des champs et l'Etourneau Sansonnet.

Année 2007

Pour illustrer les résultats issus de la saison postnuptiale 2007, les données ont été scindées en deux groupes, celles réalisées lorsque les éoliennes étaient arrêtées, et celles réalisées lorsque les éoliennes étaient en fonctionnement.



Carte 52 : détail des trajectoires de l'ensemble des migrateurs relevées lors de la migration postnuptiale 2007 quand les éoliennes sont arrêtées



Carte 53 : détail des trajectoires de l'ensemble des migrateurs relevés lors de la migration postnuptiale 2007 quand les éoliennes fonctionnent.

Remarques sur les passages migratoires post nuptiaux en 2007 (carte 52 et 53):

Le cumul des vols sur toute la période postnuptiale de l'automne 2007 a été scindé selon que les éoliennes étaient ou non en rotation dans les cartes ci-dessus. Les journées où les éoliennes n'ont pas fonctionné sont peu nombreuses, c'est pourquoi les effectifs de migrateurs observés sont plus faibles. L'influence des éoliennes est flagrante. La comparaison permet de faire ressortir ce phénomène.

Conclusion sur les voies de passages utilisées par les oiseaux en migration postnuptiale

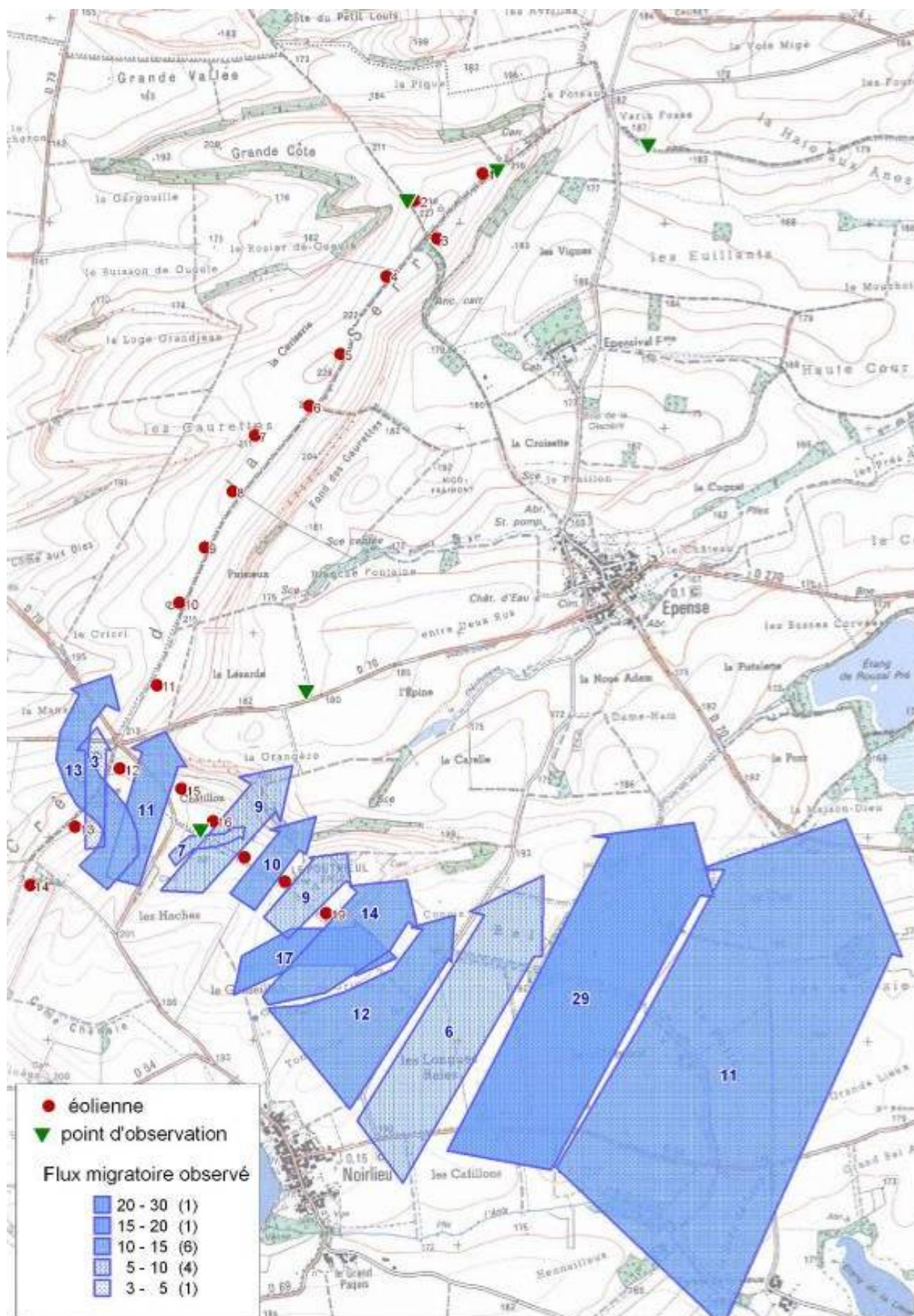
L'influence des éoliennes sur les voies de migration ressort de manière équivoque dans les cartographies ci-dessus. Il est surtout intéressant de comparer les différences comportementales des migrateurs selon qu'ils sont confrontés à des éoliennes en fonctionnement ou à l'arrêt. La ligne d'éoliennes perpendiculaire à la migration (n° 15 à 19) et formant un "L" avec la ligne principale est très préjudiciable. Elle crée un effet entonnoir où viennent s'enfermer les oiseaux ; une partie d'entre eux "force le passage", souvent après des mouvements de panique, tandis que certains renoncent et font demi tour.

3.2.3.2 Migration pré-nuptiale

L'observation des flux migratoires au printemps étaye les conclusions sur la perturbation des couloirs de migration observés en automne. Les 5 éoliennes perpendiculaires à l'axe de migration, qui forment un entonnoir où s'enferment les migrateurs, sont les plus perturbantes. On note un autre secteur où la perturbation est forte, vers les éoliennes les plus au nord.

Année 2007

Pour illustrer les résultats du suivi de la saison 2007, une journée où la migration à été choisie.



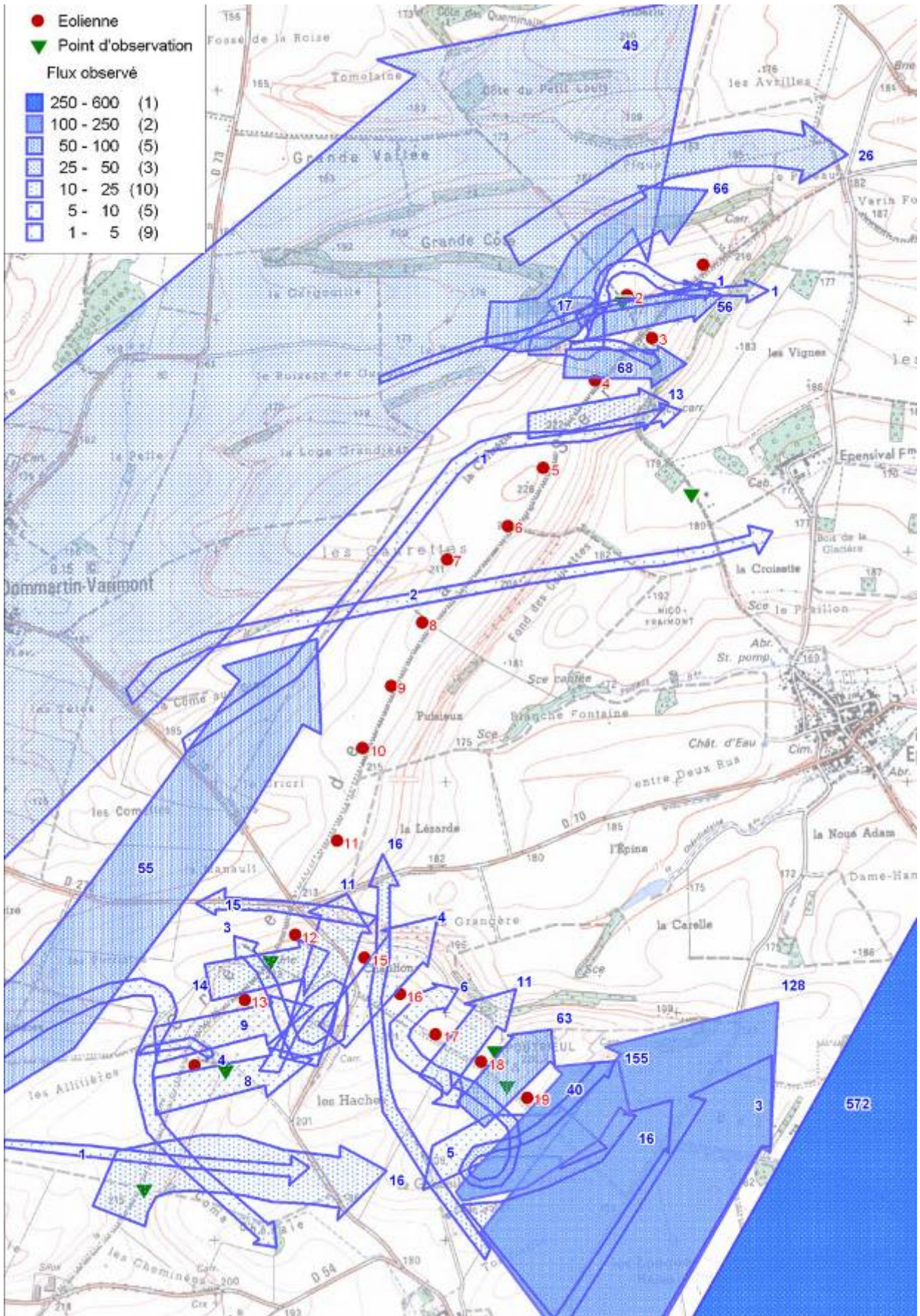
Carte 54 : répartition des migrateurs observés lors de la journée du 11 avril 2007

Remarque sur les passages migratoires de la journée du 11 avril mars 2007 (carte 54) :

Le flux migratoire reste assez faible, pourtant les informations recueillies sont intéressantes. Les observations se trouvent concentrées sur la partie sud du parc, au niveau de la ligne d'éoliennes perpendiculaire à la migration. Outre le fait que les migrants passent davantage à l'est du parc, phénomène déjà relevé avant l'implantation du parc, on remarque une concentration de part et d'autre des éoliennes 15 à 19.

Année 2008

La carte de synthèse des observations réalisées au printemps 2008 donne une bonne vision de l'impact du parc éolien sur la migration pré-nuptiale.



Carte 55 : détail des trajectoires de l'ensemble des migrateurs relevés lors de la migration prénuptiale

Remarques sur les passages migratoires post nuptiaux en 2008 (carte 55):

La carte retranscrit le contournement qu'opère la majorité des espèces que ce soit par le côté ouest ou le côté est. Le passage plus important au nord du parc est le reflet de l'effort d'observation sur ce secteur mais aussi le fait qu'il y a un passage plus dense à cet endroit, dû à la canalisation des migrateurs, provoquée par les pentes boisées autour des lieux-dits "la Grande Côte" et "le Buisson de Gueule".

Conclusion sur les voies de passages utilisées par les oiseaux en migration pré-nuptiale

La ligne d'éoliennes perpendiculaire à la migration provoque, comme en automne, un effet barrière. L'effet entonnoir semble toutefois moins important.

3.2.4 Les parcs des Quatre Chemins

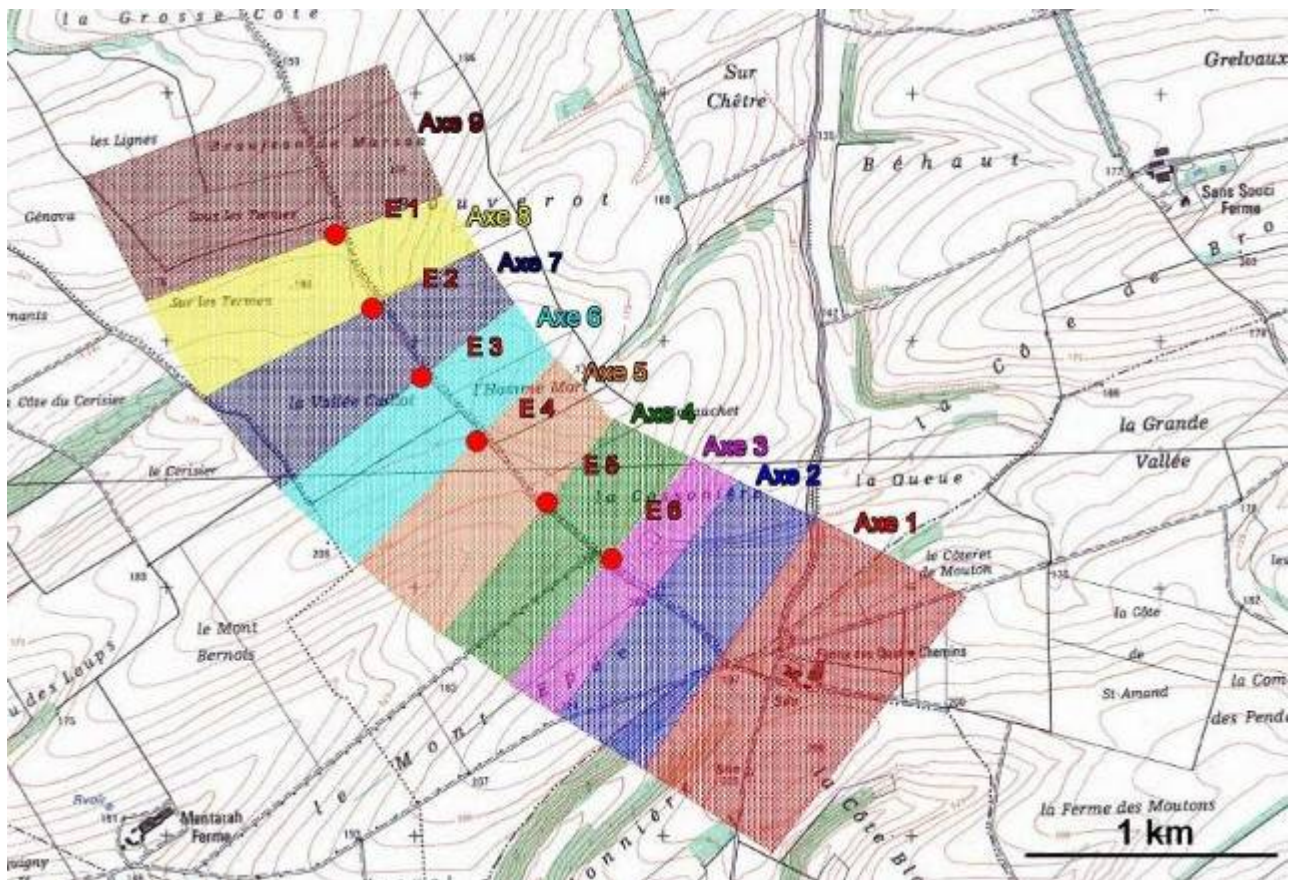
Le parc éolien des Quatre Chemins est composé de 6 éoliennes disposées en un simple alignement d'une longueur de 1 750 m et orienté perpendiculairement au flux migratoire. Les éoliennes sont distantes les unes des autres d'environ 350 m. Elles se situent entre 185 et 200 m d'altitude.

Les éléments arborés sont rares sur ce secteur. Une haie se situe le long du chemin principal où sont alignées les éoliennes. Au nord du parc, une seconde haie est perpendiculaire à la première en direction de l'ouest.

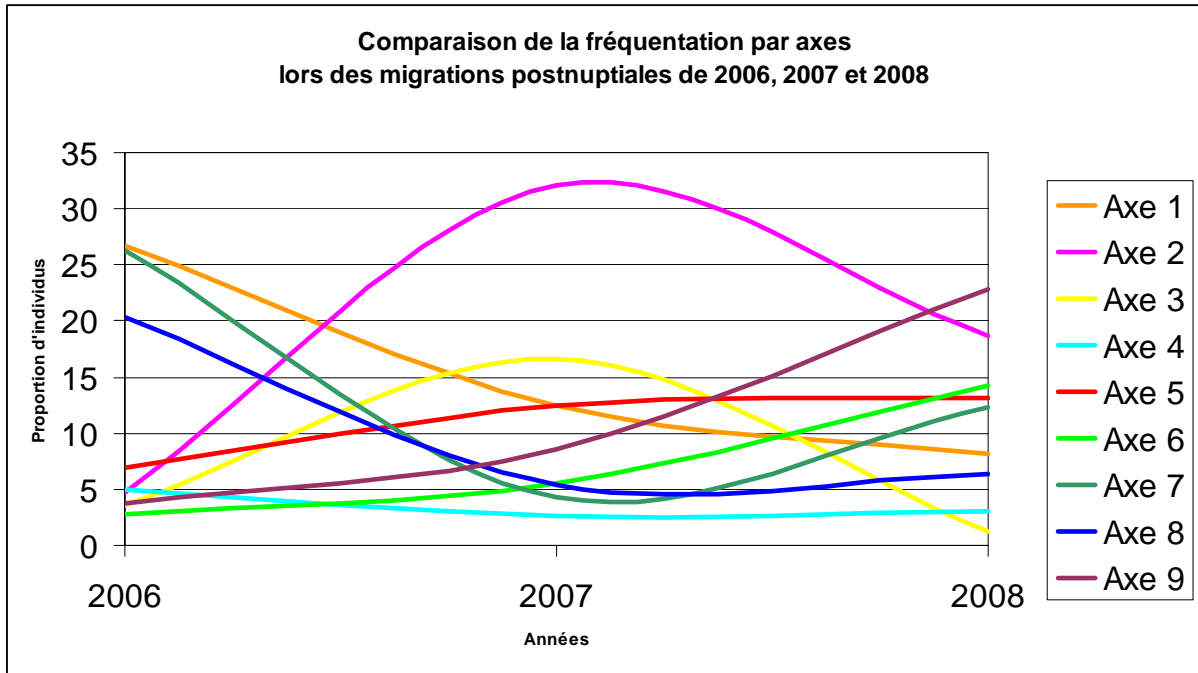
La particularité de ce parc est d'être associé à celui des Quatre Vents, à l'origine issu du même projet. Un espace de 1550 m existe entre ces deux parcs formant une trouée qui permet à l'avifaune de circuler. A noter, que cet espace n'a pas été mis en place pour les oiseaux mais pour conserver un certain recul vis-à-vis de la Ferme des "Quatre Chemins". Pour autant, la ferme étant sise à la jonction de deux bassins versant, elle est survolée par un couloir migratoire d'une relative importance.

3.2.4.1 Migration postnuptiale

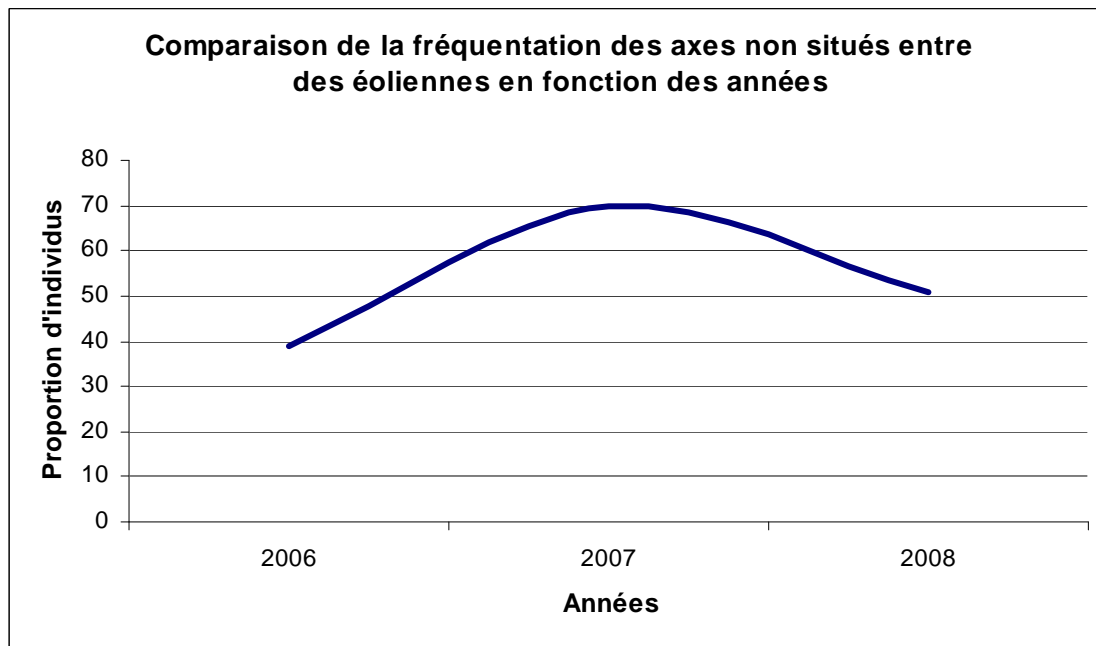
La mise en place des éoliennes n'est intervenue qu'en hiver 2006 / 2007 alors que l'étude a commencé à l'automne précédent. Ainsi, des données précises concernant les couloirs locaux de migration ont pu être recueillies avant édification du parc permettant par la suite des comparaisons de trajectoires et de réactions. Des axes fictifs ont été définis de manière à évaluer comment se répartissent les oiseaux migrateurs sur la largeur du parc (carte 56).



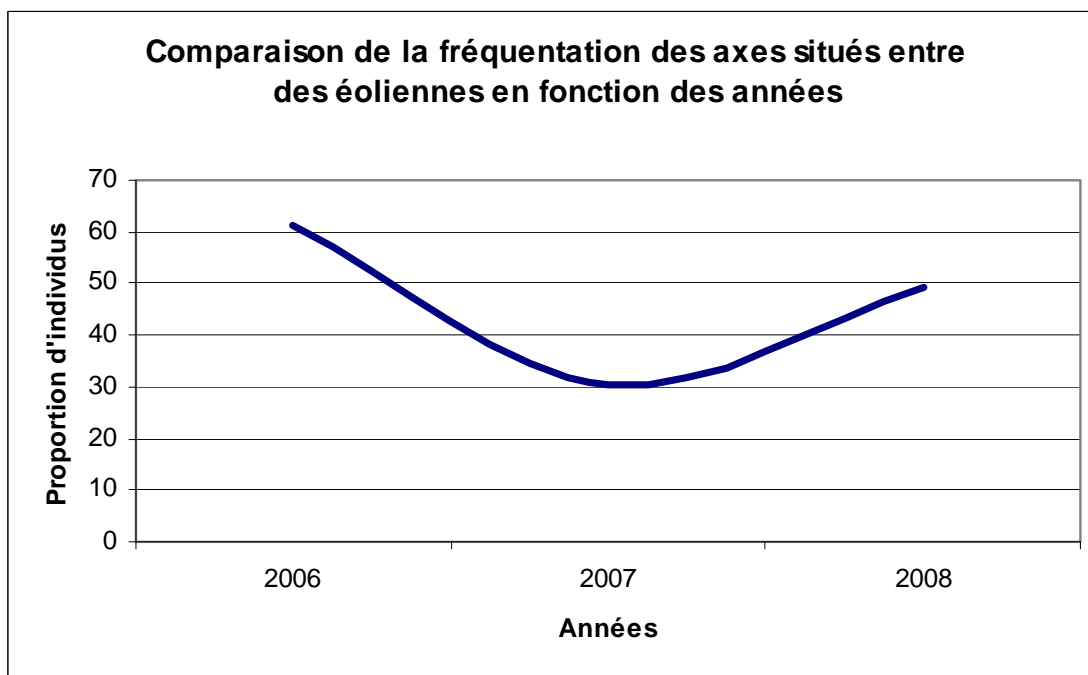
Carte 56 : matérialisation des axes fictifs utilisés pour évaluer la répartition des migrateurs



Graphique 1 : Comparaison de la fréquentation des axes entre 2006, 2007 et 2008



Graphique 2 : Comparaison de la fréquentation des axes situés à l'extérieur du parc éolien en fonction des années



Graphique 3 : Comparaison de la fréquentation des axes situés entre des éoliennes en fonction des années

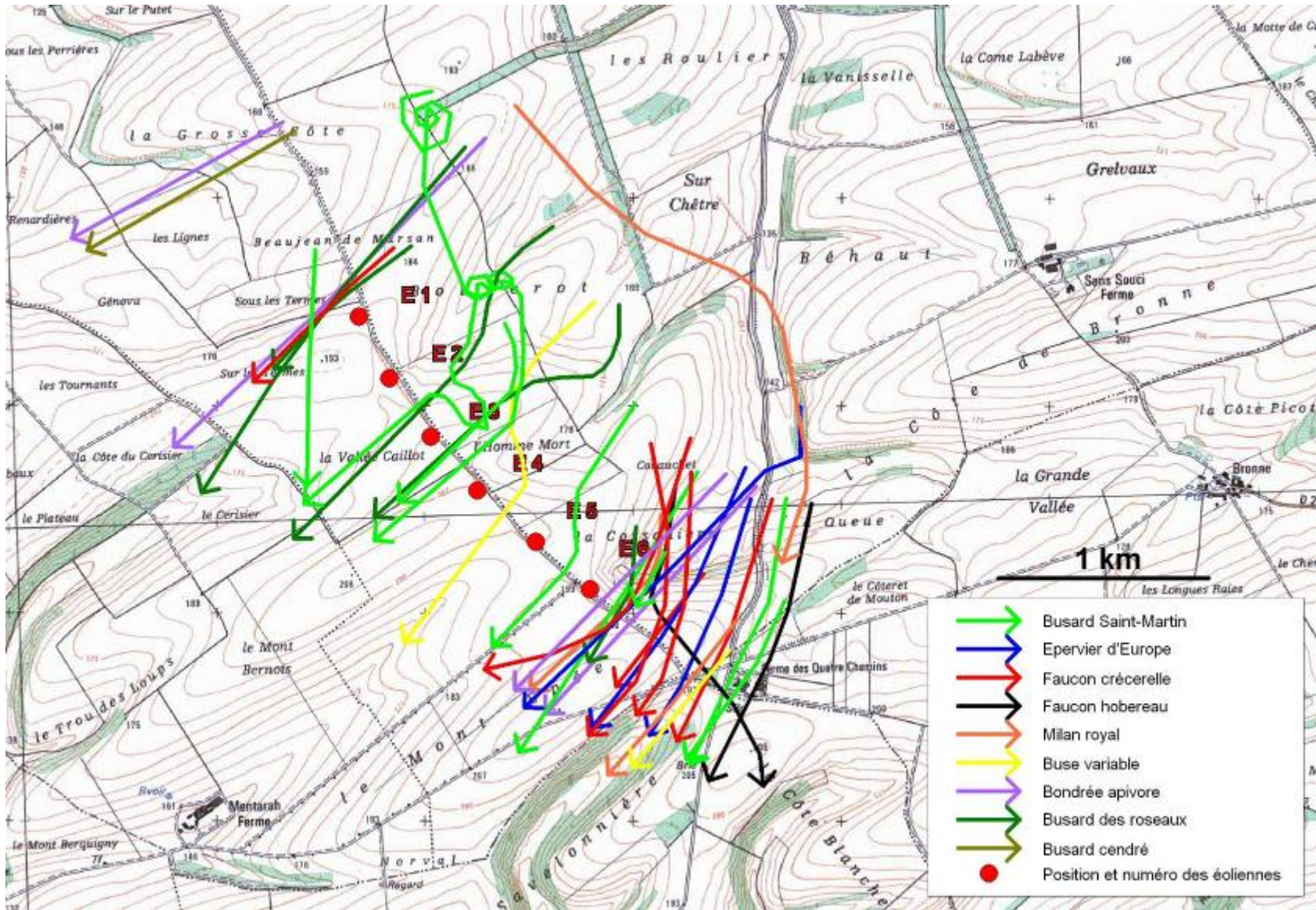
La fréquentation de l'axe 1, situé sur la combe de la Ferme des "Quatre Chemins", semble en nette diminution au fur et à mesure du suivi. Ce constat est en fait erroné, ceci est dû au fait que les observateurs ont porté leur attention sur d'autres axes, plus proches des éoliennes.

En 2007, le suivi s'est porté sur la partie sud du parc, de manière à savoir si les oiseaux contournaient le parc par le sud. Cette hypothèse a pu être vérifiée puisque la proportion d'individus transitant par les axes 2 et 3 est beaucoup plus importante après l'édification du parc. En 2007, les axes 7 et 8 sont en très net recul, la présence des éoliennes a donc eu une influence importante. D'une manière générale, l'ensemble des axes au niveau des éoliennes connaît une baisse de fréquentation excepté l'axe 5 et l'axe 6.

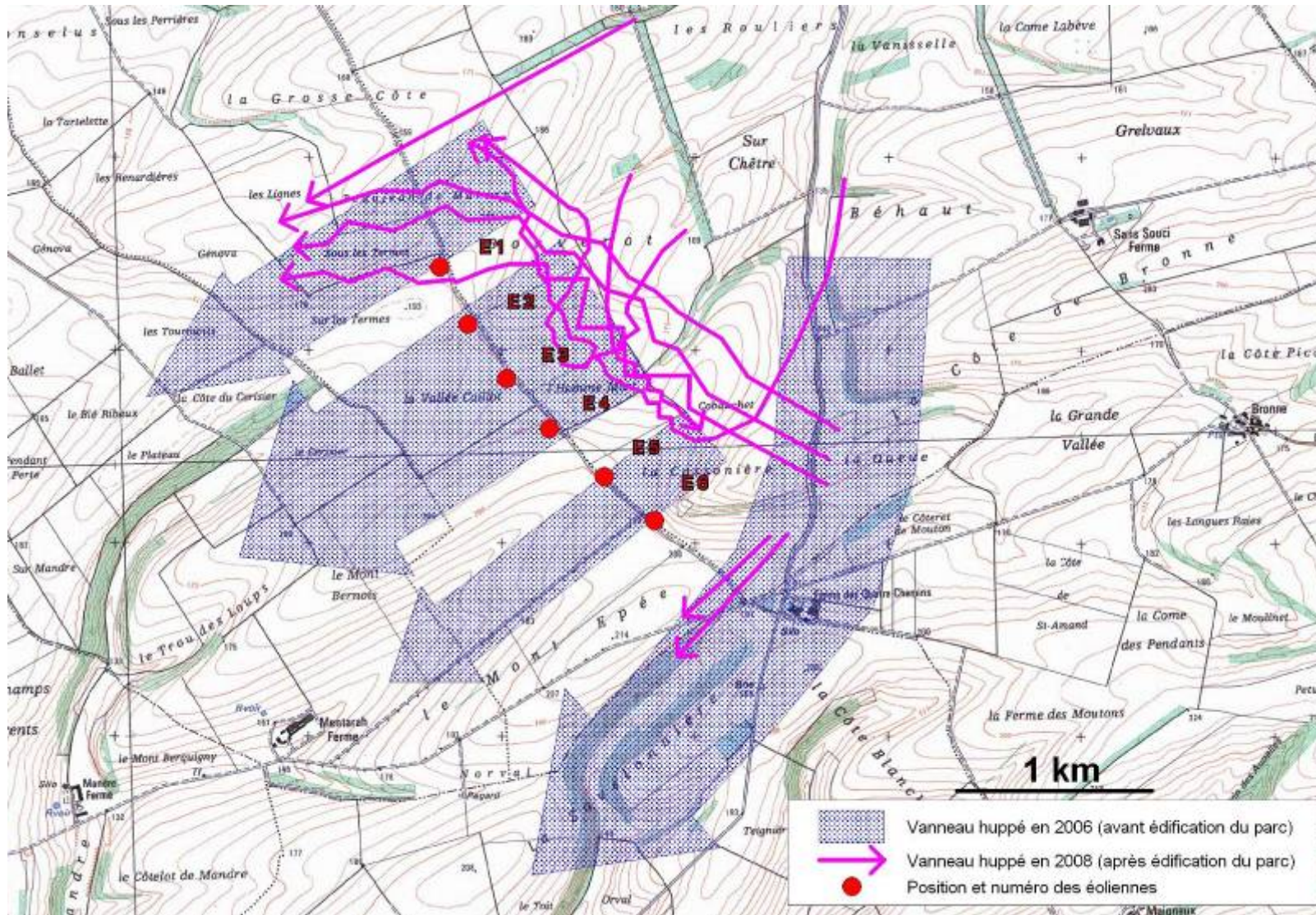
En 2008, l'accent a été mis sur le nord du parc afin d'appréhender un éventuel contournement. L'augmentation de la fréquentation de l'axe 9 et la baisse de fréquentation des axes 7 et 8 l'ont prouvé.

Les axes 7 et 8, les plus empruntés avant l'édification du parc le sont beaucoup moins, les migrants se sont reportés de part et d'autre du parc et sur les axes centraux. Cette concentration au centre est un phénomène intéressant car il pourrait signifier que les migrants arrivant dans la partie centrale du parc changent leur tracé migratoire sans pour autant contourner forcément le parc dans sa totalité. Il est possible que les migrants qui changent de cap mais se rapprochent du centre du parc plutôt que d'aller vers l'extérieur, ne soient plus en mesure de se rendre compte que l'obstacle est contournable et force entre deux mâts. Si cette hypothèse se vérifie, cela signifierait qu'un parc perpendiculaire à la migration et étendu sur 1750m est trop large pour être contourné.

L'édification du parc des Quatre Chemins a donc modifié l'utilisation des différentes voies locales de migration. De nombreux oiseaux contournent la ligne des 6 éoliennes que ce soit par le nord ou par le sud. Les axes se situant entre des éoliennes ont vu leur fréquentation diminuer.



Carte 57 : Voies de migration empruntées par les rapaces lors des migrations postnuptiales 2007 et 2008



Carte 58: Comparaison des voies de migration empruntées par les Vanneaux huppés *Vanellus vanellus* lors des migrations postnuptiales 2006 et 2008

Commentaire concernant les trajectoires des rapaces (carte 57) :

Cette carte compile les trajets empruntés par les rapaces au cours des deux années de suivi. Les oiseaux qui ont traversé le parc lorsque celui-ci était à l'arrêt ou ceux qui sont passés à haute altitude ont été retirés. Il ressort que les rapaces qui traversent le parc à hauteur d'éoliennes lorsqu'elles sont en fonctionnement représentent une part marginale de l'ensemble des individus. Les espèces concernées sont le Busard Saint-Martin, le Busard des roseaux et la Buse variable. Parmi les individus concernés trois des Busards Saint-Martin réagissent avant de traverser tandis que les Busard des roseaux n'ont pas manifesté de réaction visible. La buse a contourné l'éolienne numéro 4. En conclusion, au cours des journées de suivi, sur 35 rapaces vus, seuls 3 ont traversé le parc en fonctionnement à hauteur des éoliennes sans réagir. L'impact du parc sur les rapaces en migration est donc important en période postnuptiale.

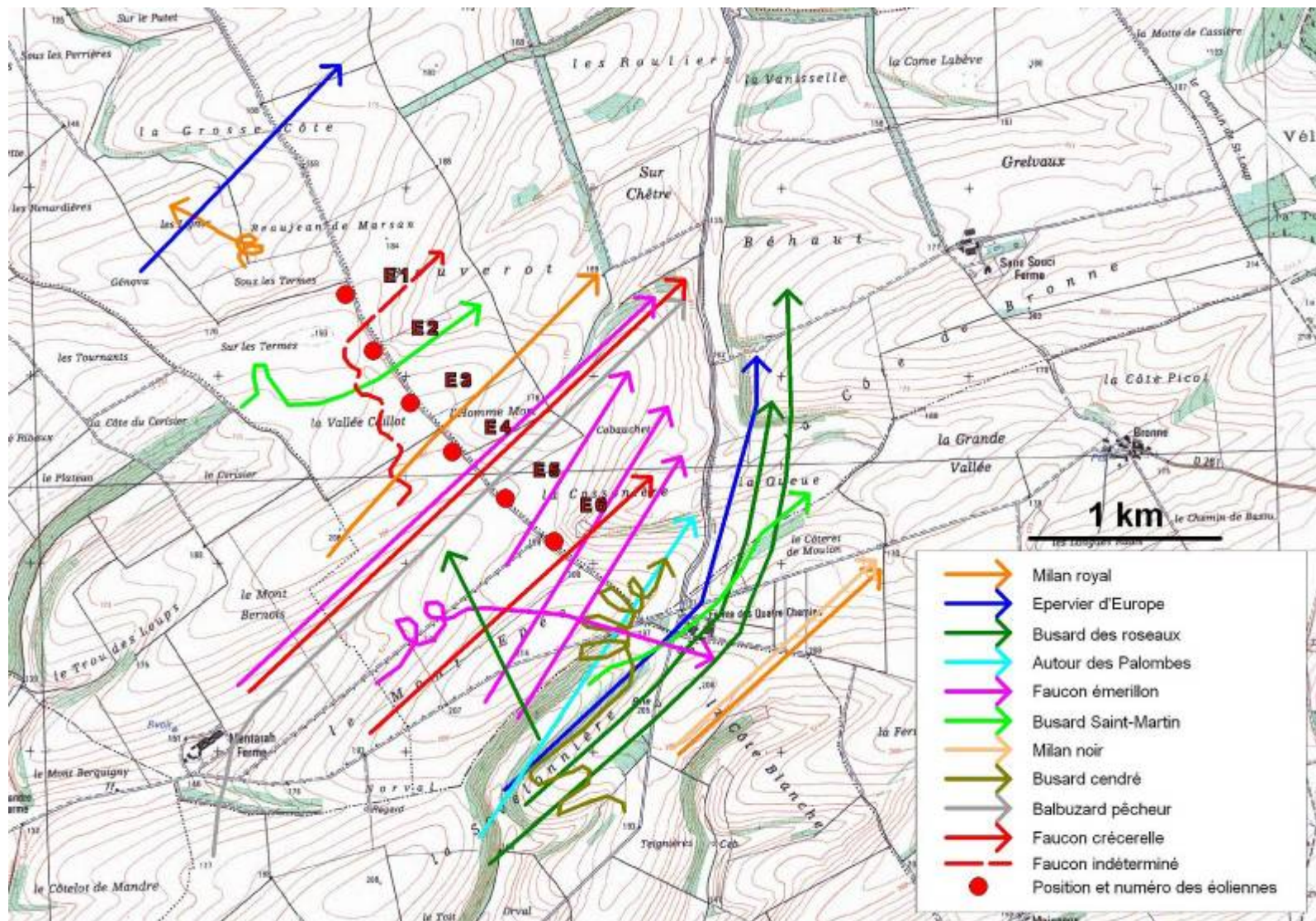
Commentaire concernant les trajectoires des Vanneaux huppés (carte 58) :

Il apparaît clairement sur cette carte que les axes de migration empruntés par le Vanneau huppé ont été modifiés par la mise en place du parc. Alors qu'avant leur édification, les vanneaux passaient nettement au niveau des futures éoliennes, ils refusent désormais de passer, l'ensemble des groupes de vanneaux ayant été détourné. L'impact du parc sur la migration du Vanneau huppé est donc très important en période postnuptiale.

3.2.4.2 Migration prénuptiale

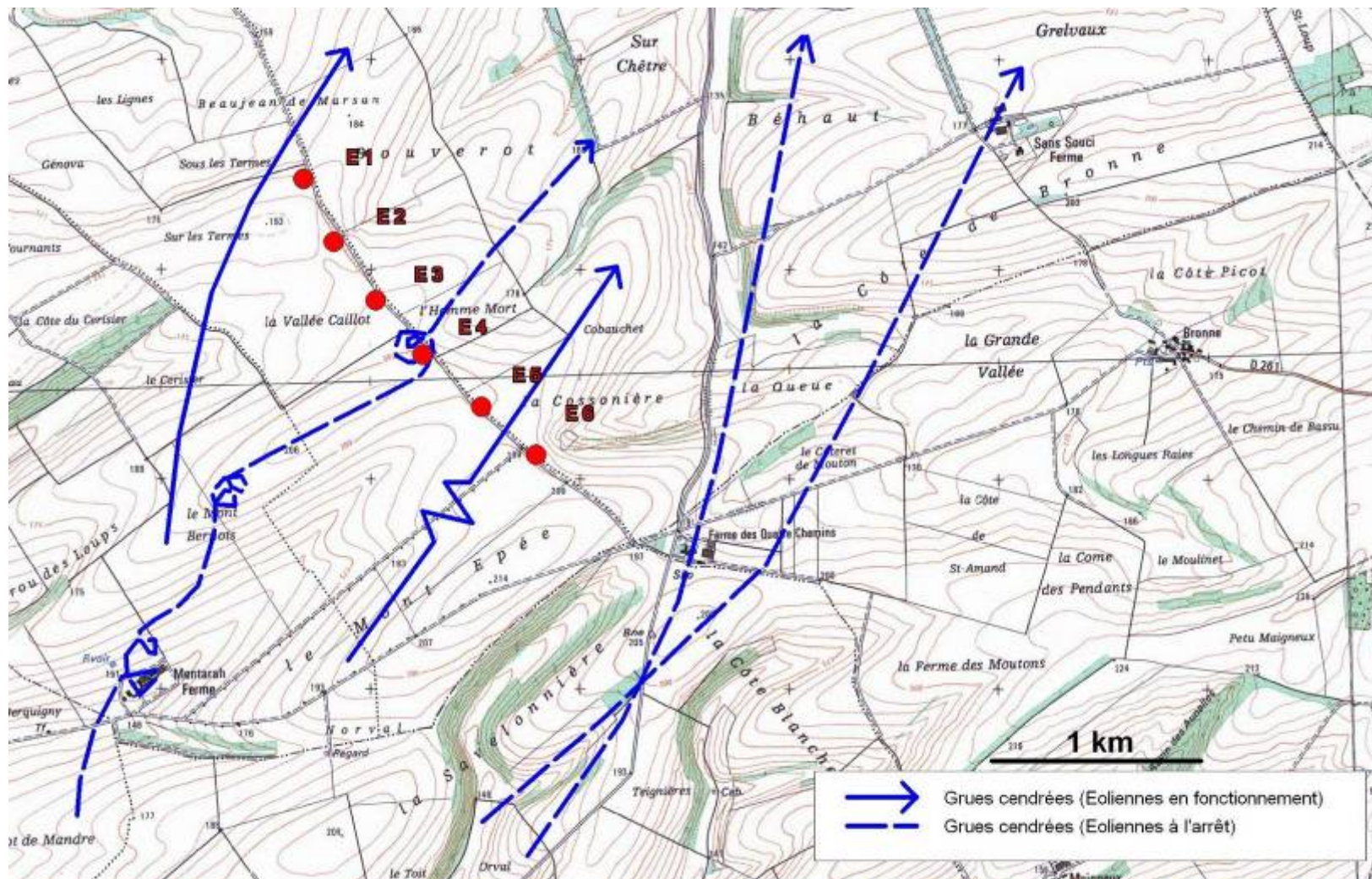
Les cartes qui suivent reprennent, pour les trois années de suivis, quelques espèces représentatives de l'impact des éoliennes.

Synthèse de l'impact de l'éolien sur l'avifaune migratrice sur cinq parcs éolien en Champagne-Ardenne



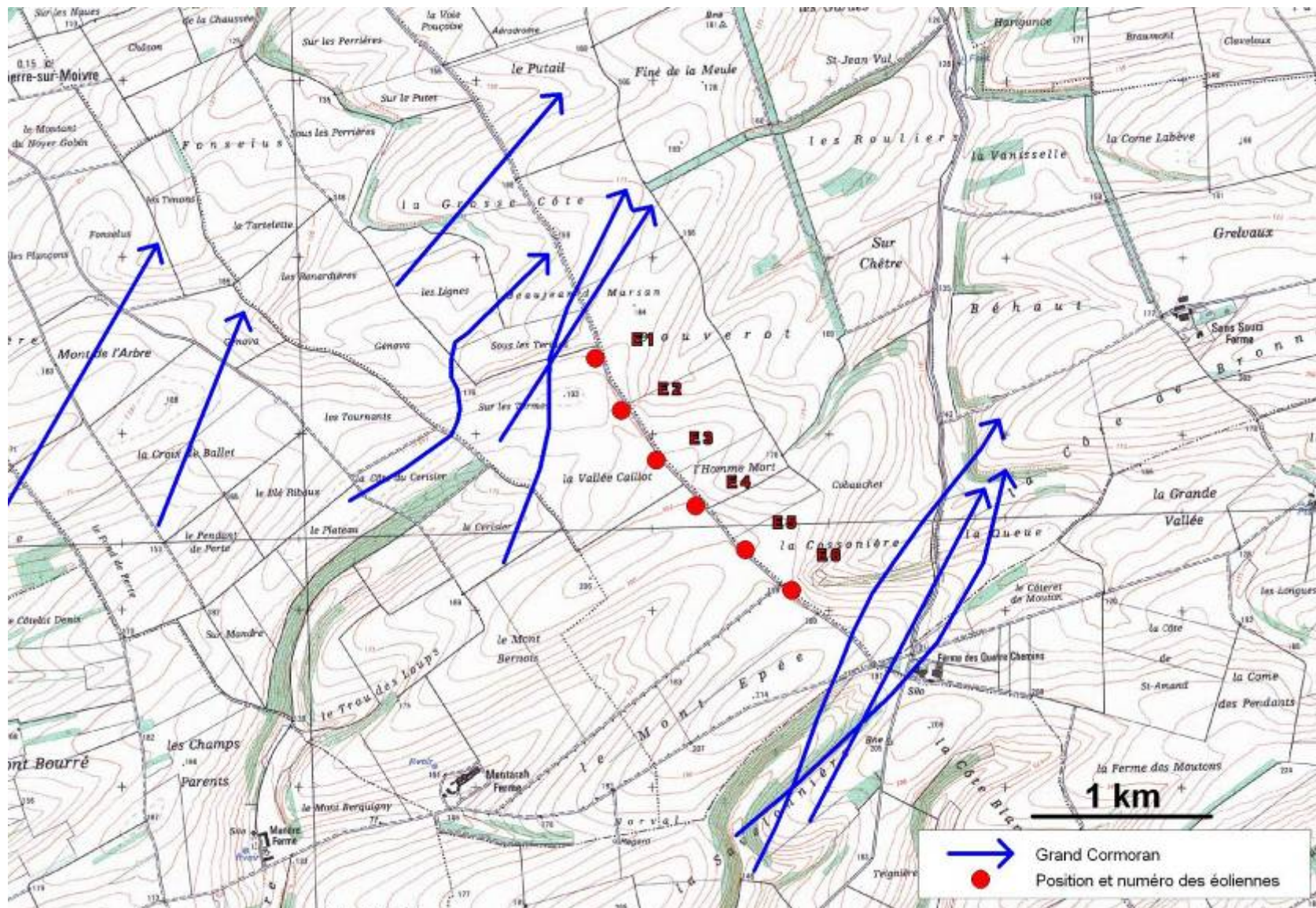
Carte 59 : Voies de migration empruntées par les rapaces lors des migrations pré-nuptiales 2007, 2008 et 2009

Synthèse de l'impact de l'éolien sur l'avifaune migratrice sur cinq parcs éolien en Champagne-Ardenne



Carte 60 : Voies de migration empruntées par la Grue cendrée *Grus grus* lors des migrations prénuptiales 2008 et 2009.

Synthèse de l'impact de l'éolien sur l'avifaune migratrice sur cinq parcs éolien en Champagne-Ardenne



Carte 61 : Voies de migration empruntées par le Grand Cormoran *Phalacrocorax carbo* lors des migrations prénuptiales 2007, 2008 et 2009.

Commentaire concernant les trajectoires des rapaces (carte 59) :

La même analyse a été effectuée que lors de la période postnuptiale. Sept rapaces ont coupé la ligne d'éoliennes lorsqu'elles étaient en fonctionnement. Les espèces concernées sont réputées peu farouches vis-à-vis des éoliennes : les faucons, le Milan royal et le Busard Saint-Martin. Pour le Balbuzard pêcheur, il semble que lui aussi soit très peu réactif. L'ensemble de ces rapaces s'expose en migration aux risques de collisions.

Commentaire concernant les trajectoires de Grues cendrées (carte 60) :

Les grues observées lors des périodes de migration pré-nuptiale ne représentent pas des effectifs très importants. Les grues confrontées au parc en activité ont, soit contourné le parc par le nord, soit hésité et franchi le parc en prenant de l'altitude. Un seul groupe est passé au-dessus des éoliennes, qui étaient à l'arrêt ce jour là, sans présenter de réaction, les autres étant passées entre le parc des "Quatre Chemins" et celui des "Quatre Vents".

Commentaire concernant les trajectoires empruntées par le Grand Cormoran (carte 61) :

Cette carte montre clairement que le Grand Cormoran évite les parcs éoliens. Des réactions d'évitement ont été observées sur des vols arrivant face au parc, parfois à une assez grande distance du parc.

Le suivi précis avant la construction a permis de montrer que le parc des Quatre Chemins a modifié l'utilisation des différentes voies locales de migration. La majorité des migrateurs préfère contourner la ligne des 6 éoliennes, que ce soit par le nord ou par le sud. Les axes se situant entre des éoliennes ont globalement vu leur fréquentation diminuer. Le suivi vérifie l'effet barrière que provoque une ligne d'éoliennes parallèle au flux migratoire.

3.2.5 Le parc des Quatre Vents

La LPO Champagne-Ardenne n'a pas participé à l'étude d'impact durant la phase projet. On ne dispose donc pas d'un état initial sur la zone permettant une comparaison avant / après.

Le parc est composé de 10 éoliennes disposées en un arc de cercle de 4 265 m, orienté nord-est / ouest-sud-ouest. Les distances entre éoliennes varient entre 330 m et 730 m. Elles se situent entre 200 et 230 m d'altitude.

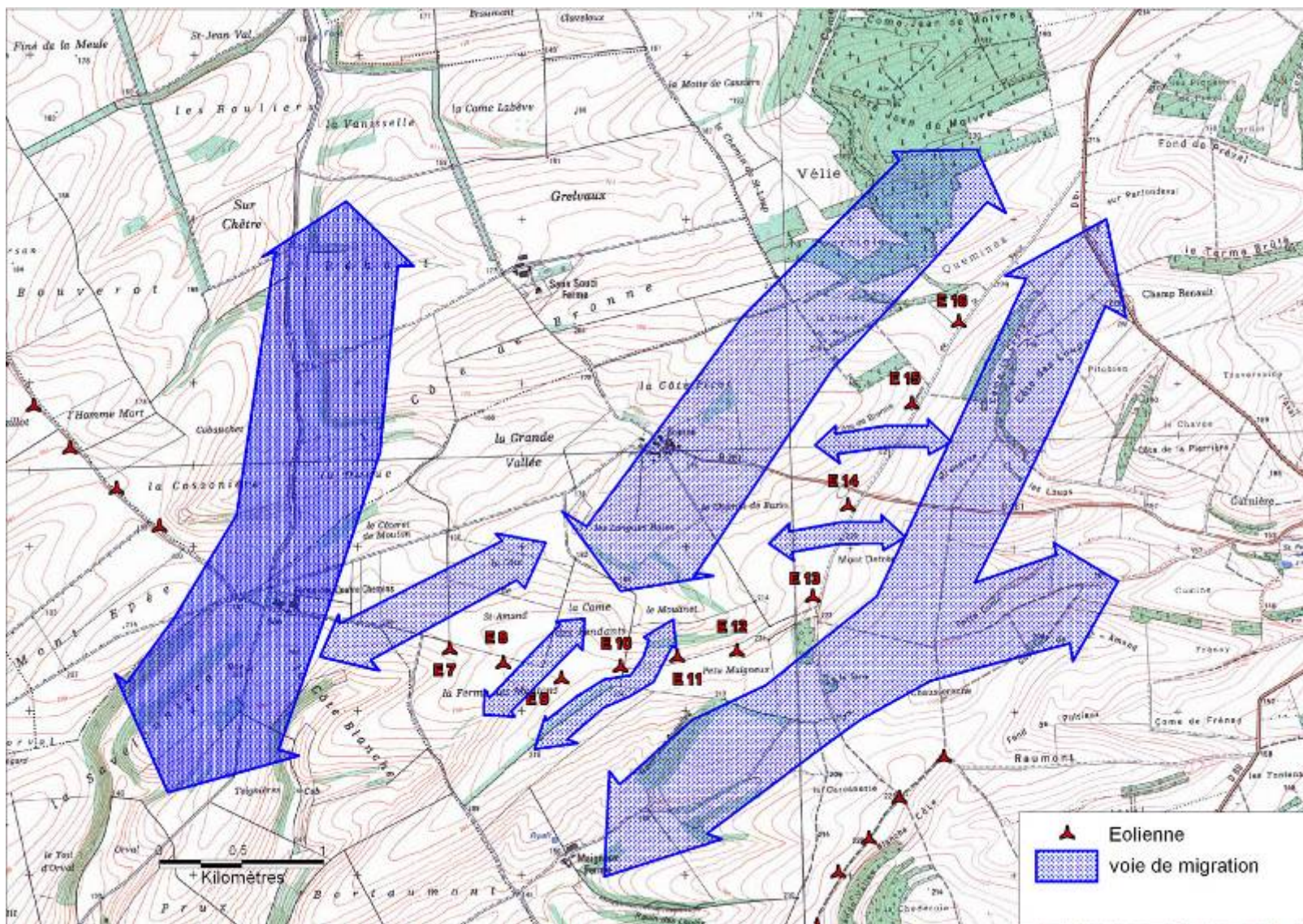
Le parc est distant de 1550 m de celui des Quatre Chemins et seulement de 1260 m de celui des Côtes de Champagne.

La configuration du site est de telle sorte qu'il est difficile d'avoir une vision globale de la migration. La partie nord du parc (éoliennes n° 13 à 16) est longée par la majorité des migrateurs mais les éoliennes de la partie ouest (n°7 à 12) sont plus perturbantes, l'avifaune migratrice ayant tendance à venir butter contre (cf. carte 63).

On constate que les migrateurs sont davantage perturbés au printemps par les éoliennes n° 7 à 13 et en automne par les éoliennes n°13 à 16, simplement parce que, selon le sens de migration, elles deviennent tour à tour les premières à être franchies par les migrateurs.

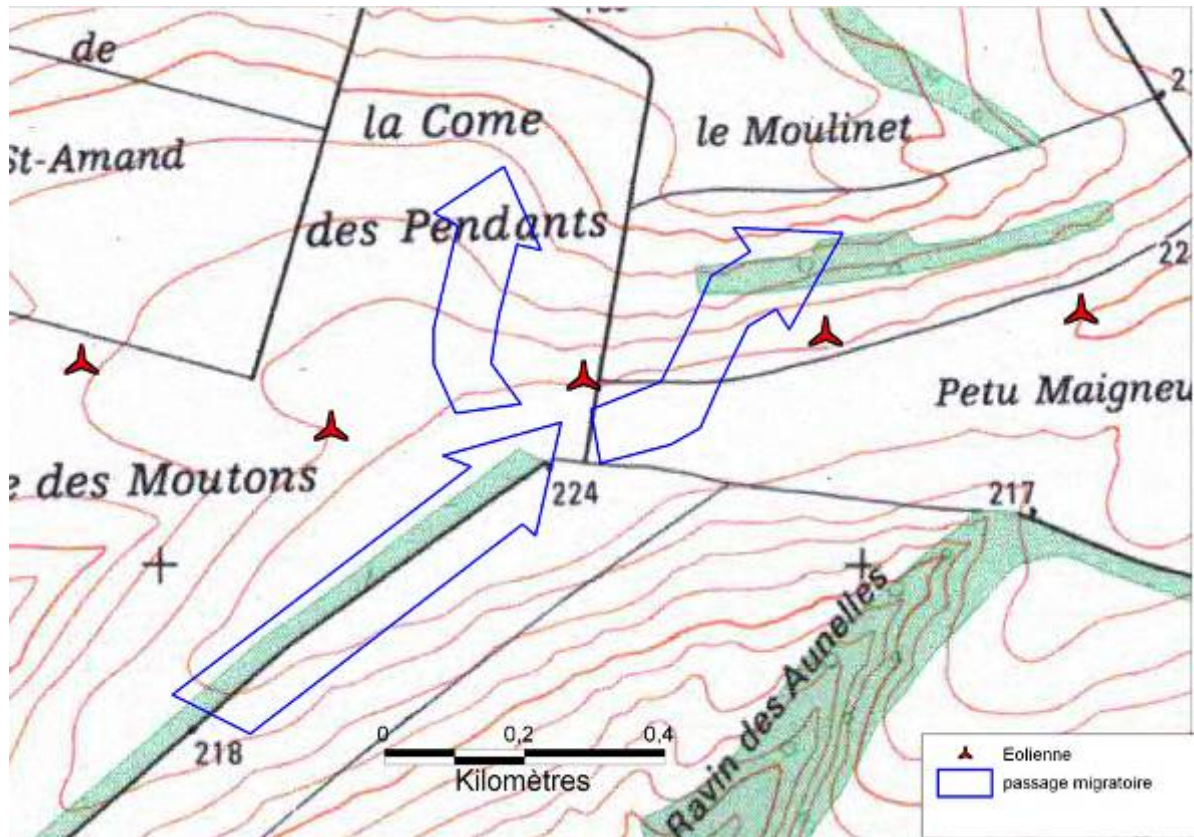
Il est important de préciser que le couloir de migration passant entre les parcs des Quatre Chemins et celui des Quatre Vents continue d'être emprunté par de nombreux migrateurs qui ne manifestent pas de réactions d'évitement. La trouée de 1550 m est donc suffisante pour laisser un passage aux migrateurs. Ce point de passage voit même probablement davantage de migrateur qu'avant l'édification des parcs puisque ceux-ci concentrent le flux migratoire dans cette trouée (cf. carte 62).

Le passage entre le parc des Quatre Vents et celui des Côtes de Champagne est plus étroit. On pouvait craindre un impact sur les migrateurs sur ce point de passage, d'autant que les deux parcs risquaient de provoquer un effet entonnoir. L'espace entre les deux parcs est à la jonction de deux vallons orientés parallèlement à la migration, avec de part et d'autre des éléments boisés. Il rassemble donc les conditions idéales pour attirer les migrateurs, ce qui a été confirmé par les observations faites avant l'implantation des deux parcs. Cependant, le suivi post implantation montre que cette voie de passage n'est pas perturbée. Les migrateurs qui l'empruntent ne manifestent pas de réactions d'effarouchement, sauf en période pré-nuptiale, où une partie d'entre eux, guidés par la combe boisée du "ravin des Aunelles" arrive naturellement face à l'éolienne n° 12 et se détourne vers l'est pour contourner le parc.



Carte 62 : synthèse des voies de migrations observées autour du parc des Quatre vents

Un point critique mérite également d'être décrit ici, il s'agit de l'impact engendré par l'éolienne n°10 en période pré-nuptiale. Elle se trouve dans l'alignement d'une haie, elle-même orientée dans le sens de la migration (cf. carte 63). Cette haie s'allongeant sur plus d'un kilomètre de long, elle attire un grand nombre de passereaux. Ceux-ci aboutissent face au mât de l'éolienne où ils affichent une forte réactivité. De telles erreurs devraient être évitées. Une étude sérieuse avant l'implantation aurait dû déceler ce point de passage et recommander de décaler les éoliennes de manière à ce que les migrateurs concentrés au droit de la haie, aboutissent entre 2 mâts, ce qui aurait suffi à diminuer considérablement l'impact.



Carte 63 : illustration de l'impact de l'éolienne n°10 au printemps

4 Préconisations pour la prise en compte de l'avifaune migratrice dans les études d'impacts

L'objectif de cette synthèse est de servir à l'avenir à l'instruction de nouveaux projets en tenant compte des enseignements tirés des résultats exposés ici.

En premier lieu les suivis doivent être suffisamment précis pour repérer les micros voies de migration décelables à l'échelle d'une zone d'étude. Cette exigence requiert un niveau d'expérience dans ce domaine de la part des personnels de terrain chargés de recueillir les données pour l'étude d'impact.

En ce qui concerne les implantations, il faut exclure les configurations en croix, en L ou en Y, car dans tous les cas de figure, le croisement de deux lignes d'éoliennes provoquera des effets entonnoirs très préjudiciables au déroulement de la migration. Eviter les lignes perpendiculaires à la migration qui provoquent un effet barrière qui incite les migrateurs à de plus larges contournements et ont un impact plus fort. Il faut donc limiter au maximum et le cas échéant, limiter leur emprise sur l'axe de migration, dans l'idéal à moins de 1000m ou aménager des trouées suffisantes pour laisser des échappatoires aux migrateurs. Les trouées prévues pour le passage des migrateurs doivent dépasser 1000m de large pour être efficaces, dans l'idéal, elle devraient atteindre 1250m, et ce sans distinction du sens d'implantation des éoliennes.

Comme il a été exposé dans ce document, les linéaires parallèles au sens de la migration ont moins d'incidence mais ils peuvent entraver des points de passage. Des trouées peuvent également être envisagées au droit de ces passages pour laisser des espaces de respiration permettant aux migrateurs de passer d'un côté ou de l'autre d'une ligne d'éoliennes (attention toutefois au parc comportant plusieurs lignes parallèles).

Il faut également garder à l'esprit qu'il faut éviter de disposer des éoliennes à proximité de haies ou des boisements susceptibles d'être des points attractifs pour les migrateurs.

Ces conseils prennent d'autant plus d'importance dans le cadre de secteurs favorables à l'éolien où se concentrent les projets.

5 Evaluation des impacts cumulatifs

La proximité des différents parcs éoliens sur la zone permet d'appréhender en partie les impacts cumulatifs. Le fait que le couloir de migration passant entre les parcs des Quatre Chemins et des Quatre Vents soit toujours fonctionnel en est un exemple. Toutefois, il aurait fallu des moyens bien plus importants pour établir des constats sur l'ensemble de la zone. Les résultats obtenus avec quelques observateurs donnent une vision fragmentaire de l'impact réel. Ils concernent surtout les impacts perçus à proximité des parcs. Il est probable que des phénomènes de contournement à grande échelle échappent aux observateurs. Dans l'état actuel des choses, il apparaît que seuls les parcs des Côtes de Champagne, des Quatre Chemins et des Quatre Vents, qui sont distants de moins de 2 km les uns des autres, puissent provoquer un impact cumulé sur les migrateurs. Mais leur disposition permet la circulation des migrateurs entre chacun d'eux, ce qui limite cet effet cumulatif.

Une meilleure évaluation de la perturbation subie par les migrateurs nécessiterait également de constituer un échantillonnage plus important au moment de l'état initial ou, au besoin, de faire des prospections complémentaires entre l'obtention du Permis de Construire et la construction du parc.

Pour aller plus loin, une étude des flux migratoires (diurnes et nocturnes) à l'aide d'un radar permettrait d'obtenir des résultats plus aboutis.

On tire cependant plusieurs enseignements de ces différents suivis, notamment que l'impact varie en fonction de leur configuration. Dans le cas de concentration de parcs sur une même zone, il est important d'avoir une vision d'ensemble et de tenir compte des interactions entre les différents parcs. Plusieurs parcs implantés linéairement dans le sens parallèle à la migration n'empêcheront pas la circulation des migrateurs pour peu qu'ils soient implantés à plus d'1,5 km les uns des autres. Tandis que s'ils se superposent perpendiculairement à l'axe migratoire, même éloignés de plus de 2 km les uns des autres, ils risquent d'interdire la zone aux migrateurs. La mise en place de schémas de développement à petite échelle permettrait de limiter ce type d'impact rien qu'en tenant compte des risques potentiels. Ils permettraient au moins de définir des échappatoires théoriques pour les migrateurs, et de cette manière optimiser le développement de l'éolien.

6 Les cas de collisions

Quelques cas de collisions ont été répertoriés au cours des journées d'observation sur le terrain. Ce sont des découvertes fortuites étant donné qu'aucun suivi de la mortalité n'a été mis en place. Certains cadavres ont été trouvés à l'occasion de prospections ciblées lors de certaines journées défavorables aux mouvements migratoires où les observateurs ont reporté leur attention sur la recherche d'éventuels cas de collisions. Avec seulement 21 cadavres, le nombre de victimes est peu élevé mais l'évaluation est très délicate tant la découverte d'un cadavre est difficile.

Tableau 28 : espèces victimes de collisions

Espèces	nombre
Busard Saint-Martin	1
Faucon crécerelle	1
Alouette des champs	2
Rougegorge familier	4
Merle noir	2
Pouillot indéterminé	1
Roitelet à triple bandeau	4
Roitelet indéterminé	2
Étourneau sansonnet	3
passereau indéterminé	1
total	21

Conclusion

Cette synthèse fait d'abord ressortir que presque toutes les espèces sont sensibles à l'effarouchement des éoliennes quand elles sont en migration. Les familles les moins sensibles sont les rapaces, les hirondelles, et dans une moindre mesure les étourneaux, les motacillidés (bergeronnettes et pipits) et les bruants. Les grandes espèces semblent aussi plus sensibles que les passereaux.

Les migrants perçoivent davantage l'ensemble d'un parc éolien comme un obstacle à part entière plutôt que chaque éolienne individuellement.

Plus les conditions de vols deviennent défavorables, plus les migrants semblent sensibles à l'effarouchement.

La taille des groupes d'oiseaux a une influence sur la proportion de réactions. Plus les groupes sont importants plus ils sont sujets à l'effarouchement.

Les observations faites sur les différents parcs montrent qu'une trouée de moins d'un kilomètre entre deux lignes d'éoliennes est insuffisante pour laisser le passage libre aux migrants mais qu'une trouée de 1250 mètres serait suffisante.

Les parcs éoliens implantés perpendiculairement à la migration créent un effet barrière qui les rend plus préjudiciables. Les configurations en lignes d'éoliennes perpendiculaires entre elles peuvent provoquer des effets d'entonnoirs qui amènent les migrants dans un enfermement et qui démultiplient l'impact.

Les haies ou les bois influent les trajectoires de vol des espèces migratrices qui préfèrent survoler les espaces boisés plutôt que des terres cultivées. La position des éoliennes par rapport à la disposition des boisements est donc un paramètre à prendre en compte dans la phase de planification d'un projet éolien.

Du point de vue des méthodologies utiles à l'évaluation des impacts, l'obtention de résultats fiables nécessite de passer beaucoup de temps sur le terrain. Il convient de se baser sur un état initial conséquent pour autoriser des comparaisons avant et après l'édification des éoliennes. Enfin, l'interprétation des réactions manifestées par les migrants nécessite une certaine expérience qui ne s'acquiert qu'avec la pratique. En général, les résultats obtenus s'affinent au fil des années de suivis, à mesure que les ornithologues s'approprient la zone d'étude.

Les impacts cumulatifs sont difficiles à évaluer à grande distance et demanderaient de passer plus de temps ou de déployer plus de moyens pour les prospections de terrain. Vu les enjeux que représente le développement de l'éolien en Champagne-Ardenne, ces impacts doivent être évalués de manière prévisionnelle à l'aide de schémas directeurs projetés à l'échelle locale.

Bibliographie

- ABIES ; LPO Aude ; Géokos consultant. (1997).** – Suivi ornithologique du parc éolien de Port la nouvelle (Aude). Rapport final.
- ABIES ; LPO Aude ; ADEME (2001).** - Suivi ornithologique des parcs éoliens de Guarrigue Haute (Aude). Rapport final.
- ACHA A. (1998)** - Negative impact of wind generators on the Eurasian Griffon *Gyps fulvus* in Tarifa, Spain. *Vulture News, the Journal of Vulture Study Group* 38 : 10 - 18.
- ADEME (2001).** - Manuel préliminaire de l'étude d'impact des parcs éoliens, ADEME Editions.
- AHLEN I. (2002).** - *Fladdermöss och faglar dödade av vindkraftverk.* - Fauna-Flora 97 (3) : 14-21.
- ANDERSON R.L., ERICKSON W., STRICKLAND D., BOURASSA M., TOM J. & NEUMANN N. (2001).** - *Avian Monitoring and risk Assessment at Tchachapi Pass and San Gorgonio Pass Wind Resource Areas, California.* In PNAWPPM IV, Proceeding of the National Avian – Windpower Planning Meeting IV, Carmel, California, May 2001 : 53 - 54.
- ANDRE Y. (2003).** - *Base de données documentaires des impacts des parcs éoliens sur l'avifaune.* Réseau éolien avifaune / LPO / Ministère de l'Ecologie et du Développement Durable.
- ARJUN AMAR & STEPHEN M. REDPATH (2005).** – *Habitat use by Hen Harriers Circus cyaneus on Orkney : implications of land-use change for this declining population.* Ibis : 147 p. 37-47.
- AVEL PEN AR BED ; ADEME (2000).** – *Avifaune et projets éoliens. Approche bibliographique* : 64p.
- BERTRAND J. – ONCFS ; Educagri éditions (2001).** - Agriculture et Biodiversité, un partenariat à valoriser. 157 p.
- BLONDEL J., FERRY C., FROCHOT B. (1970).** - *La méthode des Indices Ponctuels d'Abondance (IPA) ou des relevés d'avifaune par « stations d'écoute ».* - Société d'Etudes Ornithologiques de France, Alauda vol. 38 n°1 : p. 55-57.
- BÖTTGER, M., T. CLEMENS, G. GROTE, G. HARTMANN, E. HARTWIG et al. (1990).** - *Biologisch-ökologische Begleituntersuchungen zum Bau und Betrieb von Windkraftanlagen.* NNA-Berichte 3 (Sonderheft).
- DIRKSEN, VAN DER WINDEN & SPANNS (1998)** - Nocturnal collision risk of birds with wind turbines in tidal and semi-offshore areas, in "*Wind Energy and Landscape*", Actes du colloque international de Gênes, Italie, 26-27 juin 1997, Balkema, Rotterdam, pp. 99-108
- DUBOIS P. J., LE MARECHAL P., OLIOSO G. & YESOU P. (2000)** - Inventaire des oiseaux de France. Avifaune de la France métropolitaine. Nathan, Paris. 400 p.
- DUBOIS P.J. & ROUSSEAU E. (2005)** - La France à tire d'aile. Comprendre et observer la migration des oiseaux. Delachaux et Niestlé : 263 p.
- 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.
- DÜRR T. (2001).** – *Verluste von Vögeln und Fledermäusen durch Windkraftanlagen in Brandenburg.* – Otis 9 : p. 123-125.
- DÜRR T. (2009).** - *Vogelverluste an Windenergieanlagen in Deutschland Daten aus der zentralen Fundkartei der Staatlichen Vogelschutzwarte im Landesumweltamt Brandenburg*
<http://www.mluv.brandenburg.de/cms/detail.php/bb2.c.451792.de>
- EDF GDF services Reims Champagne ; LPO Champagne-Ardenne (1994).** – *L'Avifaune de Champagne-Ardenne et le réseau aérien, Espèces victimes et zones sensibles.*
- EI GHAZI, A. et FRANCHIMONT, J. (2002).** – *Evaluation de l'Impact du parc éolien d'Al Koudia Al Baïda (Péninsule Tingitane, Maroc) sur l'avifaune migratrice post-nuptiale.* Porphyrio, Vol. 13-14 : 72-98.

- EVERAERT J., DEVOS K. & KUIJKEN E., (2002).** - *Wind turbines and birds in Flanders (Belgium): Preliminary study results in a European context.* Report Institute of Nature Conservation R.2002.03., Brussels. (76 pp. Report in Dutch with English summary).
- EVERAERT J. (2003).** - Windturbines an vogels in Vlaanderen. Voorlopige onderzoeksresultaten en aanbevelingen. - *Natuur. Oriolus* 69 (3).
- EVERAERT J. (2003).** – *Wind and turbines and Birds in Flanderes. Preliminary study results and recommandation.* - *Natuur. Oriolus* 69 (4). 144 – 155.
- HOTKER H., THOMSEN K. M. & KOSTER H. (2004).** - *Auswirkungen regenerativer Energiegewinnung auf die biologische Vielfalt am Biespiel der Vögel* – Fakten, Wissenslücken, Anforderungen an die Forschung, ornithologische Kriterien zum Ausban van regeneration Energiegewinnungsformen- gefördert vom Bundesamt für Naturschutz
- JIGUET F. & JULLIARD R. (2006).** - *Suivi Temporel des Oiseaux Communs. Bilan du programme STOC pour la France en 2005.* *Ornithos* 13, 3 : 158-165
- LEDDY K.L., HIGGINS K.E. & NAUGLE D.E. (1999).** - *Effects of wind Turbines on upland nesting birds in Conservation Reserve Programm grasslands.* *Wilson Bulletin* 111, 1 : 100 - 104.
- LEKUONA J.M. (2001).** - *Uso del Espacio por la Avifauna y Control de la Mortalidad de Aves y Murcelagos en los Parques Eolicos de Navarra Durante un Ciclo anual.* Direccion General de Medio Ambiente Departamento de Medio Ambiente, Ordenacion del Territorio y Vivienda Gobierno de Navarra : 1 - 147.
- LPO (2004).** - *L'énergie éolienne et la conservation de la nature.*
- LPO Aude ; Centrale éolienne de Lastours (2002).** – *Suivi avifaunistique du Parc éolien du Plan du Pal, commune de Portel-des-Corbières.*
- LPO Champagne-Ardenne (2003).** – *Contribution à l'étude d'impact du projet de parc éolien sur les communes de Bassu, Lisse-en-Champagne et Saint-Amand-sur-Fion.* 36 p.
- LPO Champagne-Ardenne (2003).** – *Contribution à l'étude d'impact du projet de parc éolien sur les communes de Dommartin-Varimont, Noirlieu, Epense & Somme-Yèvre.* 40 p.
- LPO Champagne-Ardenne (2003).** – *Etude d'impact avifaunistique de deux projet de parcs éolien dans la Marne : Argonne et Côtes de Champagne. Notes complémentaires. Migration post nuptiale.* 18 p.
- LPO Champagne-Ardenne (2003).** – *Suivi ornithologique autour de l'éolienne de La-Chaussée-sur-Marne : Réactions des oiseaux migrateurs et nicheurs.* 18 p.
- LPO Champagne-Ardenne (2004).** – *Suivi ornithologique autour de l'éolienne de La-Chaussée-sur-Marne : Notes complémentaires.* 18 p.
- LPO Champagne-Ardenne (2005).** – *Etude d'impact avifaunistique du projet de parc éolien de "Vent de Brunelle" sur la commune de Saint-Amand-sur-Fion. – Période postnuptiale.* 38p.
- LPO Champagne-Ardenne (2005).** – *Schéma de développement éolien dans le canton de Vitry-le-François et Marson (Marne) Vloie avifaune. Zone comprise entre les communes de Soulanges, Marson et Contault-le-Maupas.* 81p.
- LPO Champagne-Ardenne (2006).** - *Etat initial dans le cadre de l'étude d'impact pour le projet de parc éolien sur les communes de la Chaussée-sur-Marne, Saint-Jean-sur-Moivre, Francheville et Dampierre-sur-Moivre et Coupéville.* 64p.
- LPO Champagne-Ardenne (2006).** – *Etat initial de l'avifaune dans le cadre de l'étude d'impact pour le projet de parc éolien sur la commune de Marson.* 49p.
- LPO Champagne-Ardenne (2006).** - *Etude d'impact avifaunistique du projet de parc éolien sur les communes de Soulanges et Saint-Amand-sur-Fion.* 57p.
- LPO Champagne-Ardenne (2006).** - *Rapport de l'Etat initial de l'avifaune pour le projet de parc éolien de Bussy-le-repos.* 72p.
- LPO Champagne-Ardenne (2006).** - *Suivi ornithologique du parc Eolien du Mont Favarger et des Malandeaux résultat de la première année de suivi (2005)*

- LPO Champagne-Ardenne (2008).** – *Etude d'impact avifaunistique du projet de parc éolien des "Quatre Chemins" : saison – 2006/2007.* 81p.
- LPO Champagne-Ardenne (2008).** - *Suivi ornithologique du parc éolien d'Argonne : résultats de la première année de suivi – 2005/2006.* 80p.
- LPO Champagne-Ardenne (2008).** - *Suivi ornithologique du parc des Côtes de Champagne : résultats de la première année de suivi – 2005/2006.* 95p.
- LPO Champagne-Ardenne (2008).** - *Suivi ornithologique du parc des Côtes de Champagne : résultats de la deuxième année de suivi – 2006/2007.* 76p.
- LPO Champagne-Ardenne (2009).** - *Suivi ornithologique du parc éolien d'Argonne : résultats de la deuxième année de suivi – 2006/2007.* 130p.
- LPO Champagne-Ardenne (2009).** - *Suivi ornithologique du parc des Côtes de Champagne : résultats de la troisième année de suivi – 2007/2008.* 184p.
- LPO Champagne-Ardenne (2009).** - *Suivi avifaunistique post installation du parc éolien des "Quatre Chemins" : saison – 2007/2008.* 95p.
- LPO Champagne-Ardenne (2009).** - *Suivi avifaunistique post installation du parc éolien des "Quatre Vents" : saison – 2007/2008.* 84p.
- LPO Champagne-Ardenne (2010).** - *L'observatoire régional de l'avifaune de Champagne-Ardenne* <http://champagne-ardenne.lpo.fr/observatoire/commun.htm>
- LPO Champagne-Ardenne (2010).** - *Suivi avifaunistique post installation du parc éolien des "Quatre Chemins" : saison – 2008/2009 ; bilan 2006/2009* 145p.
- LPO Champagne-Ardenne (2010).** - *Suivi avifaunistique post installation du parc éolien des "Quatre Vents" : saison – 2008/2009.* 88p.
- LPO Champagne-Ardenne (2010).** - *Suivi ornithologique du parc éolien d'Argonne : résultats de la troisième année de suivi – 2007/2008.* 169p.
- LPO Champagne-Ardenne (2010).** - *Suivi ornithologique du parc des Côtes de Champagne : résultats de la quatrième année de suivi – 2008/2009.* 145p.
- LPO Champagne-Ardenne (2010).** - *Suivi ornithologique du parc éolien du Mont Faverger : années 2006/2007/2008 et synthèse générale.* 153p.
- LPO Champagne-Ardenne & CPIE Pays de Soulaines (2005)** - *Actes du séminaire : Eoliennes, avifaunes et chiroptères, quels enjeux.* 70 p.
- LPO Mission FIR & LPO Champagne-Ardenne (2002).** - *Plan national de restauration du Milan royal *Milvus milvus*.* - Ministère de l'Aménagement du Territoire et de l'Environnement.
- LPO Marais Breton; ADEME (2005)** - *Suivi évaluation de l'impact du parc éolien de Bouin (Vendée) sur l'avifaune et les Chauves-souris - 2004 : comparaison état initial et fonctionnement des éoliennes :* 91 p.
- LPO & MNHN (2006).** - *Le statut des oiseaux en France.* 23p.
- LUGRIN B. & REGAMEY J.L. (2001)** - *Revitalisation d'un milieu cultivé : effet sur l'avifaune. L'exemple de la Champagne genevoise in Actes du 39e colloque interrégional d'ornithologie, Yverdon-les-Bains (Suisse) 1999.* Nos oiseaux suppl. 5 : 111 - 118.
- Office National de la Chasse et de la Faune Sauvage, Direction des études et de la recherche ; CNERA Avifaune migratrice (2002).** - *Impact des éoliennes sur les oiseaux, Synthèse des connaissances actuelles.*
- PEDERSEN, M. B, and E. POULSEN (1991).** - *Impact of a 90 m/2 MW wind turbine on birds – Avian responses to the implementation of the Tjaereborg Wind turbine at the Danish Wadden Sea.* Danske Vildtundersogelser 47, Kalo.
- REICHENBACH M. (2004)** *Effet des installations d'énergie éolienne sur les oiseaux – que savons-nous aujourd'hui?* – Energies renouvelables. 7 p.

Rocamora G. & Yeatman-Berthelot D., SEOF-LPO (1999). - *Oiseaux menacés et à surveiller en France, liste rouge et priorités.*

SINNING F., Windenergie und Vögel (2002).– *Ausmass Bewältigung eines Konfliktes. Vogelverluste an WEA in Deutschland.*