

Les effets d'un aménagement foncier sur l'Outarde canepetière *Tetrax tetrax* : le cas de Saint-Jean-de-Sauves

Cyrille POIREL

LPO Vienne, 389 avenue de Nantes

86000 POITIERS



Introduction

La commune de Saint-Jean-de-Sauves est située au cœur de la Zone de Protection Spéciale FR5412018 du Mirebalais-Neuvillois (ZPS MINE). Cette ZPS abrite le plus gros effectif d'Outarde canepetière *Tetrax tetrax* du centre-ouest de la France et constitue de fait la plus grosse population d'outardes migratrices d'Europe. La population du centre-ouest de la France est particulièrement menacée et a subi un déclin de 95 % ainsi qu'une forte contraction de son aire de répartition entre 1978 et 1996 (BRETAGNOLLE et INCHAUSTI, 2005). La principale raison à ce déclin extrêmement rapide est l'intensification de l'agriculture (GORIUP, 1994 ; BRETAGNOLLE et al., 2011). L'identification des mécanismes ayant conduit à cette évolution est plus délicate car l'intensification de l'agriculture revêt des facettes multiples et souvent corrélées entre elles. On peut classer ces facettes en deux grandes catégories : celles qui ont trait à des modifications de la qualité de l'habitat : pesticides, engrais, irrigation, etc. et celles liées à des modifications du paysage : taille des parcelles, éléments topographiques (arbres, haies, chemins, fossés, etc.), assolement, etc. (WOLFF, 2001). Il a été établi qu'en plaine céréalière, c'est principalement le manque de couverts herbacés permettant aux femelles de nicher et aux jeunes de s'alimenter qui est responsable de la quasi-disparition de l'espèce (BRETAGNOLLE et INCHAUSTI, 2005). Un aménagement foncier (AF), autrefois appelé remem-

brement, est un regroupement de terres agricoles appartenant à plusieurs propriétaires et/ou agriculteurs avec pour principal objectif de faciliter l'exploitation agricole des terres. Un AF peut également avoir lieu consécutivement à la construction d'une route ou d'une voie ferrée. Un AF a pour conséquence directe l'agrandissement du parcellaire, qui s'accompagne d'une diminution des bords de champs et des zones refuges (RODRIGUEZ et WIEGAND, 2009). Il conduit donc à une diminution de l'hétérogénéité du paysage, l'un des paramètres clefs de la conservation de nombreux taxons en milieu agricole (BENTON et al., 2003). Malgré les nombreuses études déjà menées sur l'Outarde canepetière, aucune n'avait jusqu'à présent étudié l'impact d'un AF sur cette espèce. La principale raison à cela est sans doute qu'en France, la plupart des AF ont eu lieu pendant les années 60 à 80 alors que le suivi régulier des outardes n'existe que depuis les années 2000.

Dans les plaines du Mirebalais-Neuvillois, le dernier AF en date a eu lieu l'été 2006 et a concerné 4 354 ha principalement situés sur la commune de Saint-Jean-de-Sauves, commune qui en avait déjà connu deux autres en 1964/1966 et 1982 (TRANCHANT, 2006). L'objectif de cette étude est d'évaluer, *a posteriori*, à partir des données disponibles, l'impact de l'AF de Saint-Jean-de-Sauves sur la population d'Outarde canepetière et d'en identifier les mécanismes en vue de pouvoir réduire et compenser plus efficacement les effets d'éventuels futurs AF.

Méthodologie

Définition de la zone d'étude

À partir du secteur faisant l'objet d'un suivi précis et annuel des outardes auquel ont été retirées les parties hors ZPS MINE, deux zones ont été définies (la figure 1 localise ces zones) :

- la zone concernée par l'AF, notée ZAF
- la zone non concernée par l'AF, notée ZT

Les données du tableau I illustrent le fait que ces deux zones sont relativement comparables en termes de surface occupée par l'agriculture, de surface urbanisée et de densité de haies.

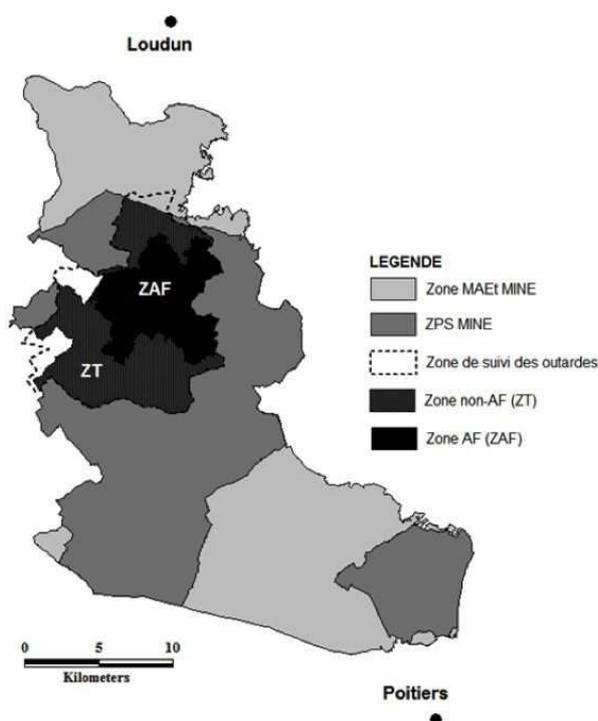


Figure 1 : Localisation des zones étudiées au sein des plaines du Mirebalais-Neuvillois.

Tableau I : Description des zones concernée (ZAF) et non concernée (ZT) par l'aménagement foncier

Secteur d'étude	ZT	ZAF
Surface (ha)	6 376	4 620
Surface Agricole Utile (SAU) de 2007 (%)	87,2	86,1
Zone urbanisée* 2002 (%)	2,0	2,9
Haies et lisières* 2002 (m / ha)	18,2	18,8

(* Données issues de la cartographie du Document d'objectifs MINE).

Écart entre la ZT et la ZAF

Pour un certain nombre de variables, par exemple le nombre de mâles chanteurs d'outardes, nous nous intéressons à l'évolution de l'écart entre la ZAF et la ZT. Ceci présente deux intérêts :

- l'AF est la principale différence ayant affecté la ZAF et la ZT. Regarder l'évolution de l'écart entre ces deux zones permet de quantifier l'impact de celui-ci sur les variables étudiées. Une absence d'effet se traduira par un écart constant.
- la réalisation des protocoles a été menée par différents observateurs au cours du temps. Ceci représente un biais potentiellement important pour certaines variables relevées sur le terrain comme le nombre de mâles d'outardes cantonnés et les surfaces herbacées. À une année correspond un seul observateur dont on peut raisonnablement admettre qu'il a mis en œuvre les protocoles de manière homogène sur la ZAF et la ZT. Ainsi, regarder l'évolution de l'écart entre ces zones permet de diminuer, voire de supprimer, ce biais "observateur".

Dénombrement des outardes

Le protocole utilisé est celui dit du suivi rapproché. Entre la semaine 17 (dernière décade d'avril) et la semaine 23 (première décade de juin), l'intégralité de la zone de suivi rapproché, soit environ 12 000 ha, est prospectée hebdomadairement en 4 sorties de terrain d'une durée de 4 heures, réalisées en matinée ou en soirée par des conditions météorologiques favorables. A chaque sortie, l'observateur cherche à retrouver l'ensemble des mâles chanteurs contactés les semaines précédentes, tout en prospectant l'ensemble des zones où l'assolement est favorable aux outardes (jachère, prairies, etc.). Une place de chant est "validée" à l'issue du suivi si elle est occupée au moins 3 fois pendant les 7 semaines de prospection. Ce protocole mis en place par la LPO France est réalisé annuellement depuis 2006 et permet une très bonne approche du nombre réel de mâles chanteurs cantonnés sur un secteur, mais il est lourd, ce qui limite les surfaces sur lequel il peut être appliqué. Un mâle cantonné est un mâle qui occupe régulièrement une place de chant, par opposition à un mâle satellite qui se déplace au cours de la saison, et peut donc être observé une fois sur un secteur sans pour autant y être établi.

Taille des îlots cultureux et des parcelles culturales

La taille des îlots cultureux a été calculée à partir des Registres Parcellaire Graphique (RPG). Les RPG utilisés dans cette étude sont ceux des années 2004, 2006, 2007 et 2011. Pour trois années : 2004, 2007 et 2011, la table associée au RPG donne l'assolement détaillé de chaque îlot ce qui a permis d'avoir accès à la taille des parcelles culturales.

Assolement

Les données sont issues des RPG de 2004, 2007 et 2011 pour lesquels nous disposons, sur la ZPS MINE, de l'assolement de chaque îlot. Cet assolement correspond aux cultures en place au 15 mai de l'année considérée. Des relevés de terrain de l'ensemble des surfaces herbacées ont également été réalisés entre 2005 et 2012 sur la zone de suivi rapproché, ce qui permet d'avoir une évolution annuelle des surfaces herbacées.

Contrats Agro-Environnementaux

Deux types de contrats agro-environnementaux se sont succédés sur la période étudiée : les Contrats Agriculture Durable (CAD) de 2004 à 2006 et les Mesures Agro-Environnementales territorialisées (MAEt) de 2008 à 2013. Pour les CAD, la cartographie n'est pas annualisée mais nous disposons de la cartographie globale des contrats de 2004 à 2006. Pour les MAEt, la cartographie est disponible de manière annualisée sur la période 2008-2012.

Résultats

Effectifs et densités de mâles chanteurs d'outardes

La figure 2 illustre l'évolution du nombre de mâles chanteurs d'outardes cantonnés sur la ZAF et la ZT de 2006 (année précédant l'AF) à 2013 (7 ans après l'AF). En 2006, le nombre de mâles chanteurs est quasi similaire sur les deux zones. Les effectifs d'outarde de la ZT sont fluctuants mais avec 21 mâles en 2006 et 28 en 2013. Ils sont en légère progression sur la période étudiée. A l'inverse, ceux de la ZAF affichent, sur cette même période, une nette tendance à la diminution (env. 40 %) puisqu'on passe de 19 à 11 mâles. L'écart d'effectifs entre les deux zones qui était quasi nul en 2006 se crée en 2007 puis se réduit de moitié entre 2007 et 2009, avant d'augmenter

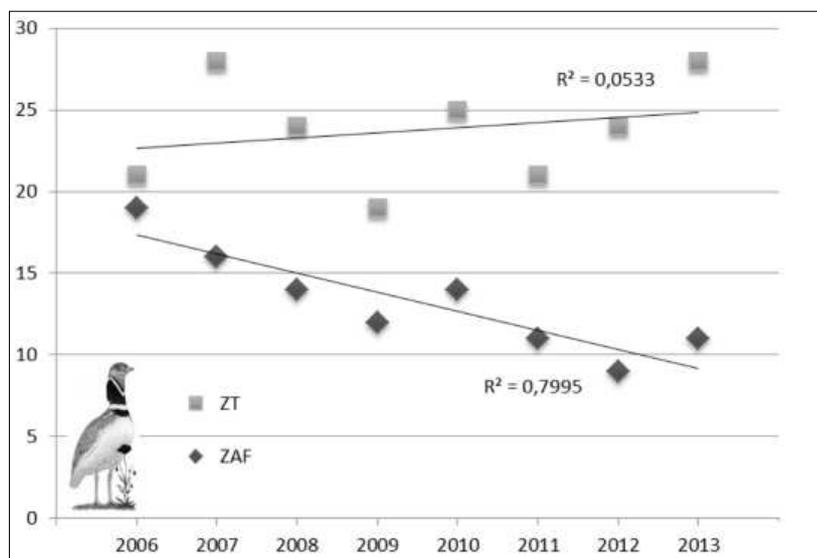


Figure 2 : Nombre de mâles chanteurs d'outardes cantonnés sur la ZAF et la ZT entre 2006 et 2013.

à nouveau entre 2009 et 2010 puis entre 2011 et 2013. En rapportant ces effectifs de mâles chanteurs aux surfaces des deux zones : 4 620 ha pour la ZAF et 6 376 ha pour la ZT, on constate qu'en 2006 la densité de la ZAF est supérieure à celle de la ZT avec respectivement 4,11 mâles chanteurs pour 1 000 ha contre 3,23 pour 1 000 ha. Pour les années suivantes, la densité est systématiquement plus élevée en ZT qu'en ZAF. En 2013, on a 2,38 mâles pour 1 000 ha en ZAF contre 4,39 pour 1 000 ha en ZT. Cherchons maintenant à identifier les mécanismes qui pourraient expliquer la différence d'évolution constatée entre les deux zones.

Structure du parcellaire

La conséquence la plus évidente d'un AF est le changement de la taille des îlots et parcelles culturales. Le tableau II et les figures 3 et 4 illustrent l'ampleur et la rapidité de ces changements.

Tableau II : Taille moyenne des parcelles en 2004, 2007 et 2011 sur la ZAF et la ZT (Source : RPG).

Taille moyenne des parcelles (ha)	2004	2007	2011
ZAF	2,38	4,74	5,21
ZT	3,21	3,22	3,45

La taille moyenne des parcelles a plus que doublé entre 2004 et 2011 sur la ZAF (augmentation de 118 %) alors que dans le même temps, sur la ZT, l'augmentation n'est que de 7,5 %. La taille moyenne des parcelles est un bon indicateur mais il faut être conscient que la valeur moyenne indiquée est tirée par le bas par les nombreuses petites parcelles qui n'occupent qu'une faible part de la surface agricole utile (SAU). En 2007 par exemple, la taille moyenne des parcelles de la ZAF est de 4,74 ha alors que les deux tiers de la SAU sont des parcelles de plus de 8 ha. Regardons maintenant quelles ont été les conséquences de l'AF sur les deux zones en termes d'assolement.

Assolement

Le tableau III donne la description de l'assolement de la ZT et de la ZAF en 2004, 2007 et 2011.

En 2004, l'assolement des deux zones est très semblable : les grandes cultures occupent environ les deux tiers de la surface totale tandis qu'environ 10 % sont en surfaces herbacées. En 2007, soit une année après l'AF, on observe peu d'évolution sur les pourcentages des

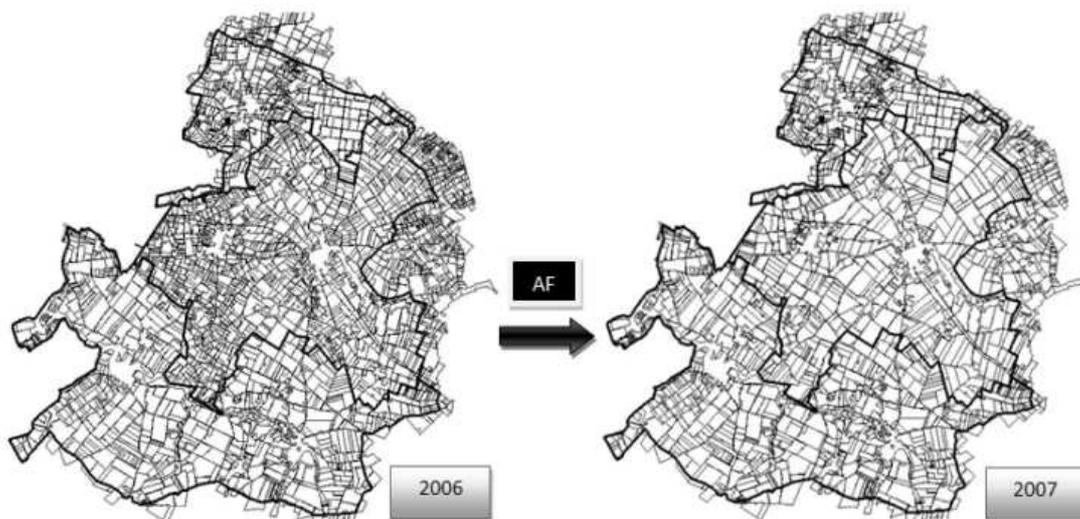


Figure 3 : Cartographie des îlots culturels sur la ZT et la ZAF en 2006 et 2007. (Source : RPG)

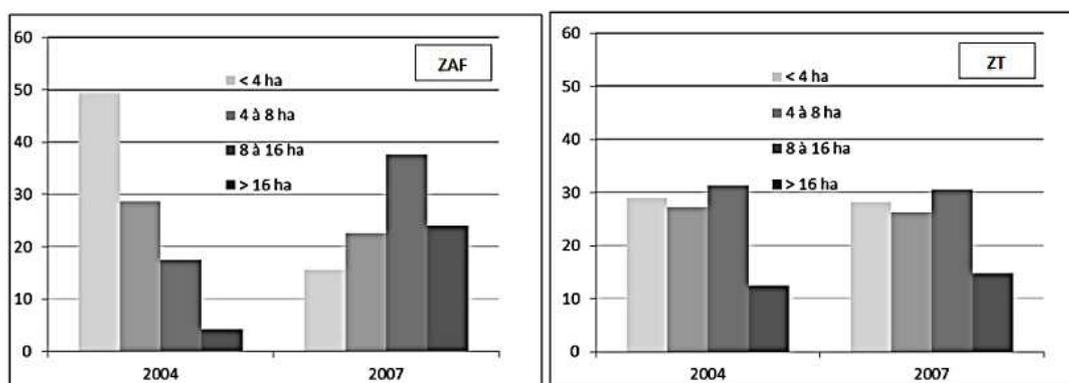


Figure 4 : Diagrammes montrant le pourcentage de la SAU de la ZAF et de la ZT occupé en 2004 et 2007 par des parcelles culturelles de surfaces inférieures à 4 ha, comprises entre 4 à 8 ha, entre 8 et 16 ha et de plus de 16 ha.

Tableau III : Assolements de 2004, 2007 et 2011 exprimés en pourcentages de la surface totale de chaque zone (Source : RPG). Remarque : Le RPG de 2004 est en partie incomplet, il manque environ 7 % des données et les parcelles manquantes sont principalement situées en ZT. Ces données manquantes expliquent l'essentiel de la différence de SAU observée entre 2004 et 2007 pour la ZT et la différence de SAU assez importante de 2004 entre la ZT et la ZAF.

	ZT			ZAF		
	2004	2007	2011	2004	2007	2011
Blé	29,61	28,23	26,99	35,54	30,06	31,42
Colza	10,57	11,56	13,45	8,40	8,21	12,95
Tournesol	7,45	5,48	7,21	11,83	14,09	11,67
Orge	6,98	10,06	9,15	6,07	9,74	6,52
Autres Céréales	6,71	8,62	10,70	5,03	6,97	8,38
Mais	3,52	2,48	2,40	3,91	3,72	3,31
Surfaces fourragères ¹	4,07	5,61	5,65	5,07	3,63	6,83
Gels (hors gel industriel)	6,25	8,87	5,23	4,90	4,04	1,71
Divers ²	5,55	6,25	6,15	3,54	5,58	3,91
Grandes cultures ³	64,85	66,43	69,90	70,78	72,79	74,25
Surfaces herbacées ⁴	10,32	14,48	10,88	9,97	7,67	8,54
TOTAL SAU	80,72	87,16	86,93	84,28	86,05	86,70

(1) Prairies temporaire et permanente, fourrage, semences fourragères.

(2) Légumes-fleurs, protéagineux, autres oléagineux, gel industriel, vigne, verger, autres utilisations.

(3) Blé, colza, tournesol, orge, autres céréales et maïs.

(4) Gels (hors gel industriel) et surfaces fourragères.

différentes grandes cultures par rapport à 2004. En revanche, les surfaces herbacées ont évolué de manière inverse sur les deux zones :

- augmentation sur la ZT où elles représentent 14,48 % de la superficie,
- diminution sur la ZAF : 7,67 % de la superficie, soit près de deux fois moins qu'en ZT. De 2007 à 2011, on observe une diminution des surfaces en gel sur les deux zones au profit des surfaces en grandes cultures. Cette diminution est légèrement plus marquée en ZT qu'en ZAF. Par ailleurs on observe une augmentation des surfaces en prairie en ZAF mais pas en ZT. Au bilan des surfaces herbacées, l'écart s'est réduit entre les deux zones puisqu'on constate 10,88 % en ZT et 8,54 % en ZAF en 2011.

Évolution des surfaces herbacées entre 2005 et 2012 :

Surfaces en contrats agro-environnementaux. Le tableau IV montre que sur la période 2004-2006, la contractualisation des CAD est légèrement supérieure sur la ZT que sur la ZAF. Cette différence s'amplifie sur la période 2008-2012 où le pourcentage de surface contractualisée en MAEt sur la ZT est près de 3 fois supérieur à celui de la ZAF.

Tableau IV : Pourcentage de la surface de la ZT et de la ZAF sous contrat agro-environnemental (Source : DDT).

	CAD (2004-2006)	MAEt (2008-2012)
ZAF	1,60 %	1,86 %
ZT	2,30 %	5,07 %

Surfaces herbacées issues des relevés terrains. La figure 5 donne l'évolution des pourcentages de la ZT et de la ZAF concernés par des surfaces herbacées (2005-2012) et en contrat MAEt (2008-2012). On constate que les surfaces herbacées relevées sur le terrain en 2007 et 2011 sont légèrement inférieures à celles issues des données du RPG. Il est vraisemblable que cette différence vienne du fait qu'il est difficile d'effectuer un relevé de terrain exhaustif, notamment pour les nombreuses parcelles en gel situées au cœur ou à proximité de zones habitées. En revanche, les relevés de terrain sont

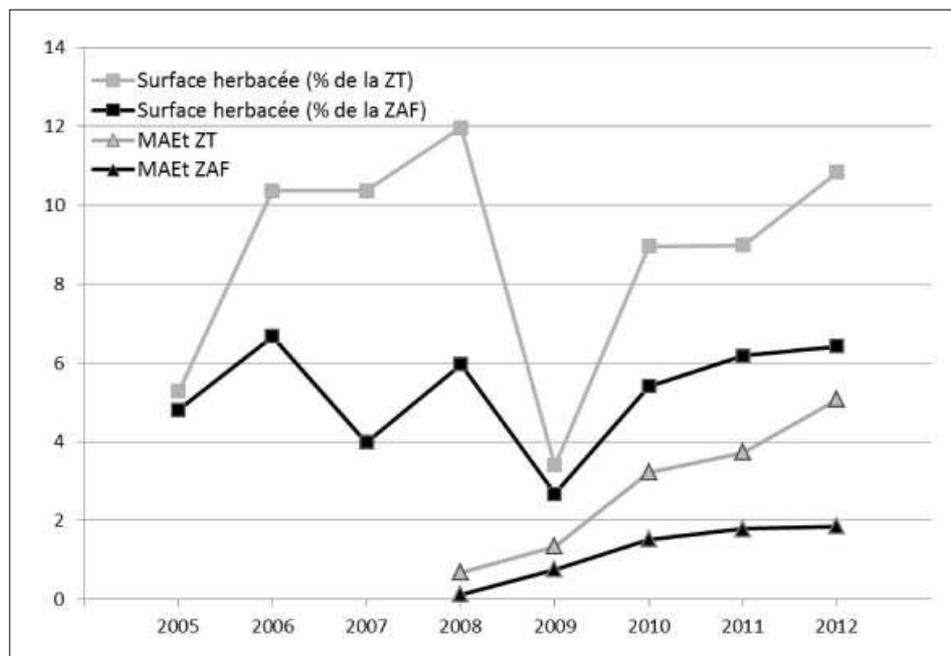


Figure 5 : Évolution des taux de surfaces herbacées et en contrat MAEt sur la ZAF et la ZT.

cohérents avec les données issues du RPG : on constate la même évolution des pourcentages des surfaces herbacées que celles décrites précédemment. En 2005, les pourcentages de surfaces herbacées sont comparables sur les deux zones. Entre 2005 et 2008, le taux de surfaces herbacées de la ZT est en forte augmentation avant de chuter brutalement en 2009, à un niveau inférieur à celui de 2005. Même si on retrouve en 2009 un taux de surfaces herbacées quasi identique sur les deux zones, les évolutions sur la ZAF ont été différentes de celles de la ZT avec une moindre augmentation et une diminution en deux temps : de 2006 à 2007, puis de 2008 à 2009. De 2009 à 2012, les taux de surfaces en herbes des deux zones augmentent, notamment sous l'effet de la contractualisation des MAEt. La moindre contractualisation en ZAF crée à nouveau un écart entre les deux zones puisqu'en 2012 (seul 6,41 % de la surface de la ZAF sont en herbe contre 10,83 % pour la ZT).

Évolution des écarts entre la ZT et la ZAF

La figure 6 illustre l'évolution de l'écart entre ZT et ZAF pour deux variables : la densité de mâles chanteurs d'outardes cantonnés et le pourcentage de surfaces herbacées. On observe une remarquable similitude d'évolution de l'écart entre les deux zones pour ces deux variables : augmentation de l'écart entre la ZT et la ZAF entre 2006 et 2007, réduction entre 2007 et 2009 puis nouvelle augmentation entre 2009 et 2012. En d'autres termes, la densité de nombre de mâles chanteurs répond aux évolutions des surfaces herbacées. Toutefois, le taux de surface herbacée n'est peut-être pas le seul facteur explicatif puisqu'on remarque que c'est entre 2006 et 2007, c'est-à-dire avant et après

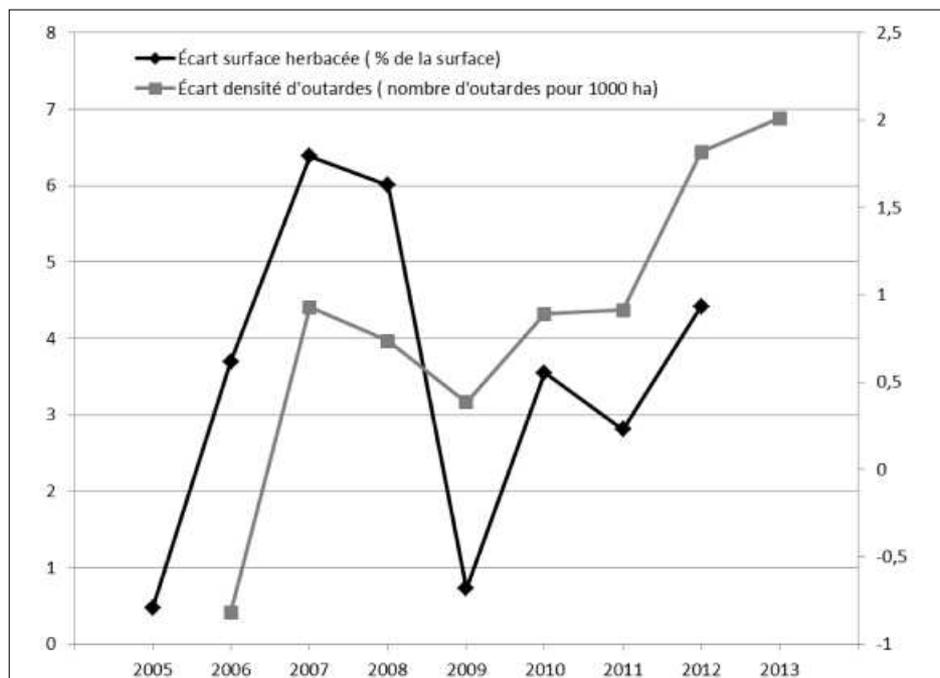


Figure 6 : Évolution de l'écart entre la ZT et la ZAF de la densité de mâles chanteurs d'outardes cantonnés (axe de droite) et du pourcentage de surface herbacée (axe de gauche).

l'AF, que la différence de densité d'outardes subit sa plus forte variation. Or, entre 2006 et 2007 l'évolution de l'écart entre les surfaces herbacées des deux zones n'est pas plus marquée qu'entre 2008 et 2009 ou 2009 et 2010, où l'évolution de l'écart de densité d'outardes est alors nettement plus faible.

Discussion

Différence d'évolution des densités de mâles d'outardes en ZT et ZAF

Avant 2006, la ZT et la ZAF montraient un paysage, un assolement et une densité d'outardes globalement comparables. Les mâles d'outardes sont majoritairement fidèles d'une année sur l'autre à leur place de chant (LETT, 2002 ; JIGUET et OLLIVIER, 2002). On peut donc faire l'hypothèse que, si aucune perturbation ne vient créer de différences entre ces deux zones, les densités devraient évoluer de manière similaire. Or ce n'est pas le cas, puisque sur la période 2006-2013, la densité de mâles chanteurs de la ZAF montre une nette diminution tandis que celle de la ZT augmente légèrement. L'évolution contraire des densités de mâles chanteurs cantonnés sur ces deux zones peut avoir plusieurs explications :

- un moindre recrutement dans la ZAF que dans la ZT, qui a pour conséquence un non remplacement de certains mâles qui ne sont pas revenus occuper leur place de chant,
- une plus grande immigration de mâles dans la ZT que dans la ZAF,
- un déplacement de certains mâles de la ZT vers la ZAF. Cette hypothèse est d'autant plus plausible que la ZT et la ZAF sont adjacentes.

L'AF apparaît comme la principale différence ayant affecté ces deux zones sur la période étudiée. Ceci nous amène à discuter des paramètres d'habitats qui ont été modifiés par l'AF et de leurs effets sur la sélection des places de chant par les mâles.

Effet de l'AF sur les couverts herbacés

Au 15 mai 2004 et au 15 mai 2005, la proportion de surface herbacée des deux zones est similaire. En revanche, l'année précédant l'AF, la différence se creuse entre les deux zones. On peut émettre l'hypothèse que les agriculteurs, avec la perspective de l'AF à l'été-automne 2006, n'ont pas implanté de couvert pérenne

(luzerne ou prairie) sur la zone de l'AF à l'automne 2005 ou au printemps 2006, mais que ceux qui le pouvaient les ont plutôt localisés sur les zones voisines non concernées par l'AF comme la ZT. De même, la perspective de l'AF explique sans doute le déficit de contractualisation de CAD en ZAF par rapport à la ZT, puisqu'il est difficile de prendre un engagement de 5 ans sur une parcelle dont on sait qu'elle va être modifiée et dont on n'est pas sûr de conserver la propriété ou le fermage. Entre 2006 et 2007, l'écart se creuse à nouveau et on peut l'interpréter comme une disparition de certaines petites parcelles de gel qui ont été englobées dans de plus grands îlots culturels lors de l'AF, et qui sont maintenant cultivées. Ces surfaces en gel ont vraisemblablement été reportées pour partie dans des zones où les parcelles étaient moins faciles à travailler c'est-à-dire de plus petites tailles. Cette interprétation est confirmée par le fait qu'entre 2008 et 2009, suite à la suppression des 10 % de jachère obligatoire, la baisse est nettement plus forte sur ZT que sur ZAF où il est vraisemblable qu'une partie des surfaces en gel avaient déjà disparu entre 2006 et 2007. Ces effets sont temporaires puisque les effets sur les surfaces en gel ont disparu suite à la nouvelle réglementation PAC, et ceux de l'implantation préférentielle de prairie hors zone AF se sont peu à peu dissipés, si bien qu'en 2009 on observe des taux de couverts herbacés à nouveau comparables sur les deux zones. Une nouvelle différence se crée entre les deux zones. En effet, après une forte diminution, les surfaces herbacées repartent à la hausse sur les deux zones entre 2009 et 2013. Cette hausse est essentiellement liée à la contractualisation de MAEt et en parti-

culier à la mesure phare qui propose la reconversion de parcelles de grandes cultures en surfaces herbacées gérées favorablement pour l'alimentation et la reproduction des outardes. La moindre contractualisation de ces MAEt sur la ZAF explique l'apparition de cette nouvelle différence entre les deux zones. On peut interpréter cela comme un effet indirect de l'AF puisque deux des principales motivations des agriculteurs pour engager une parcelle dans une MAEt sont :

- sa petite taille et/ou sa forme qui la rend difficile à travailler,
- son éloignement par rapport au siège d'exploitation.

Or l'objectif de tout AF est précisément de créer des îlots culturaux plus grands, plus faciles à travailler et plus proches du siège d'exploitation. Les seules surfaces en herbes mises en place en compensation de l'AF sont des parcelles tampons répondant à un enjeu hydraulique : 6,5 ha et une trentaine de petites parcelles enherbées représentant 6,2 ha sur lesquelles des plantations d'arbres ont été menées (TRANCHANT, 2006). Elles ne représentent donc que peu d'intérêt pour les outardes que ce soit quantitativement (0,27 % de la surface de la ZAF) ou qualitativement (parcelles de tailles réduites avec des arbres).

Liens entre surface herbacée et densité de mâles d'outardes

L'évolution similaire des écarts de densité d'outardes et de taux de surface herbacée entre les deux zones laisse à penser que la densité de mâles est fortement influencée par les taux de surfaces en herbe disponibles sur les deux zones. Ce résultat est confirmé par de nombreuses études (BRETAGNOLLE *et al.*, 2011 ; DELGADO et MOREIRA, 2010). Deux principales explications sont avancées :

- la première est que les mâles choisissent des territoires dans des zones riches en couvert herbacé afin d'augmenter leurs chances de rencontre avec les femelles, qui ont besoin de ces espaces pour nicher et alimenter leurs jeunes (JIGUET *et al.*, 2002).
- la seconde est que les mâles, pendant la période de parade qui est une période très éprouvante pour eux, ont besoin d'une forte disponibilité en insectes en complément de leur alimentation végétale, et par conséquent défendent des territoires où les ressources en Carabidés sont les plus importantes (TRABA *et al.*, 2008).

Effet de l'AF sur l'hétérogénéité du paysage

En zone agricole, l'hétérogénéité du paysage est déterminée par deux composantes :

- la première concerne la taille et la forme des parcelles qui va déterminer au niveau local la diversité de l'assolement et la longueur de lisières

(zones frontières entre deux parcelles).

- la deuxième concerne les éléments paysagers et les zones refuges présents en bordures de parcelles : haies, arbres isolés, chemins enherbés, fossés, etc.

Ces deux composantes ont été grandement modifiées lors de l'AF puisque :

- la taille des parcelles de la ZAF a plus que doublé,
- les éléments paysagers ont payé un lourd tribut à l'AF : le nombre d'arbres isolés a été divisé par quatre, 11 km de haies ont été arrachés, 75 km de chemins dont 60 enherbés ont été supprimés et 16,3 km de fossés ont été comblés. Les travaux connexes ont permis la création de 24 km de chemins enherbés, de 17 km de haies, de 11 km d'alignement d'arbres et de 13,4 km de fossés (TRANCHANT, 2006 ; POIREL, 2012). Sur la période étudiée, les haies et alignements d'arbres plantés en compensation sont encore loin de remplir les mêmes fonctions écologiques que ceux qui ont été arrachés (POIREL, 2012).

Liens entre hétérogénéité du paysage et densité de mâles d'outardes

L'augmentation de la taille des parcelles est l'un des principaux paramètres corrélés et/ou responsables de la perte de biodiversité en milieu agricole pour de nombreuses espèces ou taxons (BAESSLER et KLOTZ, 2006 ; DUELLI, 1990 ; LIKAR, 2000 *in* LISEC et PINTAR, 2005). Dans le cas de l'outarde, il est relativement difficile d'évaluer l'effet direct de l'agrandissement du parcellaire sur la densité, dans la mesure où l'une des caractéristiques d'un paysage hétérogène est la plus grande présence de couverts herbacés (SILVA, 2010). Dans le cas présent, cela se vérifie puisque le taux de surface herbacée est plus élevé dans la zone où les parcelles sont les plus petites.

La comparaison de l'évolution des écarts des densités de mâles d'outardes et de taux de surface herbacée suggère qu'en zone de plaine céréalière, les surfaces herbacées ne sont pas le seul paramètre déterminant la densité de mâles d'outardes. En effet, en 2006 (avant l'AF), la taille moyenne du parcellaire est plus faible sur la ZAF que sur la ZT et malgré un taux de surface herbacée légèrement supérieure sur la ZT la densité d'outarde est légèrement plus élevée en ZAF. Entre 2006 et 2007, soit juste avant et juste après l'AF, l'écart de densité d'outardes augmente fortement alors que l'écart de taux de surfaces herbacées se creuse mais pas plus que d'autres années, où en l'absence de changements notables de la structure parcellaire, l'écart de densité d'outardes avait nettement moins grandi. Enfin en 2009, malgré le retour à un taux de surface herbacée quasi similaire sur les deux zones, la densité d'outardes de la ZT reste supérieure à celle de la ZAF où la taille des parcelles culturales est supérieure. Ces observations suggèrent un effet direct de l'agrandissement de la taille des par-

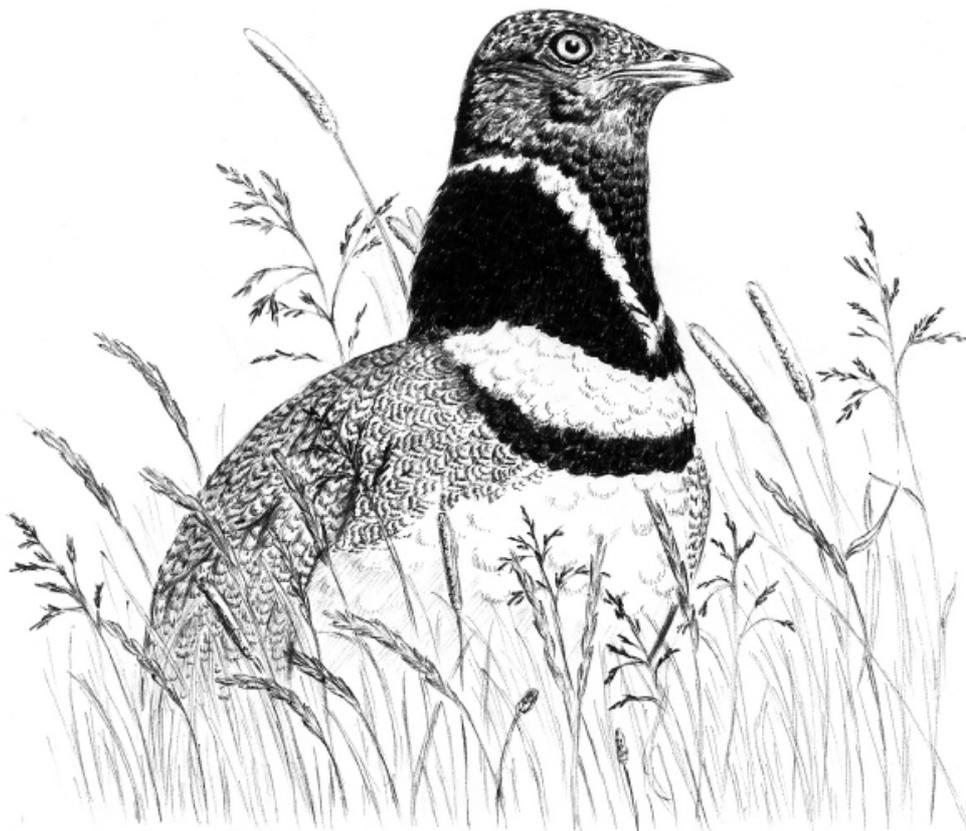


Figure 7. Outarde canepetière (mâle nuptial). Dessin : Katia LIPOVOÏ.

celles sur la densité d'outardes. Ce résultat est confirmé par plusieurs études qui ont montré que dans des habitats de faible densité comme les plaines céréalières, les mâles d'outardes sélectionnent préférentiellement des habitats diversifiés (SALOMARD et MOREAU, 1999) et que la densité d'outardes est positivement corrélée à l'hétérogénéité du paysage et négativement à la taille du parcellaire (MARTINEZ, 1994 ; CAMPOS et LOPEZ, 1996 ; SALAMOLARD *et al.*, 1996 ; GARCIA *et al.*, 2007). L'explication principale est alimentaire puisque la majorité des insectes, qui constituent la ressource essentielle à la survie des jeunes poussins d'outardes (JIGUET, 2002) et qui sont également recherchés par les mâles (TRABA *et al.*, 2008), sont très sensibles à l'hétérogénéité du paysage. En plaine céréalière, les zones où la diversité des orthoptères est la plus élevée sont les petites parcelles en gel ou en friche, les prairies et les bordures de parcelles cultivées (RODRIGUEZ et BUSTAMANTE, 2008). Par ailleurs, dans les paysages agricoles, la biomasse de la majorité des groupes d'insectes est positivement corrélée à l'hétérogénéité du paysage (RYSZKOWSKI *et al.*, 1993). Les effets de cette perte d'habitat sur l'entomofaune n'ont pas été évalués mais cet aspect de l'AF a sans doute contribué à réduire encore un peu plus les ressources en insectes disponibles pour les outardes. On peut aussi légitimement s'interroger sur l'impact de cet AF sur le reste de l'avifaune de plaine (Perdrix grise *Perdix perdix*, Cédicnème criard *Burhinus oediconemus*, Bruant ortolan *Emberiza hortulana*, Alouette

des champs *Alauda arvensis*, etc.) qui a, tout comme l'outarde, des besoins importants en insectes.

Effet de l'AF sur la densité de mâles d'outardes

Au vu des résultats obtenus et de la bibliographie, il semblerait que l'AF ait entraîné une diminution de la densité d'outardes en diminuant le taux de surfaces herbacées et l'hétérogénéité du paysage. Une meilleure évaluation et prise en compte des aménagements ayant une incidence directe et/ou indirecte sur ces variables semble donc essentielle.

Implications en termes de conservation : recommandations pour de futurs AF

Les préoccupations des AF de la seconde moitié du XX^e siècle étaient uniquement agricoles alors que, plus récemment, commencent à apparaître des préoccupations d'ordre environnemental. Les préconisations sont en premier lieu de conserver un maximum des éléments paysagers existants et de les remplacer en cas de destruction (LISEC et PINTAT, 2005). Cette démarche a globalement été suivie dans le cas de l'AF de Saint-Jean-de-Sauves (TRANCHANT, 2006). Au vu de l'évolution contraire des effectifs d'outardes sur la ZT et la ZAF, ces préconisations semblent grandement insuffisantes. Ainsi, pour compenser les effets d'un AF sur la biodiversité des plaines céréalières, et notamment sur l'outarde, il apparaît nécessaire de prendre des mesures additionnelles à celles évoquées précé-

demment. Le taux de surfaces herbacées et l'hétérogénéité du paysage apparaissent comme deux facteurs clefs pour la biodiversité des milieux céréaliers. En maintenant ces variables constantes, on pourrait imaginer réaliser un AF sans effet négatif sur la biodiversité.

Dans le cas présent, la différence moyenne des taux de surfaces herbacées entre la ZT et la ZAF, après l'AF, est de 3,94 % alors qu'avant l'AF, sur la période 2004-2005, la différence moyenne n'était que de 0,40 %. Cela suggère qu'en l'absence de mesures de réduction visant au maintien des couverts herbacés existants, il serait nécessaire de prévoir en compensation l'implantation de 3,54 % de la surface de l'AF en couvert herbacé, soit environ 150 ha. Ce chiffre, qui est avant tout indicatif, est à utiliser avec précaution. Il a été calculé dans une zone où sont contractualisées des MAEt, ce qui a contribué à augmenter ce chiffre. De plus, à court terme, le report de certaines surfaces herbacées de la ZAF vers la ZT voisine a lui aussi contribué à augmenter l'écart.

En ce qui concerne l'hétérogénéité du paysage, sa diminution peut dans un premier temps être réduite en privilégiant des parcelles de formes allongées et en préservant un maximum des éléments paysagers. Dans un second temps, la perte d'hétérogénéité restante pourra être compensée par une augmentation des surfaces herbacées. Une méthode pour réduire au maximum la perte d'hétérogénéité serait d'implanter les 150 ha de couverts herbacés précédemment cités sous forme de bandes enherbées d'environ 20 m de large. En localisant ces bandes au milieu des plus grands îlots culturels, cela réduirait de fait la taille des plus grandes parcelles tout en créant deux nouvelles lisières.

Le Document d'objectifs de la ZPS du Mirebalais-Neuvillois demande, afin que les AF apportent un " plus " environnemental, que 3 % de la surface remembrée en plus des 1 % déjà prélevés pour le paysage soit implanté en couvert herbacé (DUBOIS, 2011). Cette préconisation apparaît tout à fait cohérente avec les résultats de cette étude.

Compte tenu de l'importance des compensations nécessaires, et si l'on considère qu'aujourd'hui le rôle de l'agriculture n'est plus seulement la production alimentaire mais aussi la conservation de notre environnement (paysage, biodiversité, ressources naturelles, etc.) on ne peut que préconiser en premier lieu de s'interroger sur la rentabilité globale d'un AF. Et ce d'autant que plusieurs études montrent qu'au-dessus de 2 ha, le gain de temps pour le passage des machines est minime (BAUDRY et JOUIN, 2003 ; RODRIGUEZ et WIEGAND, 2009).

En fait, c'est le caractère plus ou moins groupé des parcelles et la distance parcelle-siège d'exploitation qui sont les paramètres clefs régissant le temps de travail de l'agriculteur (BAUDRY et JOUIN, 2003). Ces deux paramètres pourraient être optimisés par

des échanges parcellaires entre exploitants sans nécessairement s'accompagner d'un agrandissement des parcelles.

Conclusion

L'aménagement foncier a conduit à une diminution de la densité de mâles chanteurs d'Outardes canepetières sur la zone étudiée. À court terme, cette diminution peut être expliquée par la combinaison d'une disparition de milieux herbacés, d'une brutale modification du paysage et d'une augmentation de la taille des parcelles. À moyen terme, cette diminution semble principalement le fait de la persistance d'une plus faible hétérogénéité du paysage et d'une moindre contractualisation des MAEt (mesures agro-environnementales).

Cette étude suggère donc qu'au-delà des conséquences directes d'un aménagement foncier (modification de la taille et de la forme des parcelles, diminution des lisières et pertes d'éléments paysagers), il existe également des conséquences indirectes : diminution des surfaces herbacées (à court terme) et moindre contractualisation de MAEt (à moyen et long terme). Dans la perspective de nouveaux aménagements fonciers, agricoles ou liés à la construction d'infrastructures de transports, il conviendra de bien prendre en compte l'ensemble de ces effets pour évaluer les compensations environnementales. Au vu de ces résultats, la préconisation du Document d'objectifs de la ZPS MINE pour les aménagements fonciers - implanter 3 % de la surface remembrée en plus du 1 % déjà prélevé pour le paysage en couvert herbacé - semble appropriée pour compenser les effets indirects.

Pour les effets directs d'un tel aménagement, il conviendra d'adopter des mesures d'évitement d'impact comme la préservation des éléments paysagers, ainsi que des mesures de réduction d'impact : forme allongée des parcelles, implantation des compensations herbacées sous forme de bandes au sein des plus grands îlots. Si malgré cela l'hétérogénéité du paysage diminue, une compensation herbacée supplémentaire devra être envisagée.

Remerciements

Je tiens à remercier toutes les personnes qui, au fil des ans, se sont succédées pour le suivi des outardes et des relevés d'assolements : Victor TURPAUD-FIZZALA, Johan TILLET, Didier PAPOT et Grégory FAUPIN.

Merci à Carole ATTIE pour l'analyse de ces données. Merci à Patrick TRANCHANT et à Jean-Michel LETT qui ont répondu à mes sollicitations lors de la rédaction de cet article.

Et enfin, merci aux relecteurs : Anne VILLEMEY, Julian BRANCIFORTI, Julien VENTROUX et Bernard LIEGEOIS pour leurs précieuses remarques et leurs corrections.

Bibliographie

- BAESSLER C. et KLOTZ S. (2006). Effects of changes in agricultural land-use on landscape structure and arable weed vegetation over the last 50 years. *Agriculture, ecosystems & environment*, 115 (1), 43-50.
- BAUDRY J. et JOUIN A. (2003). De la haie aux bocages : organisation, dynamique et gestion. Editions Quae, 435 pages.
- BENTON, T.G. VICKERY J.A., WILSON J.D., (2003). Farmland biodiversity : is habitat heterogeneity the key ? *Trends Ecol. Evol.* 18, 182-188.
- BRETAGNOLLE V. et INCHAUSTI P. (2005). Modelling population reinforcement at a large spatial scale as a conservation strategy for the declining Little Bustard *Tetrax tetrax* populations in agricultural habitats. *Animal Conservation* 8 : 59-68.
- BRETAGNOLLE V., VILLERS A., DENONFOUX L., CORNULIER T., INCHAUSTI, P. et BADENHAUSSER I. (2011). Rapid recovery of a depleted population of Little Bustards *Tetrax tetrax* following provision of alfalfa through an agri-environment scheme. *Ibis*, 153, 4-13.
- CAMPOS B. et LOPEZ M. (1996). Densidad y selección de hábitat del Sisón *Tetrax tetrax* en el Campo de Montiel (Castilla - La Mancha), España in FERNANDEZ GUTIERREZ J., SANS-ZUASTI J. (eds) *Conservación de Las Aves Esteparias y su Hábitat*, Junta de Castilla y León, Valladolid, pp. 201-208.
- DELGADO A. et MOREIRA F. (2010). Between year variations in Little Bustard *Tetrax tetrax* population densities are influenced by agricultural intensification and rainfall. *Ibis*, 152 : 633-642.
- DUBOIS T. (2011). Document d'objectifs du site Natura 2000 FR5412018, ZPS des plaines du Mirebalais et du Neuvilleois. 132 p.
- DUELLI P., STUDER M., MARCHAND I. et JAKOB S. (1990). Population movements of arthropods between natural and cultivated areas. *Biological Conservation*, 54(3), 193-207.
- GARCÍA J., SUÁREZ-SEOANE S., MIGUÉLEZ D., OSBORNE PE. et ZUMALACÁRREGUI C. (2007). Spatial analysis of habitat quality in a fragmented population of Little Bustard *Tetrax tetrax* : implications for conservation. *Biol Conserv* 137 : 45-56.
- GORIUP P. (1994). Little Bustard *Tetrax tetrax*. *Birds in Europe : their conservation status*, 236-237.
- JIGUET F. (2002). Arthropods in diet of Little Bustards *Tetrax tetrax* during the breeding season in Western France : Seasonal, age and sex-related variations in the diet were studied during March to October. *Bird Study*, 49 (2), 105-109.
- JIGUET F., JAULIN S. et ARROYO B. (2002). Resource defence on exploded leks : do male Little Bustards *Tetrax tetrax* control resources for females ? *Animal Behaviour* 63 : 899-905.
- JIGUET F. et OLLIVIER D. (2002). Male phenotypic repeatability in the threatened Little bustard *Tetrax tetrax* : a tool to estimate turnover and dispersal., *Ardea* 90 : pp. 43-50.
- LETT J.-M. (2002). Fidélité et occupation de l'espace chez l'Outarde canepetière *Tetrax tetrax* dans le Boischaud Nord : conséquences sur les futurs aménagements. *Symbioses* 7, 43- 50.
- LISEC A. et PINTAR M. (2005). Conservation of natural ecosystems by land consolidation in the rural landscape. *Acta agriculturae Slovenica*, 85 (1), 73-82.
- MARTÍNEZ C. (1994). Habitat selection by the Little Bustard *Tetrax tetrax* in cultivated areas of Central Spain. *Biol Conserv* 67 : 125-128.
- MORALES MB., GARCÍA JT. et ARROYO B. (2005). Can landscape composition changes predict spatial and annual variation of Little Bustard male abundance ? *Animal Conserv* 8 : 167-174.
- POIREL C. (2012). Étude bilan : suivi de la charte de bonne conduite de l'aménagement foncier de Saint-Jean-de-Sauves, rapport pour le conseil Général de la Vienne. 19 p.
- RODRÍGUEZ C. et WIEGAND K. (2009). Evaluating the trade-off between machinery efficiency and loss of biodiversity-friendly habitats in arable landscapes : the role of field size. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 129 (4), 361-366.
- RODRIGUEZ C. et BUSTAMANTE J. (2008). Patterns of Orthoptera abundance and lesser kestrel conservation in arable landscapes. *Biod. Cons.* 17, 1753-1764.
- RYSZKOWSKI L., KARG J., MARGARIT G., PAOLETTI M. G. et ZLOTIN R. (1993). Above-ground insect biomass in agricultural landscapes of Europe. *Landscape ecology and agroecosystems*, 71-82.
- SILVA J.P. (2010). Factors affecting the abundance of the Little Bustard *Tetrax tetrax* : Implications for conservation. PhD Thesis, University of Lisbon, Lisbon, Portugal.
- SALAMOLARD M. et MOREAU C. (1999). Habitat selection by Little Bustard *Tetrax tetrax* in a cultivated area of France. *Bird Study* 46 : 25-33.
- TRABA J., MORALES M.B., DE LA MORENA E., DELGADO M.P. et KRISTIN A. (2008). Selection of breeding territory by Little Bustard *Tetrax tetrax* males in Central Spain: the role of arthropod availability. *Ecological Research*, 23 (3), 615-622.
- TRANCHANT P. (2006). Évaluation des incidences de l'aménagement foncier de Saint-Jean-de-Sauves et des travaux connexes sur le site Natura 2000, 72 p.
- WOLFF A. (2001). Changements agricoles et conservation de la grande avifaune de plaine : étude des relations espèce-habitats à différentes échelles chez l'Outarde canepetière. Thèse de Doctorat, Université Montpellier II, France.