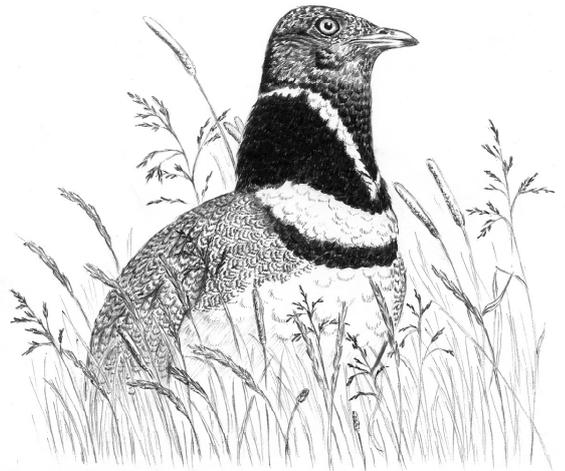


Analyse des facteurs influençant la répartition des mâles chanteurs d'Outarde canepetière *Tetrax tetrax* dans les plaines du Mirebalais-Neuvillois

Maëlle Chanut

La Roche de Chambres

15200 LE VIGEAN



Introduction

Les plaines du Mirebalais-Neuvillois, au Nord-Ouest du département de la Vienne, abritent une espèce emblématique : l'Outarde canepetière *Tetrax tetrax*. L'habitat naturel de cette espèce est un milieu de steppes semi-arides mais, face à la régression de son milieu d'origine, les plaines cultivées sont devenues son milieu de substitution.

À l'origine, des populations migratrices d'Outardes canepetières étaient présentes dans tout le centre-ouest de la France, à l'est jusqu'en Champagne et au sud jusqu'à Toulouse (Géroudet, 1978). Ces populations migratrices ont progressivement disparu de beaucoup de régions et un seul noyau subsiste aujourd'hui dans les grandes plaines cultivées du centre-ouest. Il constitue par ailleurs la dernière population migratrice de toute l'Europe de l'ouest et centrale. Entre 1978 et 2008, ce noyau de population a frôlé la disparition avec un effondrement de 96 % de ses effectifs (Bretagnolle *et al.*, 2011).

Le déclin de cette espèce a plusieurs origines. Les changements de pratiques agricoles au XX^e siècle, et notamment l'intensification de l'agriculture, ont eu pour conséquence la très forte régression des couverts herbacés favorables à la reproduction et à l'alimentation de l'Outarde canepetière (Bretagnolle *et al.*, 2011). D'autre part, la destruction directe des femelles et des nichées par le passage des machines agricoles lors de la fauche des parcelles constitue une autre cause de son déclin (Bretagnolle *et al.*, *op. cit.*). Le manque de ressources alimentaires pour les jeunes

Outardes a également été démontré, lié à la fois à la réduction des milieux favorables, à la disparition des bordures et chemins enherbés et à l'utilisation de pesticides et autres produits phytosanitaires (Bretagnolle *et al.*, *op. cit.*).

En 2005, Inchausti & Bretagnolle prédisaient un risque de disparition de la population du centre-ouest à hauteur de 0,45 dans les trente années à venir si aucune mesure n'était prise. Deux programmes LIFE Outarde (1997-2001 et 2004-2009) ont été menés pour tenter d'enrayer le déclin catastrophique de cette population à fort enjeu de conservation. Le premier programme a notamment permis de mettre en place un dispositif de mesures agro-environnementales (MAE) sur les plaines du Mirebalais-Neuvillois visant à proposer aux femelles outardes des parcelles en herbes favorables à leur nidification et à l'alimentation de leurs poussins.

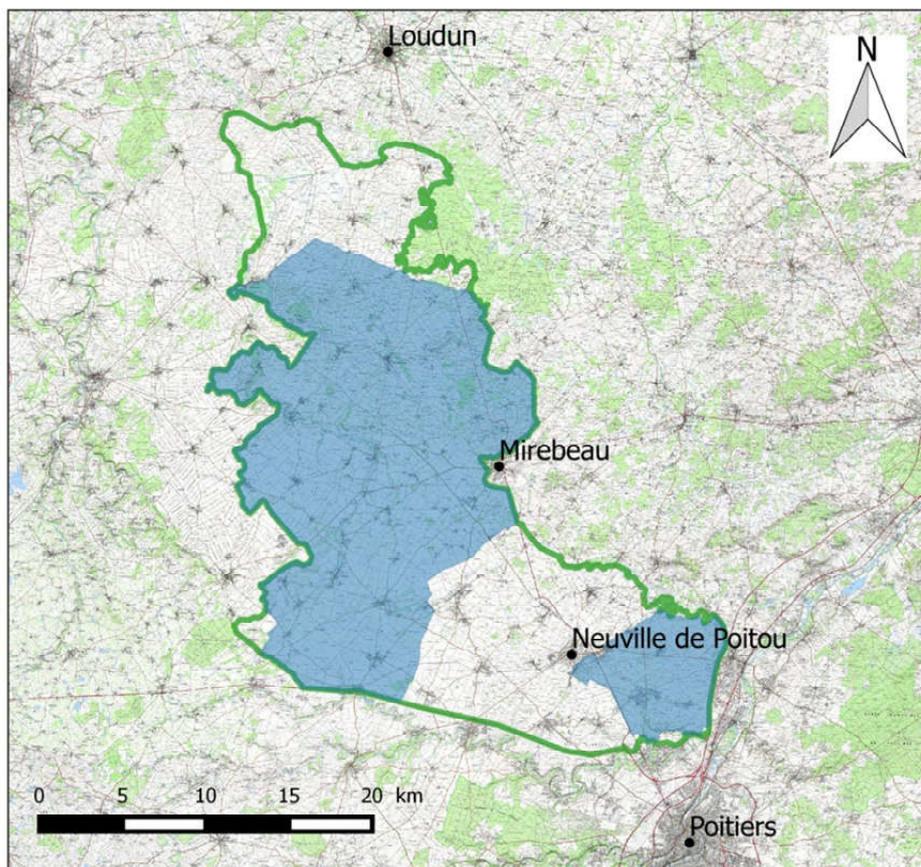
Le statut de l'Outarde canepetière en Poitou-Charentes est passé de « vulnérable » (Salamolard, 1999) à « en danger » (Jourde, à paraître), du fait de la chute drastique des effectifs. Au niveau régional, la baisse des effectifs d'Outarde canepetière s'est poursuivie jusqu'en 2008, où le nombre de mâles chanteurs était estimé à environ 360 (MEDDTL, 2011), après quoi les effectifs semblent s'être stabilisés, avec de fortes disparités selon les zones. Sur la zone d'étude le nombre de mâles chanteurs, après avoir décliné et atteint son minimum historique en 2010, a aujourd'hui retrouvé un effectif proche de celui du début des années 2000 avec une centaine de mâles chanteurs.

La présente étude s'inscrit dans le même objectif d'apport de connaissances que les programmes LIFE et les différentes études menées jusqu'à maintenant. Notre but est d'analyser la répartition des mâles chanteurs d'Outarde canepetière dans le Mirebalais-Neuvillois au regard des différents paramètres environnementaux et notamment des mesures agro-environnementales qui ont été mises en place. Nous cherchons à observer les effets à la fois qualitatifs et quantitatifs de ces paramètres sur la répartition des mâles chanteurs. Les espèces s'adaptent continuellement aux modifications du milieu opérées par l'Homme, en fonction de leur biologie, de leur comportement, et avec plus ou moins de succès selon leurs exigences. Mais l'Homme peut aussi adapter ou nuancer les changements dont il est la cause, dans le but de mieux concilier agriculture, aménagement du territoire, et biodiversité. Ainsi, l'objectif final, via la compréhension des facteurs influençant la répartition des mâles d'Outarde canepetière est d'être plus pertinent dans la localisation des futures parcelles à engager en MAE ou dans l'accompagnement de l'aménagement du territoire.

Matériel et Méthodes

Définition de la zone d'étude

La zone d'étude correspond à l'entité géographique des plaines du Mirebalais-Neuvillois. Plus précisément, ses délimitations sont calquées sur celles de la zone d'éligibilité pour la mise en place de MAE favorables à l'Outarde canepetière en Vienne (zone « MAE ») (Figure 1). C'est une zone d'agriculture intensive d'une superficie d'environ 60 000 hectares,



Légende

- ZPS des plaines du Mirebalais-Neuvillois
- zone d'étude (zone d'éligibilité MAE)

Figure 1. Vue d'ensemble de la zone d'étude.

dont 55 000 hectares de surface agricole utile. Le blé, le colza, l'orge, le tournesol et le maïs sont les cultures dominantes (Figure 2). Le choix de la zone d'étude a été orienté par le souhait d'analyser en particulier l'ef-

ficacité des MAE mises en place. La zone englobe dans sa totalité la zone de protection spéciale (ZPS) dite « des plaines du Mirebalais-Neuvillois » issue de la Directive Oiseaux du programme Natura 2000.

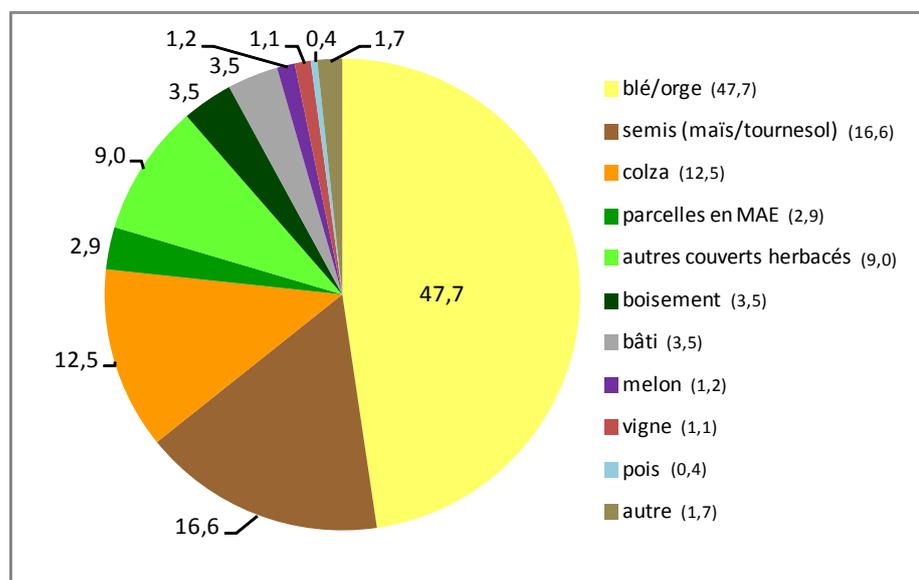


Figure 2. Détail de l'occupation du sol moyenne sur la zone d'étude entre 2013 et 2015 (en pourcentage de la surface échantillonnée).

Enquête de terrain

Les données utilisées proviennent de l'enquête 2014 de recensement des mâles chanteurs d'Outarde canepetière sur la zone « MAE » (101 mâles chanteurs recensés entre le 2 mai et le 16 juin).

Le protocole utilisé pour cette enquête de terrain a été élaboré par le Centre d'Etudes Biologiques de Chizé (CEBC-CNRS, Bretagnolle *et al.*, 2014). Ce protocole par points d'écoute est spécifiquement adapté au recensement des mâles chanteurs d'Outarde canepetière. Les points d'écoute sont positionnés d'après un maillage théorique de points espacés à intervalles réguliers de 750 mètres (environ 3000 points d'écoute). Ils respectent au maximum ce maillage, tout en étant dans la mesure du possible situés sur des chemins accessibles. La distance de 750 mètres garantit une distance de moins de 400 m entre n'importe quel mâle et un point d'écoute, ce qui permet une bonne détection des mâles chanteurs du territoire (Poirel, 2016). Les points d'écoute se trouvent majoritairement dans des zones cultivées ouvertes, favorables à l'Outarde canepetière. Les zones dont on sait qu'elles ne sont pas favorables à l'espèce, telles que les zones fortement boisées ou urbanisées, sont exclues du protocole. Chaque point est visité une seule fois durant la campagne de terrain. Les points d'écoute, d'une durée de 5 minutes, sont réalisés de jour avant 10 heures le matin ou après 17 heures le soir, uniquement par temps favorable : pas de vent ni de pluie. Sur chaque point d'écoute, l'observateur note le nombre de mâles d'Outarde vus ou entendus et leur comportement. La position de chaque mâle est reportée le plus précisément possible sur la carte, ce qui permet de connaître le type de culture où ils se trouvent.

Méthode d'analyse statistique

La méthode d'analyse consiste à construire un modèle statistique cherchant à prédire la probabilité de présence d'un mâle chanteur d'Outarde canepetière en fonction des différents paramètres de l'environnement.

Jeu de données

Pour cela, un jeu de données de type présences/pseudo-absences de mâles chanteurs a été préparé.

Les points « présences » correspondent aux positions des places de chant des mâles chanteurs d'Outarde relevées sur le terrain et validées par le CNRS en 2014 (101 données).

Les pseudo-absences, c'est-à-dire les points témoins, sont obtenus par la sélection aléatoire de points sur l'emprise de

la zone d'étude (300 données). On estime que 300 données de pseudo-absences (trois fois plus que l'échantillon des présences) est un échantillon suffisamment représentatif du milieu réellement disponible pour les Outardes sur la zone. Parmi les points témoins, 19 se trouvaient situés au milieu d'une zone de bâti ou de boisement du fait de la sélection aléatoire. Ils ont été supprimés du jeu de données car ils n'étaient pas réalistes du point de vue de l'habitat naturel de l'espèce.

Les variables du milieu retenues comme possibles, variables explicatives de la présence des mâles chanteurs, sont détaillées dans le tableau suivant (Tableau I). Toutes les variables du milieu sont issues de données disponibles sous cartes informatiques (fichiers QGIS). Elles ont été centrées et réduites. La variable « périmètre » représente un indicateur de la taille du parcellaire et indirectement une donnée de l'hétérogénéité du paysage.

Dans le cas des variables exprimées en unités de surface, des zones tampons d'un rayon de 330 mètres ont été réalisées autour des places de chant d'Outarde et autour des points témoins. Le choix de ce rayon comme limite repose sur l'analyse du territoire d'un mâle d'Outarde. Du fait de l'organisation en leks éclatés des mâles reproducteurs, il peut s'avérer assez difficile d'estimer cette donnée. Néanmoins, Jiguet *et al.* (2000) obtiennent un territoire de 18,7 +/- 16,2 hectares basé sur un échantillon de 51 mâles dits « cantonnés » vus au moins dix fois durant le temps de leur étude. La borne supérieure de l'intervalle de confiance (34,9 ha) correspond à un territoire circulaire hypothétique de 333 mètres de rayon, d'où la valeur retenue pour notre étude de 330 mètres.

Construction du modèle

Une régression logistique a été réalisée sur le jeu de données des présences/pseudo-absences d'Outardes et sur les

caractéristiques de l'environnement autour de ces points de présence/pseudo-absence. C'est un modèle de type binomial qui modélise la probabilité de présence de l'Outarde p telle que :

$$\text{logit}(p) = \ln\left(\frac{p}{1-p}\right) = a + bx_1 + cx_2 + dx_3 + \dots (1)$$

avec $[p]$ la probabilité de présence du mâle chanteur, $[a]$ la constante, $[x_1, x_2, x_3, \dots]$ les variables explicatives, $[b, c, d, \dots]$ les coefficients des variables explicatives.

La construction du modèle s'est faite par la méthode ascendante : les variables sont sélectionnées une à une selon leur capacité à améliorer la performance du modèle, c'est-à-dire à abaisser la valeur de l'AIC. Lorsqu'une variable est sélectionnée dans le modèle, on prend soin de retirer des variables restantes les variables qui lui sont corrélées afin de ne pas introduire dans le modèle deux variables trop corrélées. Les interactions d'ordre 2 qui pouvaient avoir un sens biologiquement ont été testées. Les interactions d'ordre supérieur à 2 n'ont pas été testées car trop nombreuses et difficiles à interpréter. Le modèle présentant l'AIC la plus basse tout en respectant les principes de logique biologique et de parcimonie a été conservé.

Courbes de réponse

Les courbes de réponse à chacune des variables ont été tracées pour mieux visualiser l'évolution de la probabilité de présence d'un mâle d'Outarde en fonction des valeurs prises par les variables explicatives (Équation 2).

$$\begin{aligned} \text{Prob.présence (Outarde)} &= p \\ &= \frac{e^{a+bx_1+cx_2+dx_3+\dots}}{1+e^{a+bx_1+cx_2+dx_3+\dots}} \end{aligned} (2)$$

C'est la réciproque de la fonction de lien logit utilisée pour construire le modèle.

Pour tracer la courbe de réponse à une variable x_i donnée, on fait varier cette variable sur 100 pas égaux entre sa valeur

minimale et sa valeur maximale. Les autres variables sont fixées à leur valeur moyenne. Les intervalles de confiance à 95 % de la valeur estimée de p ont été ajoutés sur les graphiques.

Résultats

Modèle final

Le modèle retenu conserve les quatre variables suivantes comme variables explicatives de la présence des mâles chanteurs : le nombre d'hectares de MAE dans la zone tampon, le nombre d'hectares de bâti dans la zone tampon, la distance au boisement le plus proche et la distance avec le mâle voisin le plus proche (AIC = 367,81).

L'équation finale est :

$$\begin{aligned} \ln\left(\frac{p}{1-p}\right) &= 0,7738 * ha_MAE \\ &- 1,1232 * ha_bati - 0,5716 * dist_voisin \\ &+ 0,2963 * dist_bois \end{aligned} (3)$$

Les autres variables ne sont pas significatives ou bien elles sont trop corrélées à d'autres variables déjà sélectionnées dans le modèle.

Les coefficients donnés par le modèle peuvent être comparés car le modèle est construit à partir des données centrées réduites. La présence des mâles chanteurs est fortement déterminée par le nombre d'hectares de bâti dans la zone tampon (coefficient de -1,1232) et dans un second temps par la présence de parcelles en contrat MAE (+ 0,7738). Elle apparaît également assez influencée par la présence d'autres mâles chanteurs à proximité (-0,5716), et dans une moindre mesure par la distance à un boisement (+ 0,2963).

Courbes de réponse par variable

La probabilité de présence d'un mâle d'Outarde canepetière est positivement influencée par la présence de contrats MAE sur la zone tampon, de manière forte

| Code de la variable | Définition |
|---------------------|---|
| <i>ha_MAE</i> | nombre d'hectares de MAE dans la zone tampon de 330 mètres de rayon (MAE actives pour l'année de reproduction 2014) |
| <i>ha_bati</i> | nombre d'hectares de bâti dans la zone tampon |
| <i>ha_bois</i> | nombre d'hectares de boisement dans la zone tampon (boisement > 1ha) |
| <i>dist_bati</i> | distance au bâti le plus proche |
| <i>dist_bois</i> | distance au boisement le plus proche (boisement > 1 ha) |
| <i>dist_route</i> | distance à la route la plus proche |
| <i>dist_chemin</i> | distance au chemin le plus proche |
| <i>dist_voisin</i> | distance au mâle chanteur voisin le plus proche (point Outarde à voisin Outarde et point témoin à voisin Outarde) |
| <i>perim</i> | linéaire total de bordures dans la zone tampon |

Tableau I. Liste des variables explicatives potentielles testées lors de la construction du modèle de distribution des mâles chanteurs d'Outarde canepetière. Toutes les variables de distance sont exprimées en mètres et toutes les variables de surface en hectares.

(Figure 3). La réponse prend la forme d'une sigmoïde. On passe d'une probabilité d'environ 0,15 pour une zone tampon sans MAE à 0,45 pour 20 % de MAE puis 0,65 pour 30 % de MAE, tout autre paramètre étant fixé à la moyenne par ailleurs. La probabilité d'observer un mâle chanteur sur la zone tend vers 1 dès lors qu'on atteint potentiellement 60 % de la zone tampon engagée en MAE.

On observe un effet négatif des paramètres « distance au boisement le plus proche » et « hectares de bâti » sur la distribution des mâles d'Outarde canepetière (Figure 4 et Figure 5). Toutefois l'effet repoussoir du boisement est moins important que l'effet du bâti pour lequel la probabilité d'observer un mâle d'Outarde chute dès qu'un peu de bâti est présent dans la zone tampon. La probabilité est quasi nulle dès 5 hectares de bâti, soit 15 % de la zone tampon. La probabilité de présence d'un mâle chanteur passe d'environ 0,15 à proximité d'un boisement à 0,3 à une distance de deux kilomètres, ce qui reste un effet très modéré.

Enfin, les mâles chanteurs d'Outarde canepetière apparaissent comme positivement influencés par la présence d'autres mâles chanteurs à proximité (Figure 6). La probabilité d'observer un mâle diminue de moitié à une distance de 2 000 mètres d'un autre mâle.

Remarque : En remplaçant la variable « hectares de bâti dans la zone tampon » par la variable « distance au bâti le plus

proche » on obtient un modèle un peu moins performant (AIC = 377,81) mais qui nous permet de visualiser la courbe de réponse à la distance au bâti (Figure 7). Dans ce modèle le coefficient de *dist_bati* est de 0,55, il est donc plus faible que pour *ha_bati*. On observe que la probabilité de présence de l'Outarde passerait de 0,15 à proximité directe du bâti à 0,3 à 1 kilomètre du bâti. Au-delà de 1 kilomètre les prédictions du modèle deviennent peu précises.

Discussion

Effet des variables explicatives

Distance au mâle chanteur voisin

Le modèle a mis en évidence l'effet positif de la présence d'un autre mâle chanteur à proximité tel qu'on pouvait s'y attendre pour une espèce dont le système de reproduction est organisé en leks. En effet, ce mode de reproduction induit une distribution de type agrégé de la population de mâles reproducteurs, qui paraded et sont en compétition sur des territoires contigus (Sutherland (1996) dans Bretagnolle & Inchausti, 2005 ; Jiguet *et al.*, 2000).

Par ailleurs, il a été constaté sur le terrain que deux mâles se repoussent lorsqu'ils sont trop proches car ils défendent leurs territoires respectifs. Une réponse en polynôme de degré deux (en « cloche ») était attendue mais ce n'est pas ce qui est observé dans le modèle. Cela peut s'expliquer par le fait que cet effet repoussoir s'opère sur de courtes distances en comparaison à

l'échelle de notre modèle (quelques dizaines de mètres) et n'est pas détectable.

Bâti

Les résultats ont montré une très forte influence négative du bâti sur la répartition des mâles chanteurs d'Outarde canepetière, jusqu'à plus de 1 000 mètres de distance. Cet impact, très fort à proximité du bâti, s'atténue avec l'éloignement sans pour autant disparaître car aucun pallier n'est observé sur la courbe. Cela indique que, quelle que soit la distance, l'Outarde canepetière privilégie les zones les plus éloignées possible de tout bâti existant. Cet effet négatif sur l'Outarde canepetière a déjà été montré sur des populations de la péninsule ibérique par Silva *et al.* (2004). Les Outardes canepetières sont très farouches vis-à-vis de la silhouette humaine (Géroudet, 1978), et le bâti est directement lié aux activités humaines. De surcroît, la présence de bâti contribue à fermer le paysage et réduire la visibilité et la portée du chant des mâles. Ces deux raisons permettent d'expliquer qu'il y a très peu de chances pour qu'un mâle d'Outarde canepetière établisse sa place de chant à proximité du bâti.

Boisement

Il a également été observé un effet négatif des boisements de surface supérieure à 1 hectare sur la probabilité de présence des mâles d'Outarde. Comme pour le bâti, cet effet ne disparaît pas au-delà d'un périmètre donné, il s'observe jusqu'à plus de 2 000 mètres de distance. Les mâles

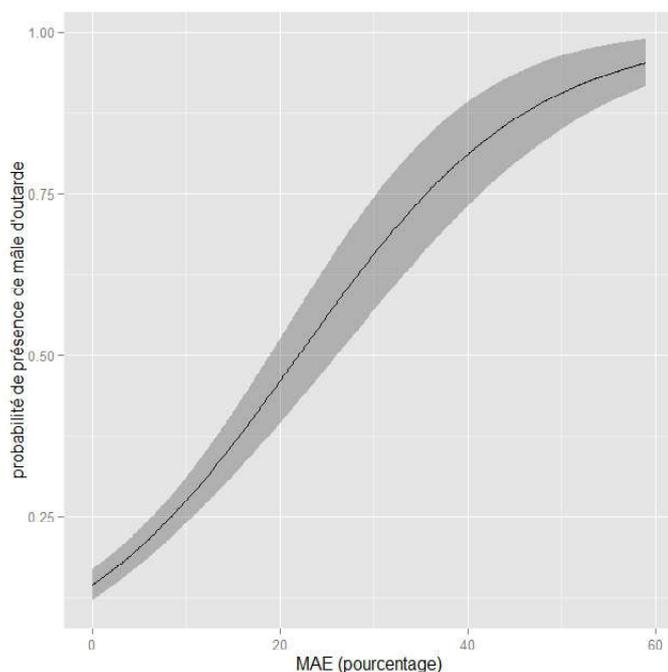


Figure 3. Probabilité de présence d'un mâle chanteur d'Outarde canepetière en fonction du pourcentage de MAE dans la zone tampon.

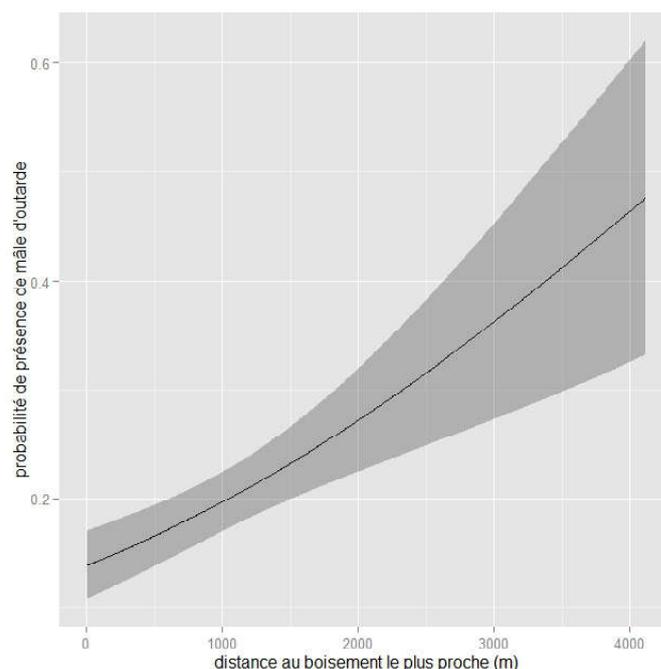


Figure 4. Probabilité de présence d'un mâle chanteur d'Outarde canepetière en fonction de la distance au boisement le plus proche.

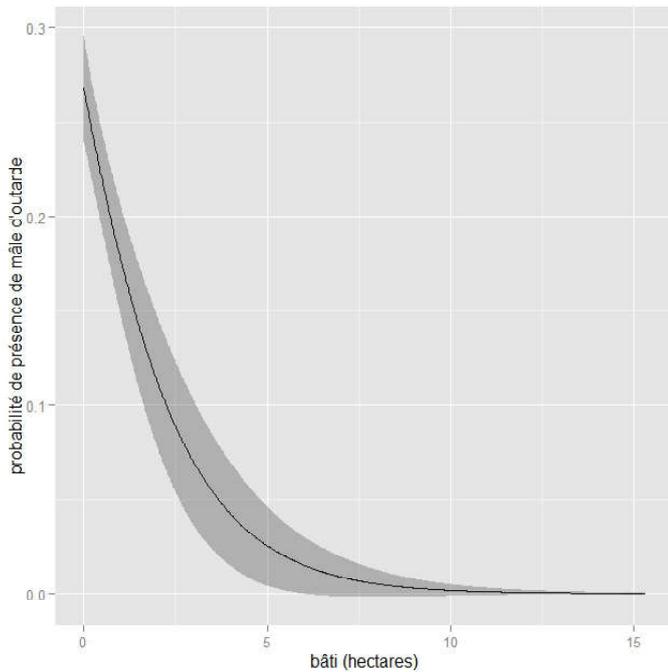


Figure 5. Probabilité de présence d'un mâle chanteur d'Outarde canepetière en fonction du nombre d'hectares de bâti dans la zone tampon.

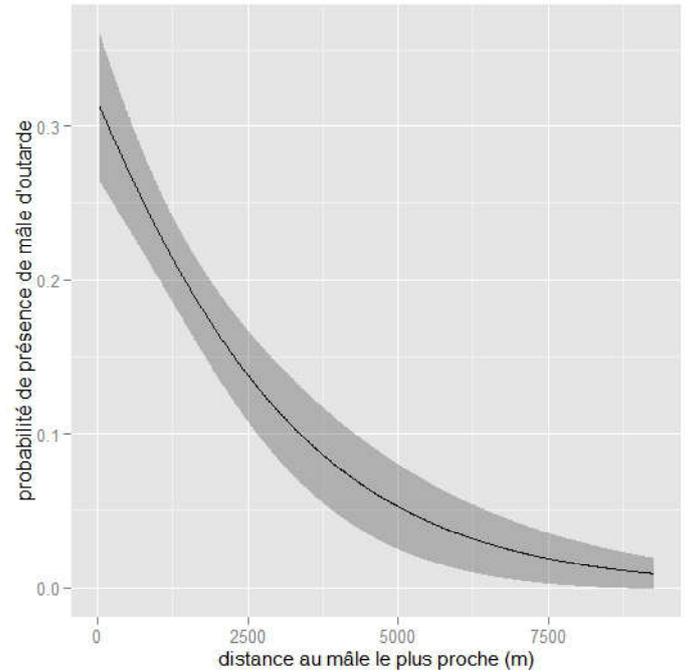


Figure 6. Probabilité de présence d'un mâle chanteur d'Outarde canepetière en fonction de la distance au mâle chanteur voisin le plus proche.

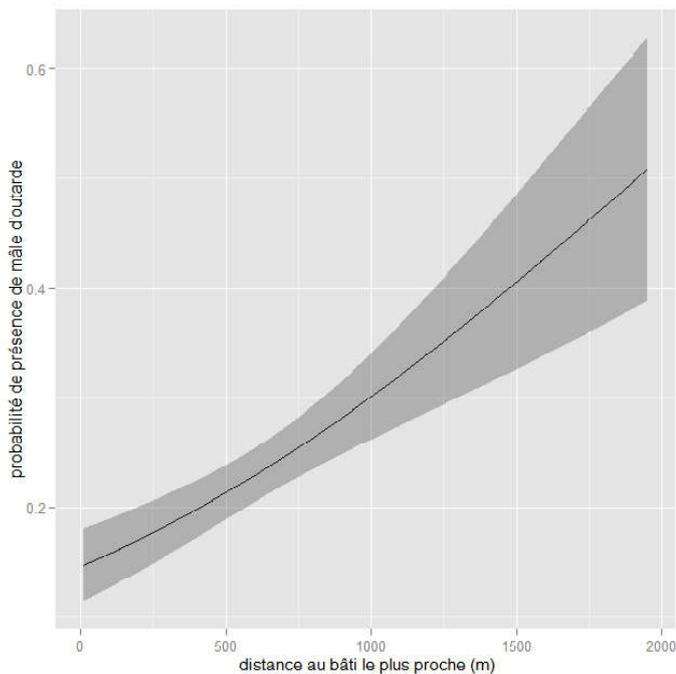
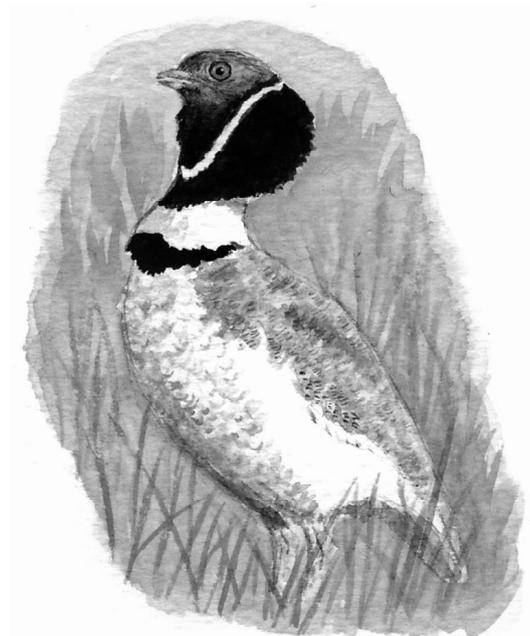


Figure 7. Probabilité de présence d'un mâle chanteur d'Outarde canepetière en fonction de la distance au bâti le plus proche. NB : Ce graphique a été effectué avec un modèle de probabilité de présence moins performant que le modèle sélectionné.



d'Outarde recherchent donc les zones les plus éloignées de tout boisement important. Ce résultat est en accord avec la biologie et le comportement de l'Outarde canepetière. En effet, c'est une espèce de plaine ou de zones steppiques et non de milieux fermés, les Outardes nichent au sol. Les mâles qui paradedent cherchent à être vus des femelles, ils évitent donc les zones trop fermées où leur chant porte mal et où ils sont peu visibles (Géroudet,

1978). L'éloignement aux boisements peut aussi constituer une manière de protéger les nichées des prédateurs.

Distance à la route ou au chemin le plus proche

La probabilité de présence d'un mâle chanteur d'outarde n'est pas significativement influencée par la présence de chemins ou de routes. Les chemins ainsi qu'une bonne partie des routes de la zone

d'étude sont peu fréquentés ce qui peut en partie expliquer ce résultat. Lors de la phase de terrain, certains mâles chanteurs d'Outarde ont été observés relativement proches des routes. D'autres ont été vus en parade sur des chemins depuis lesquels ils sont bien visibles des femelles. De plus, si les Outardes canepetières sont farouches vis-à-vis de la silhouette humaine, elles le sont beaucoup moins vis-à-vis des véhicules. Dans leur étude, Silva *et al.*

(*op. cit.*) rapportent un effet repoussoir de la route sur l'Outarde canepetière, bien que cet effet ne soit pas significatif. Ils supposent que cela est dû à la corrélation déjà forte entre le bâti et la route. C'est donc plutôt l'effet du bâti qui serait observé. Il est possible que ce phénomène ait aussi lieu dans notre cas, même si le coefficient de corrélation semble relativement faible ($r = 0,36$). Nous supposons donc que l'effet repoussoir de la route a lieu principalement dans le cas des routes très fréquentées, et à une échelle trop petite pour être détectée lors de la modélisation, de l'ordre de quelques dizaines de mètres.

Taille du parcellaire et hétérogénéité du paysage

Le modèle n'a pas permis de mettre en évidence un effet de la taille du parcellaire sur l'Outarde canepetière. En effet, la variable « périmètre », introduite pour quantifier toutes les bordures de parcelles et représentant indirectement la taille du parcellaire, n'a pas d'effet significatif sur la répartition des mâles chanteurs. Pourtant, Boutin & Métais (1995) mentionnent que des parcelles agricoles de faible taille sont nécessaires au maintien des Outardes car un parcellaire morcelé accroît les « effets de lisières » et donc les ressources alimentaires disponibles (flore adventice, insectes, etc.). En plaine de la Crau, Wolff *et al.* (2001) indiquent que ce sont les zones mixtes de steppe et d'agriculture extensive qui sont les plus favorables aux mâles d'Outarde canepetière, soit un paysage diversifié. Dans cette zone, la gestion du territoire est encore favorable à l'Outarde canepetière, avec 17 % de steppe et 30 % d'agriculture extensive, ce qui a permis pour l'heure de maintenir des effectifs élevés. Enfin, l'étude de Poirel (2014) montre une diminution de la densité de mâles chanteurs à la suite d'un aménagement foncier dont la conséquence principale a été une diminution de l'hétérogénéité du paysage.

L'Outarde canepetière est une des seules espèces de la plaine à utiliser au cours de son cycle biologique la quasi-totalité des cultures présentes. Les cultures les plus adaptées varient entre les mâles et les femelles (Morales *et al.*, 2008), mais aussi selon la période. Mâles comme femelles utilisent par exemple les chaumes de blé ou de colza comme source d'alimentation durant la période pré migratoire, alors qu'ils ne sont pas du tout utilisés en période de reproduction. Ainsi, même si les analyses menées ne permettaient pas de le mettre en évidence, l'hétérogénéité du paysage reste un élément clé de leur conservation.

Efficacité des MAE

Les résultats montrent clairement que les MAE sont favorables aux mâles chanteurs d'Outarde canepetière. Plusieurs études scientifiques ont rapporté que les mâles d'Outarde canepetière préfèrent les jachères, les couverts herbacés et les cultures de légumineuses (telles que les luzernes) de hauteur et densité moyenne (Martínez, 1994 ; Morales *et al.*, 2008 ; Voisin *et al.*, 1991). Or, les mesures agro-environnementales sont mises en place sur ce type de cultures. À l'inverse, Wolff *et al.* (2001) attestent que les mâles chanteurs évitent les cultures de céréales, trop denses, ou les couverts dont la hauteur est supérieure à 20 centimètres, comme le colza.

L'effet positif des MAE sur les mâles d'Outarde canepetière peut être lié à trois facteurs.

- D'une part, les parcelles en MAE présentent des caractéristiques favorables à l'établissement d'une place de chant car elles sont en général peu hautes et pas trop denses, au moins durant la période étudiée. Cela convient bien aux mâles, mais ils peuvent aussi s'installer sur des semis de printemps (maïs, tournesol) qui sont encore très bas en mai.

- Ensuite, les mâles adultes étant très majoritairement herbivores (Jiguet, 2002), les parcelles en MAE leur permettent de trouver les ressources alimentaires qui leur sont nécessaires, probablement mieux que les semis de printemps où la biomasse est relativement réduite en mai. Bretagnolle *et al.* (2011) ont montré récemment que les luzernes en MAE présentaient notamment une plus grande richesse spécifique en plantes.

- Enfin, il est possible que les mâles se positionnent à proximité des zones favorables à la nidification des femelles pour augmenter leurs chances de reproduction. En effet, Jiguet *et al.* (2000) expliquent que si les mâles d'Outarde canepetière s'établissent en priorité en fonction des ressources alimentaires disponibles et des caractéristiques du couvert, il semble aussi que certains mâles défendent un territoire plus large pour pouvoir englober des couverts permanents afin de garantir à « leurs femelles » la disponibilité de meilleures ressources alimentaires. D'autres études ont démontré la richesse de ces cultures (prairies, jachères, luzernes) en arthropodes. Or, cette ressource est essentielle aux femelles pour nourrir leurs poussins qui consomment chacun de l'ordre de 200 criquets/jour (Bretagnolle, donnée non publiée, dans Bretagnolle *et al.*, 2011). Cléré & Bretagnolle (2001), notamment, ont montré que les cultures fourragères et

les couverts permanents étaient plus riches que les labours ou les céréales en termes de nombre d'arthropodes ou de richesse taxinomique. De plus, ces cultures, lorsqu'elles ne sont pas gérées en mode intensif et fauchées durant la période de reproduction, présentent des caractéristiques de couverts très adaptées pour la nidification des femelles d'Outarde. Les couverts herbacés sont donc théoriquement très favorables aux femelles d'Outarde, plus encore qu'aux mâles.

D'après une étude ancienne de Schulz (1985, non publiée, dans Jiguet *et al.*, 2000), les femelles peuvent nicher jusqu'à plus de 1 kilomètre des mâles ou au contraire sur leur territoire. De plus, l'expérience de terrain a permis de constater que les mâles ne restent pas sur des sites où il n'y a pas de femelles aux alentours, ou encore que les mâles s'arrêtent peu à peu de chanter lorsqu'il n'y a plus de femelle non fécondée à proximité (Bretagnolle *et al.* 2011 ; Poirel, *com. pers.*). Ces éléments nous indiquent que les femelles se tiennent généralement assez proches des mâles. Nous estimons qu'il y a de bonnes chances pour que les femelles d'Outarde canepetière se situent dans ou à proximité du territoire des mâles chanteurs, zone sur laquelle nous avons basé notre étude. Bien que nous ne puissions pas l'affirmer, nous supposons donc que les MAE de la zone du Mirebalais-Neuvillois sont favorables, non seulement aux mâles chanteurs, mais aussi aux femelles qui les utilisent pour nicher.

Implications en termes de gestion

Implication en termes de positionnement des MAE

D'après ces résultats, les MAE sont essentielles à l'Outarde canepetière. La présence de couverts herbacés judicieusement disposés et gérés de manière favorable paraît donc indispensable. Le modèle établi peut être utilisé dans la perspective d'une meilleure localisation des parcelles engagées en contrat MAE afin de maximiser leur efficacité vis-à-vis de l'Outarde canepetière.

Les résultats indiquent qu'il n'est pas judicieux de placer des parcelles en MAE à proximité du bâti puisque quelques hectares de bâti dans la zone tampon suffisent à faire chuter la probabilité de présence des mâles chanteurs. En réalité, que ce soit pour le bâti ou le boisement, la probabilité de présence d'un mâle ne cesse d'augmenter lorsque la distance augmente, et ce jusqu'à une distance de plus de 1 000 mètres pour le bâti et 2 000 mètres pour le boisement. Au-delà, les prédictions du modèle sont nettement moins précises

(élargissement de l'écart type) car il existe peu de points qui soient à de telles distances du bâti ou d'un boisement sur la zone d'étude. La plupart des îlots de bâti se situent entre 1 500 et 3 000 mètres les uns des autres, tandis que les boisements de surface supérieure à 1 hectare sont eux espacés de 2 000 mètres en moyenne, avec des valeurs maximales pouvant aller jusqu'à 6 000 mètres. En conséquence, il faut faire au mieux et rechercher les parcelles les plus éloignées du bâti en priorité, et secondairement du boisement, pour disposer des MAE qui seront les plus favorables possible aux Outardes canepetières.

Il est également possible d'augmenter la probabilité de présence des mâles d'Outarde en mettant en place de nouvelles MAE puisque, après le bâti, le pourcentage de MAE est le paramètre qui a le plus d'influence sur leur probabilité de présence. La probabilité de présence augmente rapidement sur l'intervalle [0-40] % de MAE dans la zone tampon, soit environ 14 hectares. Le Plan National d'Action (MEDDTL, 2011) préconisait, dans le cas des ZPS, 10 % de la surface en couverts herbacés gérés favorablement pour assurer la conservation de l'Outarde canepetière. Cet objectif est loin d'être atteint dans le Mirebalais-Neuvillois, où on trouve à peine 3 % de ces couverts. Néanmoins, localement, c'est-à-dire à l'échelle de la superficie potentielle d'un lek, il serait intéressant d'avoir des MAE à hauteur de 30 à 40 %, sachant qu'à partir de 40 % la probabilité qu'un mâle d'Outarde soit présent atteint 0,75, tout autre paramètre étant fixé à sa moyenne par ailleurs. Un lek comportant 5 mâles observé sur le terrain en 2015 correspondait approximativement à une surface de 150 hectares.

Enfin, le choix des parcelles à engager en MAE doit, dans la mesure du possible, être pensé de façon à recréer une « mosaïque » pouvant accueillir des leks viables. En effet, Bretagnolle & Inchausti (2005) ont montré que les Outardes canepetières abandonnent un lek dès lors que le nombre d'individus, mâles et femelles confondus, passe en dessous de six. L'effet positif de la variable « mâle voisin le plus proche » sur la présence des mâles chanteurs qui a été observé conforte cette affirmation. L'abandon d'un lek a pour conséquence directe la diminution de l'aire de répartition de l'espèce telle que l'enquête régionale sur les ZPS (Dalloyau, 2015) l'a mise en évidence. La reconquête des territoires abandonnés nécessite du temps car elle se fait principalement *via* le renouvellement de la population.

Recommandations pour de futurs aménagements

Il faut à tout prix prendre en compte l'impact négatif fort du bâti sur l'Outarde canepetière dans les différents plans d'aménagement des communes du Mirebalais-Neuvillois, notamment les Schémas de Cohérence Territoriale (SCOT) et les Plans Locaux d'Urbanisme (PLU). L'Outarde canepetière est une espèce très farouche. Il faut éviter d'accentuer encore le mitage du milieu semi-naturel et agricole par le développement d'aménagements ou autres activités humaines dans les zones qui en sont aujourd'hui dépourvues. C'est une menace forte qui aurait pour conséquence de fractionner encore plus son habitat, d'isoler les individus et de réduire les zones de tranquillité. On recommande donc aux acteurs du territoire de cibler la proximité des bâtiments existant ou des zones boisées afin d'éviter d'impacter les zones de plaines les plus favorables à cette espèce menacée.

Limites de l'étude & perspectives

- Sur certaines fourchettes de valeurs, la largeur de l'intervalle de confiance observée sur les courbes de réponse augmente fortement, traduisant de plus fortes incertitudes quant à la valeur prédite. En général, l'intervalle de confiance a tendance à s'élargir lorsque la modélisation se base sur peu de données disponibles. Sur ces intervalles, les résultats sont donc moins fiables. C'est le cas notamment sur la courbe de réponse à la distance au boisement, où l'intervalle de confiance est multiplié par 4 entre le minimum et le maximum des abscisses. Or, 223 points (Outardes et témoins confondus) se trouvent à moins de 1 000 mètres d'un boisement, soit 60 % des points. À l'inverse, 39 points se trouvent au-delà de 2 000 mètres (10 % des points) dont 4 seulement à plus de 3 000 mètres. Dans le cas des MAE, nous avons constaté que 226 points ne présentaient pas de MAE sur la surface de la zone tampon, 123 en contenaient entre 0 (exclu) et 20 %, 27 points contenaient entre 20 et 40 % de MAE et seuls 4 points présentaient plus de 40 % de MAE. Pourtant, dans ce cas, les intervalles de confiance sont plutôt étroits, ce qui traduit une fiabilité plutôt bonne.

- D'autre part, faute de disposer de l'assolement herbacé complet sur la zone d'étude en 2014, il n'a pas été possible de comparer l'efficacité des MAE vis-à-vis de celle des autres couverts herbacés. Les MAE représentent environ 3 % de la surface de la zone d'étude mais notre échantillonnage indique que l'ensemble des couverts

herbacés couvre environ 11 % de la surface. Si les MAE sont favorables aux mâles d'Outarde et probablement aux femelles, il est possible que les autres couverts herbacés le soient également.

Or, les prairies et luzernières à vocation fourragère sont fauchées trois à quatre fois entre mai et fin juillet, avec des intervalles de temps qui ne permettent pas aux femelles de pouvoir mener à bien leur cycle de reproduction : fauche pendant la couvaison avec risque de destruction de la femelle ou fauche alors que les poussins sont encore non volants. Toutefois, ces parcelles, de par la densité du couvert herbacé, sont probablement moins attractives pour les outardes qui auraient plus de mal à circuler au sol. Pour ce qui est des jachères non engagées en MAE, elles peuvent être broyées à partir du 20 juin, ce qui, le cas échéant, ne permet pas non plus de reproduction. Ces cultures constituent donc des pièges pour les femelles qui choisissent de s'y installer pour nicher. Seules les rares parcelles de luzerne cultivée pour la semence peuvent permettre aux femelles de mener à bien leur reproduction. En effet, ces parcelles sont semées de manière peu dense et elles ne sont fauchées qu'une fois début mai pour le fourrage puis une fois début septembre pour la récolte des graines. Elles font cependant l'objet de traitements herbicides visant à limiter la présence d'autres graines non désirées lors de la récolte, ce qui limite sans doute leur richesse en arthropodes.

Dans leur étude, Bretagnolle *et al.* (2011) ont pu démontrer clairement que les MAE étaient plus efficaces pour les femelles sur la zone d'étude du Centre d'Études Biologiques de Chizé. Ils ont aussi mis en évidence que les luzernes gérées en MAE présentaient une richesse spécifique d'espèces de plantes et une abondance de criquets bien supérieures aux parcelles gérées de manière conventionnelle. Il serait extrêmement intéressant de pouvoir réaliser une étude similaire dans le Mirebalais-Neuvillois, et d'observer si les mâles d'Outarde canepetière utilisent significativement plus les MAE que les couverts herbacés conventionnels en relation à leur proportion sur la zone d'étude.

- À partir des prédictions du modèle, il est possible d'obtenir pour la zone d'étude une carte de probabilité de présence d'un mâle d'Outarde. Cela permettrait de visualiser les zones les plus favorables aux Outardes où il serait donc le plus pertinent de mettre en place des MAE ou le plus impactant de réaliser un nouvel

aménagement. Toutefois, il faudrait pouvoir tester ce modèle sur un jeu de données indépendant afin de valider sa capacité prédictive. Ce jeu de données pourrait par exemple provenir d'enquêtes de terrain réalisées sur la zone de protection spéciale Oiron-Thénezay contiguë à notre zone d'étude. Cela nécessiterait de disposer de données sur les mêmes variables que celles qui ont été testées.

Conclusion

Cette étude a permis d'identifier quatre paramètres environnementaux ayant une influence sur la distribution des mâles chanteurs d'Outarde canepetière. Le bâti et le boisement ont montré un effet négatif sur l'espèce. Cette sensibilité est particulièrement forte dans le cas du bâti, ce qui montre l'importance d'un aménagement du territoire raisonné, notamment en évitant de construire de nouvelles infrastructures dans des zones qui en sont actuellement dépourvues.

L'étude a également permis de démontrer que la présence de couverts herbacés engagés en MAE augmentait la probabilité de présence d'un mâle chanteur d'Outarde canepetière, prouvant en partie l'efficacité des mesures agro-environnementales dédiées à la conservation de cette espèce. De plus, la probabilité de présence d'un mâle chanteur d'Outarde canepetière augmente avec la présence d'un autre mâle à proximité, d'où la nécessité de penser les aménagements non pas à l'échelle d'un individu, mais à celle d'un lek.

Faute de disposer d'une cartographie complète des couverts herbacés qui comprendrait à la fois les couverts engagés en MAE et ceux gérés de manière conventionnelle, nous n'avons pas pu savoir si les couverts engagés en MAE étaient réellement plus attractifs pour les Outardes en comparaison aux autres couverts herbacés. Une étude plus précise pourrait donc être réalisée dans ce sens. Il serait également très intéressant, mais beaucoup plus complexe, de réaliser cette étude à partir de l'emplacement des nids des femelles d'Outarde canepetière au lieu des places de chant des mâles. Une étude menée conjointement par le CNRS et le Groupe Ornithologique des Deux-Sèvres a pour objectif d'équiper des Outardes canepetières avec des balises GPS, ce qui permettra d'affiner encore les connaissances sur les effets des différents paramètres environnementaux (MAE, haie, boisement...) et aménagements (éolienne, route, bâtiments, ligne électrique...) sur la répartition des Outardes et leur domaine vital.

Remerciements

Mes remerciements vont à toutes les personnes, bénévoles, stagiaires et salariés de la LPO Vienne, qui ont collecté ces données lors de l'enquête Outarde 2014, et en particulier les stagiaires Justin BONIFAIT et Caroline POITEVIN.

Merci également à Cyrille POIREL pour l'aide et les conseils qu'il m'a apportés tout au long de cette étude et à Mathieu NORMANT pour sa participation à la gestion et à la préparation des données.

Je voudrais remercier tout particulièrement Alexandre VILLERS pour son aide précieuse lors des analyses statistiques.

Enfin, un grand merci à Christine DELLIAUX et Cyrille POIREL pour le temps passé à la relecture de cet article et pour leurs corrections judicieuses.

Bibliographie

- BOUTIN J.- M. & MÉTAIS M. (1995). L'Outarde canepetière. St Yrieix : 70 p.
- BRETAGNOLLE V. & INCHAUSTI P. (2005). Modelling reinforcement population at a large spatial scale as a conservation strategy for the declining little bustard (*Tetrax tetrax*) in agricultural habitats. *Animal Conservation* 8, issue 1 : 59-68.
- BRETAGNOLLE V., VILLERS A., DENONFOUX L., CORNULIER T., INCHAUSTI P. & 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.
- CEBC, BRETAGNOLLE V. *et al.* (2014). Protocole d'enquête régionale Outarde canepetière. Document interne du groupe de travail Outarde.
- CLÉRÉ E. & BRETAGNOLLE V. (2001). Disponibilité alimentaire pour les oiseaux en milieu agricole : biomasse et diversité des arthropodes capturés par la méthode des pots-pièges. *Revue d'écologie Terre et Vie* 56 : 275-297.
- DALLOYAU S. (2015). Enquête annuelle Outarde canepetière en Poitou-Charentes et suivis des populations en ZPS. Rapport 2014. Pôle Conservation LPO-SEPN / CNRS-CEBC / Charente Nature / LPO 17 / GODS / LPO 86 : 46 p.
- GÉROUDET P. (1978). Grands échassiers, gallinacés et râles d'Europe. Neuchâtel (Suisse) : 429 p.
- INCHAUSTI P. & BRETAGNOLLE V. (2005). Predicting short-term extinction risk for the declining Little Bustard *Tetrax tetrax* in intensive agricultural habitats. *Biological Conservation* 122 : 375-384.
- JIGUET F., ARROYO B. & BRETAGNOLLE V. (2000). Lek mating systems: a case study in the Little Bustard *Tetrax tetrax*. *Behavioural Processes* 51 : 63-82.
- JIGUET F. (2002). Arthropods in diet of Little Bustards *Tetrax tetrax* during the breeding season in western France. *Bird Study* 49 : 105-109.
- JOURDE P. (coord.), à paraître. Liste rouge des oiseaux nicheurs du Poitou-Charentes. POITOU-CHARENTES NATURE. Poitiers.
- MARTÍNEZ C. (1994). Habitat selection by the Little Bustard *Tetrax tetrax* in cultivated areas of central Spain. *Biological Conservation* 67 : 125-128.
- MINISTÈRE DE L'ÉCOLOGIE, DU DÉVELOPPEMENT DURABLE, DES TRANSPORTS ET DU LOGEMENT. (2011). Deuxième Plan National d'Actions en faveur de l'Outarde canepetière *Tetrax tetrax* 2011-2015. Direction générale de l'Aménagement, du Logement et de la Nature. Paris : 140 p.
- MORALES M. B., TRABA J., CARRILES E., DELGADO M. P. & GARCIA DE LA MORENA E. L. (2008). Sexual differences in microhabitat selection of breeding Little Bustard *Tetrax tetrax* : ecological segregation based on vegetation structure. *Acta oecologica* 34 : 345-353.
- POIREL C. (2014). Les effets d'un aménagement foncier sur l'Outarde canepetière *Tetrax tetrax* : le cas de Saint-Jean-de-Sauves. *L'Outarde* 50 : 15-24.
- POIREL C. (2016). Synthèse de l'enquête Outarde 2015. Document interne.
- SALAMOLARD M. (1999). Outarde canepetière. In RIGAUD T. & GRANGER M. (coord.). Livre rouge des oiseaux nicheurs du Poitou-Charentes. / LPO VIENNE & POITOU-CHARENTES NATURE. Poitiers : 162-163.
- SILVA J. P., PINTO M. & PALMEREIM J. M. (2004). Managing landscapes for the little bustard *Tetrax tetrax* : lessons from the study of winter habitat selection. *Biological Conservation* 117 : 521-528.
- VOISIN S. *et al.* (1991). Étude pour la conservation de l'Outarde canepetière *Tetrax tetrax* en région Île-de-France. GEPANA. Document non publié.
- WOLFF A., PAUL J.- P., MARTIN J.- L. & BRETAGNOLLE V. (2001). The benefits of extensive agriculture to birds: the case of the little bustard. *Journal of Applied Ecology* 38 : 963-975.