

Agroforestiers et Oiseaux : Comment habiter ensemble ?

Auteur : Gonzalez, Liam

Promoteur(s) : Denayer, Dorothée; 14440

Faculté : Gembloux Agro-Bio Tech (GxABT)

Diplôme : Master en agroécologie, à finalité spécialisée

Année académique : 2020-2021

URI/URL : <http://hdl.handle.net/2268.2/13157>

Avertissement à l'attention des usagers :

Tous les documents placés en accès ouvert sur le site le site MatheO sont protégés par le droit d'auteur. Conformément aux principes énoncés par la "Budapest Open Access Initiative"(BOAI, 2002), l'utilisateur du site peut lire, télécharger, copier, transmettre, imprimer, chercher ou faire un lien vers le texte intégral de ces documents, les disséquer pour les indexer, s'en servir de données pour un logiciel, ou s'en servir à toute autre fin légale (ou prévue par la réglementation relative au droit d'auteur). Toute utilisation du document à des fins commerciales est strictement interdite.

Par ailleurs, l'utilisateur s'engage à respecter les droits moraux de l'auteur, principalement le droit à l'intégrité de l'oeuvre et le droit de paternité et ce dans toute utilisation que l'utilisateur entreprend. Ainsi, à titre d'exemple, lorsqu'il reproduira un document par extrait ou dans son intégralité, l'utilisateur citera de manière complète les sources telles que mentionnées ci-dessus. Toute utilisation non explicitement autorisée ci-avant (telle que par exemple, la modification du document ou son résumé) nécessite l'autorisation préalable et expresse des auteurs ou de leurs ayants droit.

AGROFORESTIERS ET OISEAUX : COMMENT HABITER ENSEMBLE

LIAM GONZALEZ

**TRAVAIL DE FIN D'ÉTUDES PRÉSENTÉ EN VUE DE L'OBTENTION DU DIPLÔME DE
MASTER EN AGROECOLOGIE**

ANNÉE ACADÉMIQUE 2020-2021

CO-PROMOTEURS : DOROTHÉE DENAYER ; FRANÇOIS CHIRON

Toute reproduction du présent document, par quelque procédé que ce soit, ne peut être réalisée qu'avec l'autorisation de l'auteur et de l'autorité académique³ de Gembloux Agro-Bio Tech.

Le présent document n'engage que son auteur.

AGROFORESTIERS ET OISEAUX : COMMENT HABITER ENSEMBLE

LIAM GONZALEZ

**TRAVAIL DE FIN D'ÉTUDES PRÉSENTÉ EN VUE DE L'OBTENTION DU DIPLÔME DE
MASTER EN AGROECOLOGIE**

ANNÉE ACADÉMIQUE 2020-2021

CO-PROMOTEURS : DOROTHÉE DENAYER ; FRANÇOIS CHIRON

Ce travail de fin d'études a été réalisé au sein d'Agrof'Île, réseau multi-acteurs d'Île-de-France constitué en association pour favoriser le développement de transitions agroécologiques et en particulier agroforestières.



Le projet a été financé par la Région Île-de-France et l'Agence de l'Eau Seine-Normandie.



Remerciements

Un grand merci à toute l'équipe d'Agrof'Île et en particulier à Valentin qui m'a donné les moyens de réaliser ce projet tout au long de mon stage, à Agnès pour les intéressantes discussions que nous avons eues et à Antonin pour m'avoir appris à quelques rudiments de plantation et de taille des arbres.

Un grand merci à mes copromoteurices Dorothée Denayer et François Chiron pour leurs conseils avisés au cours de ce travail, et à toutes les professeures du Master Agroécologie sans qui ce projet n'aurait pas vu le jour.

Un grand merci également à mes ami·es. Raphaël pour toutes les connaissances et conseils partagés depuis 2012 au sein de BioSphère Environnement. Mélanie et Sacha pour les discussions qui m'ont permises de mieux comprendre les propositions latouriennes qui ont guidé ce travail. A toutes, ainsi qu'à ma famille, merci pour votre soutien pendant toutes ces années.

Résumé

En France, et particulièrement en Île de France, les populations d'oiseaux agricoles communs se réduisent régulièrement en lien avec la transformation des pratiques agricoles vers des systèmes intensifs et spécialisés. Des transitions vers des systèmes agricoles plus extensifs et agroécologiques pourraient permettre de proposer une cohabitation nouvelle entre les agriculteur et ces oiseaux. Parmi ces nouveaux systèmes, l'agroforesterie se développe de plus en plus dans la région avec des promesses de préservation de la biodiversité et d'augmentation des services écosystémiques. La préférence de ces oiseaux pour les milieux ouverts questionne cependant l'intérêt des pratiques agroforestières pour leur conservation. La prise en compte des relations des agriculteurs à leur environnement et des valeurs associées est également nécessaire à la compréhension de ces pratiques. J'ai donc cherché à répondre à cette question de manière interdisciplinaire en associant l'étude anthropologique des relations des agriculteurs aux oiseaux et l'étude écologique de l'abondance des oiseaux par rapport aux pratiques. Les résultats de l'enquête et des suivis ornithologiques ont ainsi permis de montrer que : Les oiseaux agricoles préfèrent des systèmes agroforestiers à haies et arbres bas. Les oiseaux et agriculteurs entretiennent des relations multiples et complexes. Ces relations sont inscrites dans différentes visions du monde qui influencent les pratiques agricoles et la biodiversité des parcelles. Ces relations sont inscrites dans des réseaux de relations plus complexes faisant intervenir de nombreux humains et non-humains. Ces réseaux sont essentiels dans le développement d'une cohabitation entre oiseaux agricoles et agroforestiers.

Summary

In France, especially in the Île-de-France region, common farmland birds' populations are decreasing under the pressure of farming practice changes to more intensive and specialized systems. Transitions to more extensive and agroecological systems may allow a new cohabitation of these birds and the farmers. Among those new farming systems, agroforestry thrives more and more in the region on the promise of biodiversity and ecosystem services enhancement. However, farmland birds' preference for open habitats questions the contribution of argoforesting practices to their preservation. Understanding the relationships between farmers and their environment, and the values linked to them is also needed to understand their practices. Therefore, this study combined an anthropological inquiry on birds and farmers' relationships to an ecological study on birds' abundance in relation to farming practices. Thus, the study showed that : Farmland birds prefer agroforestry systems with low height hedges and trees. Relationships between birds and farmers are multiples and complex. These relationships are part of different worldviews influencing farming practices and land plot biodiversity. They are also part of more complex networks of relationships between numerous human and non-humans beings. Those networks are fundamental for the making of new cohabitations of farmers and farmland birds.

Table des matières et des figures

Résumé	3
Summary	3
Table des matières et des figures	4
Introduction	7
Genèse et conception du projet	10
• Carte de répartition des parcelles suivies en Île de France.	12
Matériel et Méthode	13
<u>Rendre compte de la diversité des liens reliant agriculteurs et oiseaux</u>	13
<u>Faire parler les agriculteurs</u>	15
<u>Faire parler les oiseaux</u>	15
Typologie des agroforesteries	15
• Tableau 1: Typologie des agroforesteries.	16
Communautés aviaires agricoles	17
Échantillonner les oiseaux et les agroécosystèmes	19
Suivis ornithologique	19
Caractérisation des parcelles	20
Géométrie et géographie des parcelles	20
• Tableau 2: Tableau des variables géographiques et géométriques.	21
Catégories de pratiques et humidité	21
• Tableau 3: Tableau des variables catégorielles décrivant le système agricole et l'humidité des parcelles.	22
Variables agricoles	23
• Tableau 4: Tableau des variables agricoles parcellaires.	23
Variables paysagères	24
• Tableau 5: Tableau des variables paysagères.	25
Analyse statistique	25
Choix des variables et corrélations	25
• Figure 1: Graphe des éboulements des dimensions de l'ACP sur les variables caractérisant les haies.	26
• Figure 2 : Graphe de l'ACP sur les variables caractérisant les haies.	26
• Tableau 6 : Matrice des corrélations (coefficient de Pearson) entre variables quantitatives normales.	27
• Tableau 7 : Matrice des corrélations (coefficients de Kendall) entre les variables quantitatives.	28

• Tableau 8 : Résultats des test de corrélation du χ^2 .	29
• Tableau 9 : Résultats des tests de Kruskal-Wallis de corrélation entre les variables quantitatives et l'agroforesterie (AF).	29
• Tableau 10 : Résultats des tests de Kruskal-Wallis de corrélation entre les variables quantitatives et l'agriculture biologique (AB).	29
• Tableau 11: Résultats des tests de Kruskal-Wallis de corrélation entre les variables quantitatives et l'agriculture de conservation (AC).	30
• Tableau 12 : Résultats des tests de Kruskal-Wallis de corrélation entre les variables quantitatives et l'humidité des parcelles (Humid).	30
Modèles N-mixture	30
• Tableau 13 : Résultats des tests de rapports de vraisemblance ayant permis la sélection des variables du modèle explicatif pour les espèces agricoles de milieux semi-ouverts.	33

Pratiques agroforestières et oiseaux – résultats 34

<u>Effet des variables sur la détection des oiseaux</u>	34
• Tableau 14 : Coefficients et p-value du test F associés aux variables testées pour les espèces agricoles de milieux ouverts.	34
<u>Effets de l'agroforesterie et du paysage sur l'abondance des oiseaux</u>	35
• Tableau 15 : Coefficients et p-value du test F associés aux variables testées pour les espèces agricoles de milieux semi-ouverts.	35
• Figure 3 : Graphe de l'abondance de l'alouette des champs en fonction de la hauteur des haies.	36
• Figure 4: Graphe de l'abondance du pinson des arbres en fonction de la hauteur des haies.	36
• Figure 5: Graphe de l'abondance du bruant proyer en fonction de la hauteur des haies.	36
• Figure 6: Graphe de l'abondance de la fauvette à tête noire en fonction de la hauteur des haies.	36
• Figure 7: Graphe de l'abondance du bruant proyer en fonction de l'embocagement.	37
• Figure 8: Graphe de l'abondance du pinson des arbres en fonction de l'embocagement.	37
• Figure 9: Graphe de l'abondance du bruant proyer en fonction de la hauteur des arbres.	38
• Figure 10: Graphe de l'abondance de la fauvette grisette en fonction de la hauteur des arbres.	38
• Tableau 16: Coefficients et p-value du test F associés aux variables testées pour les espèces généralistes.	38
• Tableau 17: Coefficients et valeur p du test F associés aux variables testées pour les espèces forestières.	39
<u>Abondances et diversité des espèces</u>	40
• Figure 11 : Graphe de l'ACP des abondances des espèces par parcelle.	41
• Tableau 18: Indices de diversité et nombre d'espèces présentes sur chaque parcelles.	42
• Figure 12: Diagramme en boîte de la diversité en fonction de la conduite en agriculture de conservation.	43

Pratiques agroforestières et oiseaux – discussion 43

<u>Abondance des oiseaux en agroforesterie</u>	43
<u>Associer diversité et oiseaux agricoles en agroforesterie</u>	46
<u>Limites de l'étude</u>	47

Des relations multiples et complexes	48
<u>Oiseaux voisins</u>	48
<u>Oiseaux collaborateurs</u>	49
<u>Oiseaux proies</u>	51
<u>Oiseaux voleurs</u>	53
<u>Oiseaux art(istes)</u>	54
<u>Oiseaux connaissances</u>	56
<u>Oiseaux conservation</u>	57
<u>Oiseaux auxiliaires</u>	58
<u>Oiseaux colocataires</u>	59
<u>Des relations entremêlées</u>	60
• <i>Schéma simplifié des réseaux de relations associant agriculteurs et oiseaux.</i>	61
Une cohabitation des agroforestiers et des oiseaux	63
<u>Partir de relations organiques</u>	63
<u>En passant par les relations sociales</u>	65
La crise écocentrique et les exigences du public	65
Une transition agroécologique par atterrissage holocentrique.....	67
<u>Pour réhabiter en commun les territoires agricoles</u>	68
• <i>Figure 13: Diagramme en boîte des indices de diversité sur les parcelles des agriculteurs interrogés en fonction de leur style d'exploitation.</i>	69
Conclusion	70
Bibliographie	72
Remarques à propos des annexes	78
Déclaration contre le plagiat	79

Introduction

Les dernières analyses du Suivi Temporel des Oiseaux Communs (STOC), programme étudiant l'évolution des populations nicheuses sur le long terme en France, ont montré une forte diminution générale des effectifs d'oiseaux communs depuis 1989. Cependant, cette érosion ne touche pas les espèces de manière homogène. Ainsi, les oiseaux généralistes, vivant dans de nombreux types d'habitats, présentent une augmentation de leurs effectifs tandis que les oiseaux agricoles – vivant dans des milieux ouverts ou semi-ouverts, prairiaux ou cultureux – sont les plus en régression (Fontaine et al. 2020). Le lien entre ce déclin des oiseaux agricoles et la modification de l'agriculture vers des pratiques plus intensives a été largement documenté depuis la fin des années 1990 (Donald et al. 2001, 2006). Les effets de différentes pratiques sur les oiseaux à travers la modification des habitats agricoles ont été mis en évidence, tant au niveau des espèces que des communautés. L'augmentation des doses de pesticides utilisés (Boatman et al. 2004 ; Chiron et al. 2014) et la disparition des chaumes hivernaux (Evans & Smith, 1994 ; Donald & Forrest, 1995) réduisent les ressources alimentaires disponibles tandis que l'homogénéisation des paysages à travers le regroupement et l'augmentation des surfaces cultivées et pâturées (Guerrero et al. 2012. ; Chiron et al. 2014) et la multiplication des passages mécanisés réduisent additionnellement les espaces de nidification (Green et al., 1997 ; Vickery et al. 2001.). Evans (2004) a également montré que ces modifications des habitats agricoles peuvent occasionner une augmentation de la pression de prédation sur ces oiseaux. L'impact des changements climatiques sur l'abondance et la diversité des oiseaux via la modification des conditions météorologiques et des habitats agricoles est également à considérer bien qu'il semble pour le moment relativement moins important que les

changements d'utilisation des terres dans leur déclin (Jetz et al. 2007 ; Gregory et al. 2009 ; Eglington et al. 2012 ; Princé et al. 2013).

Ainsi, l'avenir des populations d'oiseaux agricoles est particulièrement dépendant de notre capacité à réorienter l'agriculture vers des pratiques plus extensives qui résoudraient les problèmes provoqués par l'intensification et pourraient également mitiger les effets des changements climatiques (Princé et al. 2015). Plusieurs méthodes d'extensification ont montré des effets intéressants pour les oiseaux agricoles. Ainsi, l'agriculture biologique montre un effet positif sur l'abondance des oiseaux, bien que celui-ci soit variable en fonction des espèces, notamment à cause de l'effet négatif de l'augmentation des labours pour le contrôle des adventices sur les invertébrés du sol (Wilcox et al. 2014). Cet effet positif de l'agriculture biologique par rapport à l'agriculture conventionnelle est également réduit lorsque le paysage est plus diversifié (Geiger et al. 2010). Ces limites de l'agriculture biologique semblent confirmer le possible effet positif des pratiques de travail superficiel du sol (Cunningham et al. 2004). Les fermes à Haute Valeur Naturelle (HNV), présentant une grande diversité paysagère avec des systèmes agricoles de type polyculture-élevage et présentant de nombreuses structures arborées permettent également le développement d'une plus grande diversité d'oiseaux. Si celles-ci semblent toujours bénéficier aux espèces non agricoles, et en particulier les généralistes, leurs effets sur les espèces agricoles semblent cependant moins évident, certaines études montrant un bénéfice important de ces fermes pour la diversité des oiseaux agricoles (Doxa et al. 2012) tandis que d'autres semblent indiquer leur remplacement par les espèces plus généralistes (Aue et al. 2014). Cette différence pourrait être reliée à l'importance d'éléments plus spécifiques du paysage pour ces espèces. Les espèces agricoles seraient ainsi favorisées dans des fermes HNV composées d'une grande diversité de cultures relativement extensives tandis que les fermes présentant une grande présence de structures arborées leur seraient davantage défavorables (Aue et al. 2014. ; Redlich et al. 2018).

Une autre proposition de systèmes cultureux qui pourrait avoir un effet sur les populations d'oiseaux est celle de l'agroforesterie. Celle-ci consiste en la réintégration d'arbres et arbustes au sein des systèmes agricoles afin de développer la résilience écologique et économique de ces systèmes. Cette association entre surfaces agricoles et plantes ligneuses peut varier de la plantation de haies à celle d'alignements intraparcellaires avec des valorisations directes ou indirectes des arbres sous des formes commerciales ou de services écosystémiques de régulation, de soutien ou culturels (Daily, 1997 ; Burgess & Rosati, 2018). Sur le plan écosystémique, la multiplication des lisières est notamment recherchée dans le but de multiplier la diversité biologique permettant d'augmenter la résilience du système agricole face au ravageurs et aux maladies (Simon et al., 2011 ; Barbaro et al., 2016.). Torralba et al. (2016) ont montré que ces pratiques permettent en effet

l'augmentation de la biodiversité et des services écosystémiques au sein des fermes. Cependant les effets sur les populations des oiseaux agricoles sont peu connus et l'on peut supposer qu'à la manière des fermes HNV dont font partie un certain nombre de fermes agroforestières, la multiplication des structures arborées favorise les oiseaux non spécialistes des milieux agricoles. Les oiseaux agricoles étant eux-mêmes divers, il est aussi possible que les effets de l'agroforesterie divergent entre les communautés d'oiseaux des lisières agricoles comme le bruant jaune (*Emberiza citrinella*) et les communautés des plaines ouvertes dont fait partie l'alouette des champs (*Alauda arvensis*).

Au-delà des effets directs des pratiques sur les agroécosystèmes et les oiseaux, de nombreuses études de sociologie ou de psychosociologie ont montré l'importance de plusieurs facteurs dans la transition des agriculteurs vers des pratiques et des systèmes agricoles plus écologiques. Ces transitions sont notamment favorisées par l'intégration à un réseau d'acteurs permettant l'échange de pratiques et le soutien social dans les changements (Lamine, 2011 ; Quiedeville et al. 2018). Ces réseaux ont en effet pour avantage de se localiser au sein d'un territoire et de permettre la mise en avant des connaissances situées des agriculteurs en opposition à une gestion conservationniste qui s'imposerait à eux (Burgess et al. 2000 ; Siebert et al. 2006). Un autre facteur important dans ces transitions est l'expérience des agriculteurs dans des pratiques alternatives, qu'elles aient été ou non intégrées au système, et de leurs connaissances par rapport à l'environnement (Lamine, 2011 ; Power et al. 2013). Cet attrait pour l'environnement autour de pratiques et de connaissances qui permettent d'en tenir compte est lui-même généralement intégré à des valeurs de conservation ou écocentriques mettant en avant l'intégration à celui-ci avant l'exigence de rendement (Beedel & Rehman, 1999 ; Power et al. 2013 ; Salliou & Barnaud, 2017). Les représentations que les agriculteurs se font de la nature peuvent ainsi avoir des effets sur la biodiversité présente sur leur ferme (Ahnström et al. 2013). L'intrication des pratiques agricoles agroécologiques à diverses valeurs écocentriques nécessitent donc l'étude simultanée des aspects agronomiques et écologiques, sociologiques et anthropologiques de la construction de relations positives associant agriculteurs et oiseaux.

En Île de France, où le déclin des populations d'oiseaux agricoles est encore plus prononcé que sur l'ensemble du territoire français (Dewulf & Zucca, 2018), l'agroforesterie se développe notamment sous l'impulsion de l'association Agrof'île soutenue par des financements publics. Au-delà des enjeux liés à l'agriculture intensive, les oiseaux agricoles d'Île de France subissent la pression supplémentaire de l'urbanisation des terres agricoles, en particulier dans les départements de la Seine et Marne et de l'Essonne (Bouhalli et al. 2021). Deux-tiers des espèces agricoles

communes y sont ainsi menacées et la nécessité de trouver des solutions permettant leur conservation se fait plus urgente année après année.

C'est dans ce contexte mêlant les enjeux de conservation des populations d'oiseaux agricoles au développement de l'agroforesterie que j'ai cherché à comprendre quelles relations entre ces oiseaux et les agriculteurs s'engageant dans la replantation d'arbres pourraient permettre une cohabitation durable dans la Brie et le nord du Gâtinais. Pour répondre à cette question j'ai utilisé une approche interdisciplinaire associant écologie et anthropologie. En m'inspirant des concepts de la sociologie de la traduction (Callon, 1986 ; Latour, 2005 ; Latour, 2012), j'ai ainsi considéré ces relations comme résultant d'une intrication d'acteurs humains et non-humains dans laquelle les pratiques agricoles ne sont qu'une part du processus de communication entre agriculteurs et oiseaux. J'ai ainsi essayé de répondre à trois questions : Quels sont les effets des pratiques agroforestières et du paysage sur l'abondance des oiseaux agricoles ? Quelles sont les relations qui lient agroforestiers et oiseaux ? Enfin, certaines de ces relations permettent-elles mieux que d'autres de construire une cohabitation entre agroforestiers et oiseaux ? A la première question, étant donné les préférences écologiques des espèces pour des milieux relativement ouverts, il semble probable que les effets de l'agroforesterie dépendent de la hauteur et de la densité des arbres ou des haies. Selon cette hypothèse, les oiseaux agricoles des plaines céréalières d'Île-de-France pourraient bénéficier de la diversification apportée par l'agroforesterie à condition que les ligneux soient présents en petites densités et de faible hauteur. La diversité du paysage devrait pour sa part avoir une importance plus importante pour les oiseaux non-agricoles. La démarche inductive de l'anthropologie et, par association, de l'analyse interdisciplinaire menée ici ne permet pas de poser des hypothèses précises de réponse aux deux autres questions. Il est cependant probable que les relations entre agroforestiers et oiseaux soient multiples et reliées à leurs type d'exploitation et de système cultural, si c'est effectivement le cas il est donc également probable que certaines relations soit plus à même de permettre une cohabitation durable entre oiseaux agricoles et agroforestiers.

Genèse et conception du projet

Dans cette première section j'aimerais revenir sur les origines de ce projet, mes intérêts personnels dans sa réalisation et comment il a pu être mis en œuvre avec l'aide de l'association Agrof'île et de mes copromoteur·rices.

Ce projet a germé dans mes pensées en fin d'année 2019 alors que je cherchais un sujet pour mon travail de fin d'études, à partir de la conjonction de mon ancienne passion pour les oiseaux et de ma nouvelle passion pour les thèses sociologiques et philosophiques de Bruno Latour. Depuis

que j'ai découvert l'existence de celles-ci pendant les cours du M1 je me suis plongé dans la lecture d'un bon nombre de ses travaux qui ont pu nourrir de nombreuses discussions avec des amis. J'ai globalement adopté ses propositions théoriques et méthodologiques qui m'ont permis d'éclaircir de vieilles intuitions philosophiques.

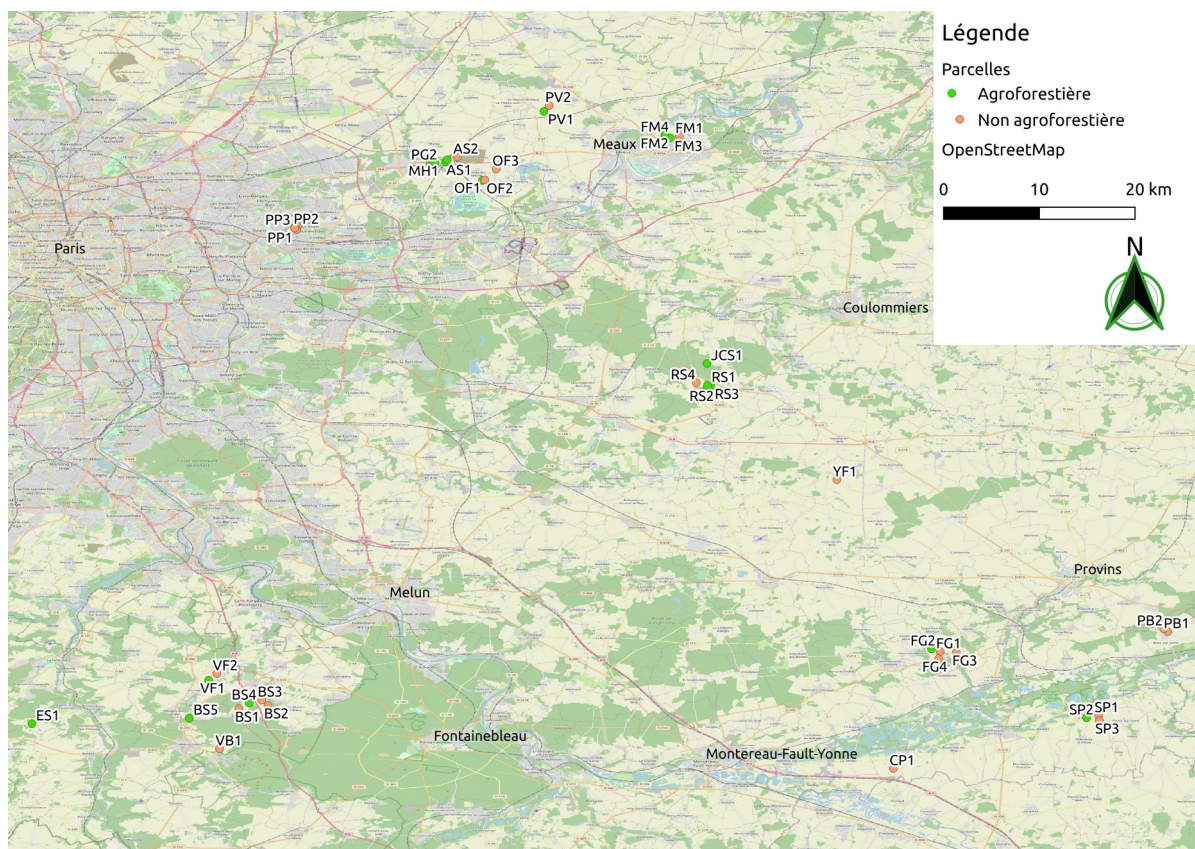
Je savais déjà qu'il serait mieux pour moi de pouvoir trouver un stage de plusieurs mois en France pour pouvoir être indemnisé du fait de mon manque crucial de revenus. Je me suis mis à chercher des idées et des structures qui pourraient me permettre d'allier tous ces intérêts. J'en suis rapidement venu à la conclusion que la solution qui devrait me permettre de trouver plus facilement un financement de mon projet à travers un stage serait d'axer mon étude des oiseaux par rapport aux effets que certaines pratiques agricoles pourraient avoir sur eux. Je me suis alors tourné vers la recherche d'informations sur les connaissances actuelles des effets de l'agroforesterie sur les oiseaux, et en particulier les oiseaux agricoles communs. J'ai toujours été plus intéressé par l'étude et la conservation des oiseaux communs, cette biodiversité ordinaire que je peux observer presque tous les jours et dont les effectifs se réduisent drastiquement années après années. En particulier les oiseaux agricoles, qui vivent dans les milieux agricoles et n'apprécient généralement pas trop les arbres. Pas sûr que l'agroforesterie leur plaise, mais on n'en sait trop rien d'après la littérature peu étendue sur ces questions. Cette orientation vers l'agroforesterie m'est venue de mon précédent stage dans une association expérimentant l'agroforesterie en système viticole et avec lequel j'avais pu entrevoir les possibilités de ces pratiques.

Étant engagé depuis le lycée dans une participation bénévole, puis à travers un service civique, à BioSphère Environnement, une association de recherche sur la biologie de la conservation des oiseaux sur l'estuaire de la Gironde, j'ai alors demandé quelques conseils à mon ami et mentor en ornithologie, Raphaël Musseau, qui m'a dirigé vers l'utilisation des modèles de Royle pour étudier les effets des pratiques de gestion sur l'abondance des oiseaux. En parallèle, j'ai demandé à Dorothée Denayer de devenir ma copromotrice pour me guider sur l'utilisation du concept de modes d'existence que je voulais central dans mon étude des interactions entre agriculteurs, agroforesterie et oiseaux.

Avec un projet plus clair d'étude des relations entre agroforestiers et oiseaux de manière interdisciplinaire associant l'effet des pratiques agricoles sur les oiseaux, aux valeurs que les agriculteurs pouvaient donner aux oiseaux, je me suis mis plus activement à la recherche d'une structure pour m'accueillir. Je me suis vite rendu à l'évidence que ce serait probablement plus facile de trouver dans le monde associatif qui est relativement actif et développé sur les problématiques de l'agroforesterie, et cela me convenait parfaitement, les associations étant généralement mon environnement de prédilection pour agir. C'est à travers les réseaux nationaux d'agroforesterie que ma proposition est arrivée à Agrof'Île qui recherchait justement la possibilité de faire des suivis de

la biodiversité des oiseaux sur les parcelles de son réseau. Avec Valentin Verret, nous avons pu alors discuter de la mise en œuvre de ce projet, en particulier autour des questions des effets des pratiques sur l'abondance et la diversité des oiseaux. A partir de ces discussions, étant donné l'intérêt d'Agrof'Île pour la question des effets du paysage, en plus des pratiques sur les oiseaux, j'ai ajouté cette dimension là à mon étude.

Malgré ma licence en biologie écologie et mon expérience personnelle dans le domaine, je savais que l'une des plus grosses difficultés qui venait vers moi serait la modélisation statistique dont je n'avais presque aucune expérience, de même que l'utilisation de logiciels SIG. J'ai donc commencé par prendre des UE de cours dans ces domaines pour mon premier quadrimestre de M2, et j'ai cherché un·e copromoteur·ice habitué de la recherche en écologie pour pouvoir m'aiguiller correctement. Un autre critère relativement important pour moi était que cette personne devrait bien connaître mon territoire de recherche qu'était l'Île de France et que je ne connaissais pas du tout moi-même. Après quelques recherches et l'aide d'Agrof'Île, j'ai pu entrer en contact avec François Chiron qui a accepté de suivre ce projet.



Carte de répartition des parcelles suivies en Île de France. Les parcelles agroforestières sont ici celles qui présentent des arbres intraparcellaires.

Étant donné l'étendue du territoire de l'Île de France, il était inenvisageable que je puisse faire des suivis sur toutes les parcelles et Valentin m'a donc proposé de me concentrer sur la Seine

et Marne ainsi qu'une partie de l'Essonne où se trouvait la plus grande densité de parcelles du réseau (Voir carte ci-dessus).

Comme nous le verrons plus loin, mon analyse des relations entre agriculteurs et oiseaux met en avant une diversité de formes d'existence des oiseaux (et des agriculteurs) à travers ces relations. Ainsi, un même oiseau peut être à la fois proie et artiste ou collaborateur et connaissance. Ces différentes façon d'exister peuvent être simultanées, à travers des relations entre l'oiseau et deux agriculteurs différents. Elles peuvent aussi être simultanées dans plusieurs relations entre un oiseau et un agriculteur, l'une devenant plus ou moins prépondérante par rapport aux autres en fonction des moments, passant de la beauté de la perdrix à sa traque, pour y revenir plus tard, associant les deux une fois l'oiseau abattu. Cette façon d'analyser les relations et les existences de manière relationniste s'accroche à permettre la coexistence et l'entremêlement d'expériences existentielles, de vérités empiriques souvent incommensurables et importantes pour les acteurs. Elle permet également de mettre de côté le dualisme moderne entre nature et culture séparant humains et non-humains qui d'une part est loin d'être universel (Descola, 2005) et d'autre part ne correspond pas aux expériences décrites par acteurs, faisant état de l'ambivalence nature-culture des non-humains (Latour, 1991). Contrairement au dépassement de ce dualisme par un monisme matérialiste, largement promu au sein des sciences, son dépassement par un pluralisme relationniste semble permettre de dépasser également le dualisme sujet-objet en accordant une agentivité (une capacité d'agir, d'influencer l'action) à toutes les existences. La construction de mon travail autour de ces postulats philosophiques non matérialistes, peu présents parmi les scientifiques, peut donc bien évidemment fournir une source de débat sur la pertinence de mon analyse.

Il est également probable que mon travail soit influencé par mes engagements en faveur de l'écologie sociale. Celle-ci orientant mes conclusion en faveur de modes d'action et de décision s'appuyant sur des logiques holocentriques incluant l'ensemble des acteurs et légitimant leurs positionnements à travers des décisions "démocratiques" plutôt que sur des logiques écocentriques et technocentriques dans lesquelles les connaissance objectivées prennent plus de place.

Matériel et Méthode

Rendre compte de la diversité des liens reliant agriculteurs et oiseaux

Les agroforestiers et les oiseaux, en particulier les oiseaux agricoles, vivent grâce aux agroécosystèmes et sont donc amenés à interagir au cours de leur vie, positivement et/ou négativement les uns sur les autres. Afin de distinguer les multiples relations qui les lient ensemble,

et celles d'entre-elles qui peuvent être plus favorables à une existence commune dans ces écosystèmes, j'ai choisi d'étudier ces relations à travers une méthode proche de la sociologie de la traduction. Celle-ci a notamment pour intérêt de considérer que toute chose, humaine ou non humaine, peut influencer l'action, agir dans la transformation des relations et donc des événements. Ainsi, plutôt que de considérer l'abondance des oiseaux uniquement comme une conséquence des pratiques des agriculteurs, il est important de prendre en compte comment les oiseaux peuvent agir sur ces pratiques et les modifier. Si l'on ne prend pas le temps d'écouter ce maraîcher qui a décidé de planter des arbustes, ce qui favorise la présence de certaines espèces d'oiseaux, on pourrait en déduire simplement qu'il a décidé de planter ces fruitiers pour la valeur économique qu'il peut en retirer et que la présence des oiseaux n'en est qu'une heureuse conséquence. Pourtant, il n'en est rien, ou si peu. En m'entretenant avec lui il a pu m'expliquer que s'il a planté ces arbustes c'est notamment parce qu'il voulait favoriser les oiseaux pour l'aide qu'ils lui procurent en se nourrissant des insectes, et que ce sont les oiseaux qui les lui ont fait planter. Parce que les oiseaux ont besoin d'arbres, "*pas d'arbres, pas d'oiseaux*" me disait-il, parce que c'est là qu'ils chantent, qu'ils se montrent, et qu'ainsi à leur manière ils nous disent "voici ma maison, voici un endroit où je me sens bien".

On peut voir à travers cette anecdote que les relations entre les agriculteurs et les oiseaux sont médiées par plusieurs choses. Leurs chants et leurs corps qui leur permettent de signaler et d'être vus. Les arbres qui leur accorde un piédestal d'où rayonner vers l'agriculteur. Les insectes dont ils se nourrissent et qui sont un fléau pour l'agriculteur. Ces choses¹ qui transportent plus ou moins fidèlement, qui traduisent des informations des oiseaux à l'agriculteur : "Écoute, regarde moi comme je suis beau", "Je me sens en sécurité dans les arbres", "je peux t'être utile" ; et de l'agriculteur aux oiseaux en plantant des arbres : "Tiens, voilà une maison, tu es le bienvenu chez moi". Ainsi, prendre en compte les relations comme étant indirectes et issues de médiations au sein d'un réseau d'humains et de non-humains a pour intérêt de pouvoir en suivre la constitution matérielle et les valeurs, ou informations, qui s'y propagent. Cette approche permet également de comprendre les relations à travers ces réseaux comme de multiples façon d'exister simultanément, ainsi, les oiseaux sont à la fois des artistes ou œuvres d'art, des voisins, des collaborateurs. A travers cette étude je chercherai donc à rendre-compte de ces relations, à déployer les réseaux d'entités qui les relient, les valeurs que celles-ci médient, à montrer la façon dont elle font exister agriculteurs et oiseaux d'une manière particulière et si possible à mettre en évidence les relations qui pourraient favoriser une vie commune durable dans les agroécosystèmes.

¹ L'imprécision du terme est choisie à dessein pour sa capacité à correspondre à tous les agents, qu'ils soient humains ou non-humains, vivants ou non-vivants, matériels ou immatériels.

Faire parler les agriculteurs

Pour comprendre les relations dans lesquelles les agriculteurs s'incluent, j'ai opté pour la réalisation d'entretiens semi-directif avec des agroforestiers, orientés autour de la place que les oiseaux, ou un peu plus généralement les vivants, la biodiversité ou l'environnement, ont dans leur vie, leurs valeurs, leurs pratiques. Cinq entretiens complets ont été réalisés avec des agriculteurs et chefs d'exploitation volontaires du réseau Agrof'Île, ayant mis en place ou allant mettre en place des projets de replantation d'arbres et dont les parcelles ont été échantillonnées pour l'étude écologique. Les entretiens ont ensuite été analysés à partir d'une méthode inductive proche de la "grounded theory" visant à apporter le moins de cadrage possible pour prendre en compte l'ensemble des éléments du discours. De cette manière, aucun élément important n'est écarté *a priori* parce qu'il ne rentrerait pas dans un cadre plus restreint, l'importance des éléments de discours est ainsi au plus proche de celle que leur donnent les acteurs, observable à partir de leur répétition ou de l'intensité avec laquelle les agriculteurs y sont attachés.

Face à la difficulté d'obtenir les informations à travers ces entretiens, sur laquelle je reviendrai en discussion, mon analyse y associe l'ensemble des informations recueillies au cours de mes différents échanges plus informels avec les agriculteurs du réseau d'Agrof'île.

Suite aux rencontres avec les agroforestiers, l'importance d'Agrof'île dans la médiation des relations entre oiseaux et agriculteurs devenant plus claire, j'ai ensuite réalisé des entretiens semi-directifs avec deux personnes travaillant au sein de l'association pour mieux appréhender l'importance de cette organisation dans la formation de nouvelles relations.

Faire parler les oiseaux

Parallèlement, donner la parole aux oiseaux se révèle plus compliqué. J'ai choisi de prendre en compte celle-ci à travers une approche écologique en considérant l'abondance des populations sur les parcelles comme des indicateurs de l'appréciation de la relation avec les agriculteurs à travers les pratiques de ceux-ci. Les différentes espèces agricoles et non-agricoles observées sur les parcelles ayant des préférences diverses, et les pratiques des agriculteurs, notamment agroforestières, étant relativement variées, il est nécessaire d'en clarifier certaines catégories pouvant interagir différemment.

Typologie des agroforesteries

L'agroforesterie, en tant que système de production associant arbres et cultures et/ou élevage présente une grande diversité de systèmes – donc de pratiques – culturels et/ou d'élevage.

Ceux-ci peuvent en particulier être distingués à partir de la façon dont les arbres sont intégrés aux agroécosystèmes et du type de valorisation privilégiée.

Ainsi, le projet AGFORWARD – projet de recherche européen sur l’agroforesterie – a mis en évidence quatre principaux types de valorisation (Mosquera-Losada et al., 2012 ; Burgess et Rosati, 2018). Un premier, le *sylvopastoralisme*, est axé sur la valorisation principale de l’élevage auquel des arbres sont intégrés. Un second, l’*agrisylviculture*, est axé sur les cultures agricoles auxquelles des arbres sont intégrés. Un troisième, la *sylvoagriculture*, est axé sur l’intégration de cultures ou de pâturages intégrés à de la sylviculture ou de l’arboriculture qui sont la principale source de valorisation. Enfin, un dernier type, de Haute Valeur Naturelle et Culturelle – rassemblant généralement des pratiques préexistantes – est axé sur la valorisation de la nature et des valeurs culturelles associées notamment aux paysages bocagers et à mosaïques d’habitats qui peuvent être regroupées sous le terme d’*agrosylvopastoralisme*.

D’autre part, il est possible de différencier l’agroforesterie intraparcellaire dans laquelle l’association s’effectue sur l’ensemble de la parcelle par la plantation d’alignements d’arbres, et l’agroforesterie de bordure associant les arbres sous forme de haies et de structures arborées découplées des espaces agricoles ou pastoraux.

A partir de ces deux catégorisations, il est ainsi possible d’obtenir la typologie suivante :

Tableau 1: Typologie des agroforesteries.

	Sylvopastoralisme	Agrisylviculture	Sylvoagriculture	Agrosylvopastoralisme
Plein champ	Pâturages plantés, prés vergers	Cultures avec arbres intraparcellaires	Pré-vergers, vergers cultivés, forêts cultivées	Systèmes de forêts pâturées associées à des cultures
Bordure	Pâturages avec haies	Cultures avec haies		Systèmes bocagers polyculture-élevage

Dans le cadre de cette recherche, il me semble également intéressant de préciser que ces différents types d’agroforesterie peuvent également se distinguer par le type de système agraire auxquels ils peuvent être rattachés (Mazoyer & Roudard, 1997). En effet, il est apparu assez clairement au cours de mon travail que l’approche agrosylvopastorale est issue d’une volonté de redonner vie à un système agraire de polyculture élevage antérieur à la spécialisation de l’agriculture. L’agrisylviculture est quant à elle souvent le résultat d’une recherche de diversification économique et/ou de résilience écologique dans le système agraire céréalier spécialisé largement dominant sur le territoire de l’étude.

Communautés aviaires agricoles

Compte-tenu de la diversité des agroforesteries, les effets sur les oiseaux agricoles varient probablement, et ce d'autant plus que ceux-ci sont eux-mêmes très divers. L'Île de France compte ainsi 17 espèces d'oiseaux agricoles communs (16 genres et 10 familles) ayant des préférences écologiques variées. Bien qu'il n'y ait que peu d'études sur l'effet de l'agroforesterie sur l'abondance de ces oiseaux, il est possible de trouver certaines réponses dans la bibliographie sur l'impact des différentes pratiques agricoles et de leur évolution.. Les principales variables impactant l'abondance des oiseaux agricoles en lien direct avec l'agroforesterie semble ainsi être la surface des parcelles et, évidemment, la présence et la structure d'éléments arborés (Kirk et al., 2011). Teillard et al. (2015) montrent également que le principal effet des différentes pratiques agricoles se situe davantage sur la composition des communautés que sur la richesse spécifique. Allant dans le sens d'un impact différencié des pratiques agricoles sur les espèces d'oiseaux, cette étude, de même que Princé et al. (2015), a établi une classification des oiseaux en fonction de leur indice de spécialisation pour les milieux prairiaux. Cette méthode permet de séparer les espèces en deux groupes utilisant des habitats différents : cultivés ou prairiaux avec un groupe intermédiaire pouvant utiliser les deux habitats. D'après ces travaux les espèces de milieux prairiaux se révèlent être plus impactées par l'intensification des pratiques agricoles et la disparition des structures arborées telles que les haies que celles des milieux cultivés.

A partir de la documentation Cahier d'habitats « oiseaux » du MNHN, rassemblant les connaissances sur les espèces concernés par cette étude, il est également possible de faire une typologie comprenant 5 groupes d'espèces ayant des préférences écologiques proches.

Une première division s'effectue entre les oiseaux de milieux ouverts, prairies ou champs avec peu de végétation arborée, et les oiseaux de milieux semi-ouverts, bocages, friches, jeunes stades forestiers. Le niveau d'humidité de l'habitat, corrélé avec l'orientation prairiale (habitats plus humides) ou agricole (habitats plus secs) détermine également de grandes divisions dans les communautés aviaires.

D'une part, il est possible d'observer trois grands groupes en ce qui concerne les milieux ouverts. Le premier est constitué par les oiseaux ayant une préférence pour les milieux prairiaux humides : la bergeronnette printanière *Motacilla flava* et le vanneau huppé *Vanellus vanellus*, auxquels on peut ajouter le tarier des prés *Saxicola rubetra* théoriquement éteint en Île de France. Le second groupe réunit les oiseaux ayant une préférence pour les milieux secs à légèrement humides associés aussi bien aux prairies qu'aux cultures, les mosaïques issues des systèmes de polyculture-élevage non bocagers étant plus favorables. Celui-ci regroupe la caille des blés *Coturnix coturnix*, le pipit farlouse *Anthus pratensis*, l'alouette des champs *Alauda arvensis*, le

bruant proyer *Calandra calandra*, le corbeau freux *Corvus frugilegus*, et la perdrix grise *Perdix perdix*. Le troisième groupe composé d'une seule espèce en Île de France est associé aux milieux de cultures très secs ou aux steppes : le cochevis huppé *Galerida cristata*.

D'autre part, les oiseaux de milieux semi-ouverts peuvent être divisés en deux groupes. Le premier rassemble les oiseaux associés à des ensembles bocagers et/ou en partie arborés de cultures ou prairies moyennement sèches à humides. Celui-ci est composé par le tarier pâtre *Saxicola rubicola*, la pie-grièche écorcheur *Lanius collurio*, la linotte mélodieuse *Linaria cannabina*, la fauvette grisette *Curruca communis*, et la huppe fasciée *Upupa epops*. Enfin, le dernier groupe rassemble les oiseaux associés aux bocages et/ou milieux semi-arborés secs, prairiaux et cultivés. On y trouve la perdrix rouge *Alectoris rufa*, l'alouette lulu *Lullula arborea*, le bruant jaune *Emberiza citrinella*, et le bruant zizi *Emberiza cirrus*.

D'autres espèces pouvant être affectées par les pratiques agroforestières ou la structure du paysage (forêt en bordure de parcelle) pourraient être observées sur les parcelles. Le groupe des généralistes telles que la mésange charbonnière *Parus major*, la mésange bleue *Cyanistes caeruleus*, le merle noir *Turdus merula*, l'accenteur mouchet *Prunella modularis*, la fauvette à tête noire *Sylvia atricapilla*, le pinson des arbres *Fringilla coelebs*, le rossignol philomèle *Luscinia megarhynchos*, l'hypolaïs polyglotte *Hippolais polyglotta*, le pigeon ramier *Columba palumbus* et la corneille noire *Corvus corone* bénéficieraient ainsi probablement de la présence de ligneux. Les espèces spécialistes des milieux bâtis telles que le chardonneret élégant *Carduelis carduelis*, le moineau domestique *Passer domesticus*, le verdier d'Europe *Chloris chloris*, le rougequeue noir *Phoenicurus ochruros*, le choucas des tours *Corvus monedula* ou la pie bavarde *Pica pica* pourraient être observées si les parcelles sont proches des corps de ferme ou des villages. Enfin, les oiseaux spécialistes forestiers pourraient également être présents, on distingue ici deux groupes : les oiseaux de lisières et les oiseaux forestiers. Le premier devrait bénéficier des pratiques agroforestières, en particulier les alignements intraparcellaires et les haies connectées à des massifs forestiers. Il comprend notamment la tourterelle des bois *Streptopelia turtur*, le pipit des arbres *Anthus trivialis*, le pouillot fitis *Phylloscopus trochilus* et la fauvette des jardins *Sylvia borin*. Le second groupe devrait essentiellement être présent lorsque les parcelles sont bordées par une forêt ou des haies d'arbres en taillis sous futaie directement connectées à une forêt. Ce groupe rassemble le rougegorge familier *Erithacus rubecula*, la grive musicienne *Turdus philomelos*, le pic épeiche *Dendrocopos major*, le troglodyte mignon *Troglodytes troglodytes* et le pouillot véloce *Phylloscopus collybita*.

Échantillonner les oiseaux et les agroécosystèmes

Afin de pouvoir étudier les effets des différentes pratiques et de la structure du paysage sur l'abondance des oiseaux il m'a fallu d'une part observer et compter les oiseaux présents sur les parcelles, et d'autre part caractériser celles-ci à travers un certain nombre de variables à tester.

Suivis ornithologique

Les oiseaux ont été comptés sur les parcelles par des transects d'observation de 10 minutes, réitérés quatre fois, entre le 1er et le 19 avril, entre le 26 avril et le 12 mai, entre le 20 mai et le 8 juin et entre le 14 juin et le 1er juillet. De cette manière, d'une part le nombre de passage est assez élevé pour contrebalancer un faible nombre de sites suivis, et d'autre part la période de suivi permet de prendre en compte les différences phénologiques de reproduction des espèces, aussi bien précoces (mésanges) que tardives (pie-grièches). J'ai réalisé moi-même l'ensemble des observations entre l'heure légale du lever du soleil et quatre heures plus tard, en absence de pluie et avec une vitesse du vent en rafales inférieure à 30km/h. Seuls les oiseaux posés ou en vol local à une distance maximale de 100m de part et d'autre du transect ont été comptabilisés, en lien avec leurs comportements reproducteurs (chants, alarme, transport de nourriture pour les jeunes ou de matériel pour le nid) afin de pouvoir contrôler l'hypothèse de fermeture de la population nécessaire à la modélisation. L'ordre de passage sur chaque parcelle a été inversé à chaque visite afin d'équilibrer les probabilités de détection. Les transects ont été effectués de manière à passer le plus possible au centre des parcelles et à éviter d'être trop près des bords afin d'éviter les effets de bordure qui viendraient biaiser les données d'observation. C'est-à-dire, lorsque la taille des parcelles était assez grande pour le permettre, en débutant le transect à au moins 50m des bordures.

Les individus contactés au cours des transects, ainsi que les interactions avec les autres oiseaux ou leur comportements ont été annotées sur des photographies aériennes des sites de manière à faciliter le comptage et la mise de côté éventuelle des oiseaux n'étant pas cantonnés sur les sites pour satisfaire le postulat de fermeture de la population nécessaire au modèle utilisé. Cela a également permis de comparer les prédictions d'abondance par la modélisation avec une analyse de type cartographie des territoires pour l'estimation des effectifs en distinguant les oiseaux à partir de leur position et de leurs interactions au cours de la période de reproduction (Gottschalk & Huettmann, 2010). Ainsi, les territoires des différents couples sont identifiés à partir des comportements territoriaux répétés, en particulier les chants simultanés, en lien avec la littérature ayant déterminé la surface des territoires de l'espèce. Avec la position, les déplacements et les comportements territoriaux des individus au cours des quatre passages il est ainsi possible de regrouper des observations de différents passages à un même couple d'oiseaux situé dans un territoire précis. Lorsque ces oiseaux ont été observés en train de transporter du matériel de

construction de nid ou de la nourriture pour les oisillons, les couples ont été notés comme certains, lorsqu'ils ont été observés à de multiples reprises ils ont été notés comme probables, enfin, les oiseaux chanteurs ayant été observés une seule fois sans pouvoir être relié à un territoire ont été notés comme possibles.

A chaque passage, des variables ont également été relevées pour modéliser la probabilité de détection des oiseaux : la date et l'heure du début du transect, la présence de bruit, la longueur du transect et la hauteur de la végétation au sol. Le bruit a été codée de manière binaire, la présence correspondant à des observations réalisées alors que des engins motorisés étaient utilisés à proximité ou lorsqu'une route à proximité de la parcelle était suffisamment fréquentée pour créer un bruit de fond limitant l'écoute. La longueur du transect a été calculée à partir des coordonnées GPS des points de départ et d'arrivée et a ensuite servi à produire un indice d'observation par rapport à la surface et à la compacité de la parcelle : $Zone = distance / (Surface * Compacité)$. La hauteur moyenne de la végétation a été calculée à partir de 10 mesures de la végétation au sol espacées de 8 pas sur les plus petites parcelles à 20 pas sur les plus grandes (Eraud & Corda, 2004). Dans les cas où la végétation était très hétérogène, c'est-à-dire les parcelles en maraîchage, la hauteur de la végétation a été calculée plus approximativement en pondérant les hauteurs par leur recouvrement par rapport à la surface de la parcelle.

Caractérisation des parcelles

Sur les 43 parcelles échantillonnées, différentes variables ont été utilisées pour caractériser l'écosystème local - les variables parcellaires - et les milieux constituant le paysage environnant - les variables paysagères - afin d'en étudier l'effet sur l'abondance des populations.

Géométrie et géographie des parcelles

Les caractéristiques géométriques et géographiques générales des parcelles ont été déterminées pour les intégrer à la modélisation en tant que variables de contrôle ou afin de les utiliser dans la conception d'autres variables (périmètre, compacité).

La surface, le périmètre et la compacité des parcelles ont été calculés à l'aide du logiciel de SIG QGIS, de même que les coordonnées géographiques du centroïde de la parcelle. La surface a été utilisée directement comme variable de contrôle dans la modélisation afin de tester son effet sur l'abondance des oiseaux et potentiellement d'en réguler l'estimation en fonction de la surface disponible. Le périmètre et la compacité ont servi à calculer des indices d'embocagement en leur rapportant la longueur des haies en bordure de parcelles afin d'obtenir un indice de la fermeture du milieu. La compacité est ici une mesure de la circularité de la parcelle à partir de la formule suivante : $(4 \pi Surface) / Périmètre^2$. Le cercle étant la figure géométrique la plus compacte,

c'est-à-dire ayant le plus petit périmètre pour la plus grande surface.

Les parcelles inventoriées montrent une grande diversité comme on peut le voir à travers la surface et la compacité, allant de parcelles de très petites tailles (maraîchage, viticulture) à des parcelles de taille moyenne (grandes cultures céréalières) dans des formes variant du carré au rectangle très allongé en passant par des formes plus courbes à relativement circulaires.

Tableau 2: Tableau des variables géographiques et géométriques. Les variables colorées en gris n'ont pas été utilisée dans la modélisation.

Area	Surface en hectares	Moyenne : 7.680 Min-Max : 0.870-20.39
Perim	Périmètre en mètres	Moyenne : 1175 Min-Max : 484-2362
Comp	Compacité (sans unité)	Moyenne : 0,615 Min-Max : 0,362-0,782
lat	Latitude en degrés	Moyenne : 48.70 Min-Max : 48.38-49.00
lon	Longitude en degrés	Moyenne : 2.804 Min-Max : 2.326-3.385

Catégories de pratiques et humidité

La conduite agricole de chaque parcelle est caractérisée en premier lieu par deux variables complémentaires : la conduite en agriculture de conservation (AC) et la conduite en agriculture bio (AB). L'agriculture de conservation comprend ici toutes les pratiques consistant à limiter le travail du sol et à protéger celui-ci par des couverts végétaux, ainsi qu'à diversifier les espèces mais ne limitent pas l'utilisation des pesticides. Elle regroupe donc les pratiques d'AC en grandes cultures et le maraîchage en sol vivant. L'agriculture biologique comprend ici les pratiques de substitution des intrants de synthèse par des intrants dits naturels mais a souvent recours au labour, qu'elles soient officialisées ou non par une labellisation.

Le système agricole a ensuite été précisé par une typologie (TA) permettant de mettre en évidence les systèmes associant les conduites biologique et de conservation (ABC), par rapport au systèmes uniquement bio (AB), uniquement de conservation (AC) et conventionnel (AT). Le système agroforestier (TAF) a été catégorisé en fonction des types présentées plus haut, soit sylvopastoral (SP), sylvoagricole (SA), agrisylvicole (AS), ou agrosylvopastoral (ASP). Seules les parcelles associant la valorisation des arbres en intraparcellaire à l'utilisation du sol pour l'élevage ou la culture sont classées ici comme agroforestières. Le type de culture au niveau du sol (TS) est

également catégorisé comme étant la culture la plus présente sur la parcelle au cours de la période de nidification. Le type de plantes ligneuses (TL) a de même été catégorisé sur les parcelles déjà classées en AF ou TAF entre forestiers, fruitiers, ou les deux.

L'humidité de la parcelle a également été relevée, comme variable catégorielle décrivant la présence ou l'absence de cours ou plans d'eau en bordure de parcelles.

Tableau 3: Tableau des variables catégorielles décrivant le système agricole et l'humidité des parcelles. Les variables colorées en gris n'ont pas été utilisées dans la modélisation.

Variable	Caractéristiques	Modalités et effectifs
AF	Parcelle agroforestière (1) ou non (0)	(0) = 23 (1) = 20
AB	Parcelle en agriculture biologique (1) ou non (0)	(0) = 16 (1) = 27
AC	Parcelle en agriculture de conservation (1) ou non (0)	(0) = 24 (1) = 19
TAF	Typologie agroforestière telle que définie plus haut	NA = 19 SA = 2 AS = 17 ASP = 5
TA	Typologie agricole, conventionnelle, biologique, de conservation, ou biologique de conservation	AT = 8 AB = 16 AC = 8 ABC = 11
TS	Typologie de l'utilisation du sol	Blé = 12 Seigle = 2 Épeautre = 1 Avoine = 1 Maïs = 3 Sarazin = 1 Colza = 1 Luzerne = 2 Maraîchage = 6 Vigne = 2 Pâturage = 4 Prairie = 8
TL	Typologie des ligneux	Forestiers = 12 Fruitiers = 2 Les deux = 9 NA = 20
Humid	Présence (1) ou absence (0) de plan ou cours d'eau à proximité.	(0) = 33 (1) = 10

Variables agricoles

La hauteur moyenne de la végétation au sol sur toute la période de suivi a été calculée à partir des mesures effectuées à chaque passage (Voir Suivis Ornithologique ci-dessus).

L'étude de l'intégration des ligneux aux parcelles et des effets qu'elle peut avoir sur les oiseaux a quant à elle orienté la caractérisation de sept variables. Les quatre premières sont liées aux alignements intraparcellaires. La densité en arbres et la densité en arbuste des parcelles. Le nombre d'arbres ou d'arbustes comptés sur place ou connus par la plantation étant rapporté à la surface en hectare. La hauteur moyenne des arbres et la hauteur moyenne des arbustes, estimée à l'œil. Les trois dernières sont issues de l'étude des caractéristiques des haies. Dans un premier temps, la longueur et la largeur des haies de chaque bordure des parcelles ont été mesurées via SIG à partir de photographies aériennes (Google image, 2021), la hauteur des haies a été estimée à l'œil sur le terrain, et le type de haie a été caractérisé selon une typologie simplifiée. Seule la longueur, et la hauteur ont ensuite été conservées (voir Analyse statistique). La hauteur des haies a été utilisée en tant que moyenne de la hauteur des haies par parcelle. La longueur a servi quant à elle à produire deux indices d'embocagement évaluant la fermeture des parcelles : un indice périmétrique (IPE) constitué par le rapport de la longueur totale des haies et lisières forestières au périmètre de la parcelle et un indice de compacité d'embocagement (ICE) constitué par le rapport de cette longueur à la compacité de la parcelle.

Les conduites agricoles des parcelles échantillonnées sont assez variées. La hauteur de la végétation au sol reflète notamment les différences de temporalité des cultures entre les céréales d'hiver et les cultures de printemps tardives comme le maïs. La hauteur maximale correspond en particulier aux parcelles plantées en seigle ainsi qu'à deux parcelles densément recouvertes d'arbustes intégrés de ce fait dans la mesure.

On peut également noter la faible hauteur des arbres et arbustes du fait de la jeunesse des plantations suivies. On ne peut donc s'attendre à des effets des arbres que sur les espèces très sensibles à leur présence. La taille des haies et l'embocagement des parcelles forment quant à eux un gradient correct entre l'absence et la présence de structure proche des maximales observables.

Tableau 4: Tableau des variables agricoles parcellaires. Les variables colorées en gris n'ont pas été utilisées dans la modélisation.

Herb	Hauteur moyenne de la végétation au sol en cm	Moyenne : 53.16 Min-Max : 1.00-202.00
Haut_arb	Hauteur moyenne des arbres en mètres	Moyenne : 2.388 Min-Max : 0-16
Haut_arst	Hauteur moyenne des arbustes en mètres	Moyenne : 0.5385 Min-Max : 0-4

Dens_arb	Densité d'arbres en nombre par hectare	Moyenne : 14.16 Min-Max : 0-175
Dens_arst	Densité d'arbustes en nombre par hectare	Moyenne : 42.91 Min-Max : 0-385
TH	Hauteur moyenne des haies en mètres	Moyenne : 7.198 Min-Max : 0-25
LH	Longueur totale de haies en mètres	Moyenne : 336.3 Min-Max : 0-1096
IPE	Indice Périmétrique d'Embocagement	Moyenne : 0.4365 Min-Max : 0-0.9910
ICE	Indice de Compacité d'Embocagement	Moyenne : 846.4 Min-Max : 0-2099.6

Variables paysagères

Les variables paysagères ont été définies par l'étude des images aériennes (Google image, 2021) en caractérisant les milieux à proximité des parcelles en quatre catégories. Les milieux ouverts, constitués des milieux agricoles ou naturels très peu arborés. Les milieux bâtis correspondent aux routes, villes, villages et incluant les jardins. Les milieux forestiers, rassemblant toutes les surfaces densément arborées, y compris les haies et petits bosquets d'arbres et arbustes. Pour finir, les milieux aquatiques, composés des surfaces en eau et des milieux adjacents. Les surfaces de ces quatre milieux ont été calculées dans des tampons de 200m et 1000m autour du centroïde des parcelles à l'aide du logiciel QGIS. L'échelle de 200m permet d'avoir une caractérisation du paysage à proximité directe des parcelles, ne dépassant que peu le périmètre des parcelles les plus grandes, tandis que l'échelle de 1km permet de mieux étudier sa composition à grande échelle, avec par exemple la présence d'un grand massif forestier ou d'une agglomération.

Le linéaire de haies et de lisières forestières connectées à la parcelle, avec moins de 50m entre deux lisières ou haies ou les limites de la parcelle, a également été calculé à l'aide de QGIS à l'intérieur d'un tampon de 1000m de rayon.

Ces variables montrent également une grande diversité des paysages entourant les parcelles, depuis les parcelles au cœur des plaines agricoles jusqu'à celles presque enclavées en forêt ou en bordure de zone urbanisée.

Tableau 5: Tableau des variables paysagères. Les variables colorées en gris n'ont pas été utilisées dans la modélisation.

LC	Lisières connectées en km	Moyenne : 3.746 Min-Max : 0-11.725
O200	Surface de milieux ouverts à 200m en hectares	Moyenne : 10.784 Min-Max : 5.346-12.532
O1000	Surface de milieux ouverts à 1000m en hectares	Moyenne : 191.05 Min-Max : 39.15-301.01
F200	Surface forestière à 200m en hectares	Moyenne : 0.7974 Min-Max : 0-5.315
F1000	Surface forestière à 1000m en hectares	Moyenne : 62.12 Min-Max : 0-191.96
B200	Surface de milieux bâtis à 200m en hectares	Moyenne : 0.859 Min-Max : 5.473
B1000	Surface de milieux bâtis à 1000m en hectares	Moyenne : 56.09 Min-Max : 0-205.11
E200	Surface en eau à 200m en hectares	Moyenne : 0.09042 Min-Max : 0-2.277
E1000	Surface en eau à 1000m en hectares	Moyenne : 3.851 Min-Max : 0-21.402

Analyse statistique

Choix des variables et corrélations

Plusieurs Analyses en Composantes Principales ont été réalisées pour observer les relations entre différentes variables et choisir les plus importantes, celles les mieux représentées et contribuant le mieux aux différentes dimensions principales. Cette méthode a été utilisée pour choisir parmi les différentes variables caractérisant les haies ainsi que pour choisir les variables utilisées dans la modélisation parmi les variables non corrélées. Comme on peut le voir sur le graphe des éboulements (Figure 1) celle-ci permet de dégager deux dimensions d'intérêt permettant de représenter 88,3% de la variance des données. Le graphe de l'ACP (Figure 2) permet d'observer les deux dimensions, la première est constituée par la hauteur, le type et la largeur tandis que la seconde est représentée par la longueur.

A partir de ces résultats, il a été décidé de garder dans la modélisation la longueur et la hauteur des haies, cette dernière étant la variable principale de la deuxième dimension mise en évidence par l'ACP.

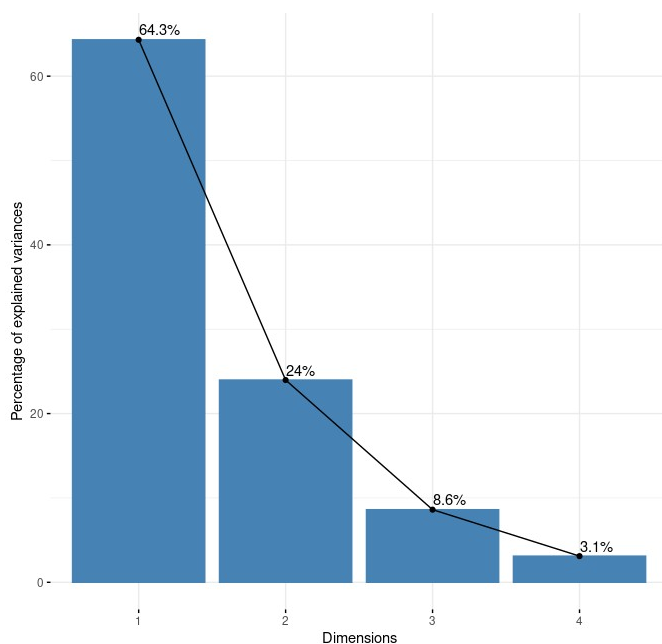


Figure 1: Graphe des éboulements des dimensions de l'ACP sur les variables caractérisant les haies

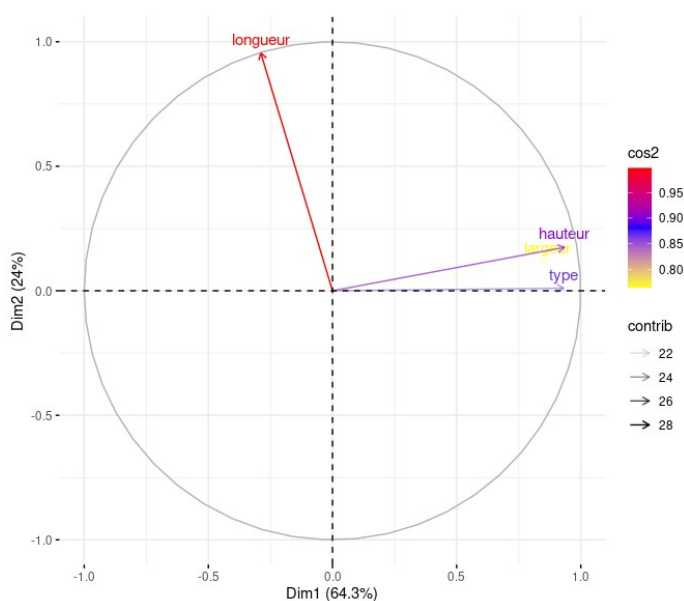


Figure 2: Graphe de l'ACP sur les variables caractérisant les haies.

Une ACP a également été réalisée sur l'ensemble des variables quantitatives sur lesquelles il était intéressant de faire des hypothèses à propos de leurs effets sur l'abondance des oiseaux. L'objectif était de pouvoir obtenir un groupe de variables de départ en sélectionnant les variables les plus importantes, notamment parmi les variables corrélées entre elles. La surface et la latitude étant intégrées comme variables de contrôle. Ceci a notamment permis de sélectionner l'IPE comme variable associée à l'embocagement (même si pour certaines espèces celui-ci a été remplacé par la longueur des haies), et la hauteur des arbres pour modéliser l'influence des plantations intraparcellaires.

	LC	O1000
lon	0.03557	0.25232
LC	1.00000	0.23097

Tableau 6: Matrice des corrélations (coefficient de Pearson) entre variables quantitatives normales

L'analyse des corrélations entre variables a été réalisée après avoir testé la normalité des variables quantitatives à l'aide de test de Shapiro. Peu de variables étaient normales, la corrélation de ces variables a été testée par la méthode de Pearson (Tableau 5). Les corrélations entre les variables non normales entre elles et avec les variables normales ont été testées par la méthode de Kendall (Tableau 6). Les corrélations entre variables qualitatives ont été testées par la méthode du chi². Enfin, les corrélations entre variables quantitatives et qualitatives ont été testées par la méthode de Kruskal-Wallis.

Aucune corrélation n'a été mise en évidence entre les variables normales pour lesquelles tous les coefficients de corrélations sont environ inférieurs ou égaux à 0,25 (Tableau 6).

En ce qui concerne les corrélations avec des variables non normales, des groupes de corrélations ont été mis en évidence entre les variables de description des haies, entre les variables paysagères, et entre les variables décrivant les alignements intraparcellaires. La corrélation entre la longueur des haies, l'IPE et l'ICE est attendue dans la mesure où les deux indicateurs de l'embocagement sont calculés à partir de la longueur des haies.

De même, la corrélation entre la surface ouverte à 200m et les surfaces boisées et bâties à 200m est logique étant donné que toutes ces variables dépendent des autres en se partageant l'espace dans le cercle étudié. La surface ouverte étant ici largement majoritaire, toute "augmentation" des surfaces des autres milieux se fait à son détriment. Le même type de corrélation se retrouve pour les surfaces à 1000m, en particulier entre les surfaces ouvertes et forestières. La corrélation de -0,431 entre surface ouverte et surface bâtie a été considérée comme suffisamment faible pour ne pas être retenue pour l'exclusion des variables.

Enfin, des corrélations ont été mis en évidence entre la densité et la hauteur pour les arbres, de même que pour les arbustes, ce qui pourrait résulter du fait que les plantations les plus anciennes, dont les arbres et arbustes sont plus hauts, ont été plantées plus densément que les plantations récentes. Les corrélations de 0,447 entre les hauteurs des arbres et arbustes et les densités d'arbres et arbustes rappelle que les deux groupes de ligneux sont généralement plantés en même temps et avec une règle de proportionnalité sur les parcelles. Cependant, toutes les parcelles n'associent pas arbres et arbustes, et quand c'est le cas, ce n'est pas nécessairement avec la même proportionnalité (de 1/4 à 1/7).

Tableau 7 : Matrice des corrélations (coefficients de Kendall) entre les variables quantitatives. Les coefficients sont colorés par un gradient croissant du vert au orange.

	lon	lat	Herb	TH	LH	Dens_arb	Dens_arst	Haut_arb	Haut_arst	IPE	ICE	LC	O200	O1000	E200	E1000	F200	F1000	B200	B1000
Area	-0,059	-0,073	0,192	-0,010	0,079	-0,221	-0,194	-0,297	-0,210	-0,112	0,107	-0,072	0,361	0,256	-0,225	-0,041	-0,196	-0,074	-0,158	-0,311
lon	1,000	-0,004	-0,016	0,031	0,018	-0,015	0,059	-0,008	0,040	-0,054	0,022	-0,057	0,117	0,141	0,063	0,036	-0,088	-0,167	-0,081	-0,076
lat	-0,004	1,000	0,108	0,007	0,006	0,067	0,170	0,052	0,144	0,003	-0,046	-0,042	-0,169	-0,102	-0,076	0,105	0,039	-0,284	0,165	0,437
Herb	-0,016	0,108	1,000	-0,001	0,113	0,056	0,168	0,066	0,163	0,022	0,063	-0,049	0,083	0,011	0,008	0,274	-0,141	-0,013	0,048	-0,091
TH	0,031	0,007	-0,001	1,000	0,315	0,037	-0,160	0,102	-0,169	0,366	0,444	0,291	-0,248	-0,142	0,182	0,072	0,248	0,106	0,024	0,108
LH	0,018	0,006	0,113	0,315	1,000	0,364	0,055	0,296	-0,016	0,575	0,617	0,076	0,036	0,045	0,085	0,058	-0,074	0,005	0,043	-0,104
Dens_arb	-0,015	0,067	0,056	0,037	0,364	1,000	0,369	0,800	0,304	0,367	0,204	0,025	-0,121	-0,096	0,102	0,175	-0,135	0,099	0,293	0,035
Dens_arst	0,059	0,170	0,168	-0,160	0,055	0,369	1,000	0,447	0,838	0,011	-0,029	0,014	-0,034	-0,030	0,117	0,271	-0,136	0,002	0,135	0,014
Haut_arb	-0,008	0,052	0,066	0,102	0,296	0,800	0,447	1,000	0,447	0,345	0,135	0,051	-0,193	-0,073	0,287	0,261	-0,075	0,078	0,312	0,042
Haut_arst	0,040	0,144	0,163	-0,169	-0,016	0,304	0,838	0,447	1,000	-0,050	-0,100	0,064	-0,050	0,005	0,167	0,313	-0,145	-0,018	0,135	0,018
IPE	-0,054	0,003	0,022	0,366	0,575	0,367	0,011	0,345	-0,050	1,000	0,656	0,255	-0,242	-0,186	0,082	0,114	0,365	0,239	-0,014	0,002
ICE	0,022	-0,046	0,063	0,444	0,617	0,204	-0,029	0,135	-0,100	0,656	1,000	0,284	-0,105	-0,127	0,090	0,094	0,242	0,217	-0,094	-0,125
LC	-0,057	-0,042	-0,049	0,291	0,076	0,025	0,014	0,051	0,064	0,255	0,284	1,000	-0,247	-0,204	0,110	0,204	0,375	0,141	-0,149	0,066
O200	0,117	-0,169	0,083	-0,248	0,036	-0,121	-0,034	-0,193	-0,050	-0,242	-0,105	-0,247	1,000	0,367	-0,257	-0,184	-0,471	-0,085	-0,498	-0,427
O1000	0,141	-0,102	0,011	-0,142	0,045	-0,096	-0,030	-0,073	0,005	-0,186	-0,127	-0,204	0,367	1,000	0,094	-0,027	-0,375	-0,504	-0,098	-0,431
E200	0,063	-0,076	0,008	0,182	0,085	0,102	0,117	0,287	0,167	0,082	0,090	0,110	-0,257	0,094	1,000	0,287	-0,018	-0,099	0,097	-0,010
E1000	0,036	0,105	0,274	0,072	0,058	0,175	0,271	0,261	0,313	0,114	0,094	0,204	-0,184	-0,027	0,287	1,000	0,090	-0,102	0,226	0,160
F200	-0,088	0,039	-0,141	0,248	-0,074	-0,135	-0,136	-0,075	-0,145	0,365	0,242	0,375	-0,471	-0,375	-0,018	0,090	1,000	0,276	-0,188	0,175
F1000	-0,167	-0,284	-0,013	0,106	0,005	0,099	0,002	0,078	-0,018	0,239	0,217	0,141	-0,085	-0,504	-0,099	-0,102	0,276	1,000	-0,158	-0,061
B200	-0,081	0,165	0,048	0,024	0,043	0,293	0,135	0,312	0,135	-0,014	-0,094	-0,149	-0,498	-0,098	0,097	0,226	-0,188	-0,158	1,000	0,378
B1000	-0,076	0,437	-0,091	0,108	-0,104	0,035	0,014	0,042	0,018	0,002	-0,125	0,066	-0,427	-0,431	-0,010	0,160	0,175	-0,061	0,378	1,000

Les test du χ^2 réalisés sur les variables qualitatives ont montré une forte corrélation de l'agroforesterie et de l'agriculture de conservation, mais aucune autre corrélation particulière ce qui impliquait de ne pas utiliser simultanément ces variables pour la modélisation. Nous verrons un peu plus loin qu'aucune de ces deux variables n'a finalement été retenue pour la modélisation.

	AF (chi² – p value)	AB (chi² – p value)	AC (chi² – p value)
AB	0.43089 - 0.5116	43 - 0.0000	0.78155 - 0.3767
AC	3.7916 - 0.0515	0.78155 - 0.3767	43 - 0.0000
Humid	0.063735 - 0.8007	1.2708 - 0.2596	0.092584 - 0.7609

Tableau 8 : Résultats des test de corrélation du chi². Les p values sont colorés par un gradient croissant du vert au orange.

Les tableaux ci-dessous présentent les coefficients et la p-value pour toutes les variables pour lesquelles le test de corrélation a donné une p-value < 0,2.

On peut ainsi voir la corrélation positive assez évidente de l'agroforesterie avec la hauteur et la densité des arbres et arbustes, ainsi qu'avec la présence des haies (LH, IPE). La corrélation avec la surface en eau et la surface bâtie est possiblement due à un biais dans l'échantillonnage étant donné le faible effectif.

Kruskal-Wallis test (chi² – p value)							
Area	LH	IPE	E1000	B200			
3.335 - 0.0678	7.1548 - 0.0075	7.0638 - 0.0079	5.1971 - 0.0226	5.046 - 0.0247			
Haut_arb	Haut_arst	Dens_arb	Dens_arst				
29.146 - 0.0000	13.328 - 0.0003	29.109 - 0.0000	14.123 - 0.0002				

Tableau 9: Résultats des tests de Kruskal-Wallis de corrélation entre les variables quantitatives et l'agroforesterie (AF). Les p values sont colorés par un gradient croissant du vert au orange.

L'agriculture biologique se retrouve corrélée à la surface forestière à un kilomètre et aux lisières connectées à la parcelles, ce qui traduit probablement, avec la corrélation à la hauteur des arbustes, le fait que les parcelles en agriculture biologique ont une tendance plus forte à s'intégrer dans une démarche de type Haute Valeur Naturelle avec une diversité des paysage et nécessitant davantage de recourir aux services écosystémiques. La corrélation avec la latitude est plus probablement due à un biais de l'échantillonnage. La corrélation relativement probable avec la surface à été laissée de côté dans l'exclusion des variables mais les résultats de la modélisation n'ont montré aucune évidence d'interaction dans les effets sur l'abondance des oiseaux.

Kruskal-Wallis test (chi² – p value)							
lat	LC	O1000	F1000	Haut_arst	Dens_arst	B200	
7.8577 - 0.00506	5.5602 - 0.01837	2.0364 - 0.15360	6.624 - 0.01006	2.9754 - 0.08454	1.747 - 0.18630	2.2234 - 0.13590	

Tableau 10: Résultats des tests de Kruskal-Wallis de corrélation entre les variables quantitatives et l'agriculture biologique (AB). Les p values sont colorés par un gradient croissant du vert au orange.

La corrélation de l'agriculture de conservation à la hauteur de l'herbe (positivement) et à la surface en forêt (négativement) est possiblement due au fait que c'est un mode de culture plus utilisé en grandes cultures. Il est également possible que la surface en forêt, comme la surface bâtie à 200m (positivement) soit corrélées du fait de l'échantillonnage, un certain nombre de parcelles en agriculture de conservation étant proches de grands axes de transport. La corrélation avec la surface en eau et la longitude est plus probablement due à l'échantillonnage, de même que la corrélation à l'IPE qui résulte possiblement de la corrélation entre AC et AF.

Kruskal-Wallis test (chi² – p value)									
Area		lon	lat		IPE		Haut_arb		Dens_arb
1.744 -	0.18660	8.7566 -	0.00309	2.4118 -	0.12040	2.9388 -	0.08647	2.2018 -	0.13780
Herb		O200	F1000		E1000		B200		
4.0261 -	0.04480	2.2997 -	0.12940	6.624 -	0.01006	8.1917 -	0.00421	4.8602 -	0.02748

Tableau 11: Résultats des tests de Kruskal-Wallis de corrélation entre les variables quantitatives et l'agriculture de conservation (AC). Les p values sont colorés par un gradient croissant du vert au orange.

Enfin, l'humidité des parcelles est logiquement corrélée à la surface en eau à 200m et un kilomètre tandis que sa corrélation avec la longitude et les surfaces en milieux ouverts et forestiers résulte probablement de l'échantillonnage.

Kruskal-Wallis test (chi ² – p value)							
lon	O1000	E200	E1000	F1000	B200	B1000	
3.9347 - 0.04730	6.1124 - 0.01342	6.2992 - 0.01208	2.4498 - 0.11750	3.7099 - 0.05409	1.8193 - 0.17740	1.9843 - 0.15890	

Tableau 12: Résultats des tests de Kruskal-Wallis de corrélation entre les variables quantitatives et l'humidité des parcelles (Humid). Les p values sont colorés par un gradient croissant du vert au orange.

Modèles N-mixture

Ne pouvant mettre en œuvre de méthode coûteuse de capture-marquage-recapture (CMR) pour estimer l'abondance des populations d'oiseaux sur les parcelles étudiées, j'ai opté pour une méthode permettant d'estimer ceux-ci à partir d'observations répétées sans capture, beaucoup moins coûteuses à mettre en place. D'après la revue des différentes méthodes d'estimations sans marquage effectuée par Dénes et al. (2015), le modèle N-mixture de Royle (2004), modifié par Wenger et Freeman (2008) pour mieux prendre en compte les "vrais zéros" est le plus adapté aux conditions de cette recherche. En effet, il a en particulier pour avantage par rapport aux modèles linéaires généralisés (GLM) de modéliser la probabilité de détection simultanément à l'abondance en associant à la loi binomiale modélisant la probabilité de détection, une loi de Poisson modélisant l'abondance tout en permettant l'intégration de covariables pour chacune de ces lois.

La probabilité de présence potentielle ajoutée au modèle de Royle via une loi à excès de zéro (zero-inflated) combinant une loi de Bernoulli à la loi de Poisson permet de réguler les erreurs d'estimations liées aux problèmes de non-détection (parce qu'absente) de l'espèce sur un grand nombre de sites (Wenger et Freeman, 2008). Cette modification est particulièrement utile lorsque le nombre d'individus est faible (espèces « rares ») mais me sera utile pour contrebalancer le faible nombre de sites associé à une grande proportion de site a priori non-occupés par l'espèce étudié.

Ce modèle s'appuie sur un postulat de fermeture de la population à l'intérieur de l'ensemble des sites, ce qui est une hypothèse raisonnable pour la plupart des espèces d'oiseaux en période de reproduction et dans la mesure où celles-ci sont généralement détectées à travers des comportements territoriaux.

Les problèmes de précision des estimations par modélisation N-mixtures par rapport aux

méthodes de CMR ou de distance sampling dépendent plus particulièrement de trois paramètres : le nombre de sites suivis, le nombre de passages effectués sur les sites, et la probabilité de détection (Dénès et al., 2015). Les deux premiers se régulent mutuellement, pour un faible nombre de sites il sera donc nécessaire d'avoir un plus grand nombre de passages, d'où la réalisation de 4 passages pour cette étude. Le dernier paramètre est quant à lui un indicateur de la fiabilité de l'estimation ou de la prédiction, celle-ci étant insuffisante si la probabilité de détection est inférieure à 0.3.

Sur l'ensemble des parcelles 65 espèces ont pu être observées au cours de la période de reproduction. Parmi celles-ci, 53 nichaient possiblement sur ou à proximité des parcelles (Voir annexe 1), dont 12 espèces agricoles, 13 espèces forestières, 9 espèces urbaines et 16 espèces généralistes. Les trois espèces restantes sont des espèces de milieux aquatiques et une espèce exogène. Les 10 espèces agricoles communes, 7 espèces généralistes communes et 4 espèces forestières ont ensuite été sélectionnées pour la modélisation. La plupart de ces espèces ont été sélectionnées parce qu'elles étaient présentes sur au minimum un tiers des sites (14 sites). Ce n'était pas le cas de la moitié des espèces agricoles et du pipit des arbres mais ces espèces ont malgré tout été modélisées du fait de leur intérêt central dans l'étude, permettant également de discuter de la fiabilité des résultats dans ces conditions.

La sélection du meilleur modèle à partir duquel inférer les effets des covariables sur l'abondance et la détection a été réalisée avec la méthode de Tredennick et al. (2021) à l'aide du package *unmarked* sur *R* (Fiske & Chandler, 2011). Pour chaque groupe d'oiseaux décrits ci-dessous, j'ai donc construit un modèle complet rassemblant toutes les variables pour lesquelles j'ai fait l'hypothèse d'un effet positif ou négatif sur l'abondance de ces oiseaux.

Ainsi, pour le groupe de l'alouette des champs, du bruant proyer et de la perdrix grise j'ai supposé un effet de la hauteur de la végétation herbacée (en particulier négatif pour l'alouette), des effets négatifs de la fermeture de l'écosystème représentée par la hauteur des haies, l'IPE et la hauteur des arbres, un effet plutôt négatif de la proximité de milieux forestiers et bâtis, et un effet positif de la surface de milieux ouverts à grande échelle et de l'AB. Ces hypothèses ont été traduites dans le modèle suivant : $\sim Herb + TH + IPE + Haut_arb + O1000 + F200 + B200 + Area + AB$

Pour la bergeronnette printanière appréciant les milieux plus humides j'ai gardé les mêmes hypothèses en y ajoutant l'effet positif de la proximité de surfaces en eau :

$\sim Herb + TH + IPE + Haut_arb + O1000 + F200 + B200 + E200 + Area + AB$

Pour le groupe de la fauvette grisette, du tarier pâtre, de la linotte mélodieuse et de la pie-grièche écorcheur, les hypothèses sont légèrement inversées, supposant un effet positif de la hauteur de la végétation herbacée et un effet négatif moins prononcé, décalé, de la hauteur des haies et des arbres. Ici la fermeture n'est plus considérée sous l'angle de l'IPE mais à travers la longueur des haies qui

sont des lieux de nidification et/ou d'alimentation pour ces espèces avec un effet favorable supposé. Ce changement est notamment important pour l'estimation de l'abondance du fait que celle-ci est probablement plus directement connectée au linéaire de haies qui forment les habitats de ces oiseaux qu'à leur proportion par rapport à la parcelle. Un effet possiblement positif de la connectivité des lisières a également été testé :

$$\sim \text{Herb} + \text{TH} + \text{LH} + \text{Haut_arb} + \text{O1000} + \text{F200} + \text{B200} + \text{LC} + \text{Area}$$

Le groupe du bruant jaune et du bruant zizi reprend les mêmes hypothèses que le précédent en y ajoutant un effet opposé de la latitude pour les deux espèces, celles-ci se répartissant, le bruant jaune au nord, et le bruant zizi plus au sud :

$$\sim \text{Herb} + \text{TH} + \text{LH} + \text{Haut_arb} + \text{O1000} + \text{F200} + \text{B200} + \text{E200} + \text{LC} + \text{Area} + \text{lat}$$

Pour le groupe des généralistes j'ai fait l'hypothèse d'un effet positif de l'augmentation de la présence de ligneux à travers la hauteur des haies, l'IPE et la hauteur des arbres, ainsi que d'un effet positif de la diversité des milieux à proximité par rapport à la surface ouverte avec la possibilité d'un effet positif de la présence de villages:

$$\sim \text{TH} + \text{IPE} + \text{Haut_arb} + \text{O1000} + \text{F200} + \text{B200} + \text{B1000} + \text{LC} + \text{Area}$$

En ce qui concerne le groupe des forestiers, je suppose l'effet positif de la hauteur des haies, de l'IPE et de la hauteur des arbres, de même que des surfaces forestières à proximité et à plus grande échelle. Le linéaire de lisières connectées devrait avoir un effet positif sur les oiseaux de lisières mais probablement moins sur les oiseaux de forestiers :

$$\sim \text{TH} + \text{IPE} + \text{Haut_arb} + \text{F1000} + \text{F200} + \text{B1000} + \text{LC} + \text{Area}$$

En ce qui concerne les covariables associées à la probabilité de détection, l'heure, le bruit, la zone d'observation et la température ont été testées systématiquement dans le modèle. La hauteur de la végétation au sol n'a été testée que pour la perdrix grise du fait qu'en tant qu'oiseau vivant au sol, ne criant généralement qu'à l'envol qui ne se produit que si l'observateur se rapproche trop, leur détection semble dépendante de la couverture végétale qui les cache. Enfin, la date n'a été intégrée au modèle que pour les oiseaux migrateurs tardifs, ayant également nécessité de mettre de côté les données du premier passage de suivi dans la mesure où la migration était largement en cours.

L'importance de chaque variable a ensuite été testée en comparant la vraisemblance du modèle complet à celle du modèle réduit de la variable testée. A partir des résultats des tests de rapports de vraisemblance (voir Tableau 13), les variables ayant le plus probablement un effet sur la qualité de l'ajustement du modèle ont été retenues pour constituer le modèle inférentiel. Les variables retenues pour la modélisation sont celles ayant une p-value $\approx 0,3$ et inférieure. Ce seuil de 0,3 a été choisi au cours de l'analyse devant le fait que certaines variables ayant un effet

relativement faible sur la qualité de l'ajustement pouvaient malgré cela montrer un effet sur l'abondance dans la modélisation, y compris par rapport à des variables ayant plus d'effet sur l'ajustement. En ce qui concerne la pie-grièche écorcheur, la surface bâtie à 200m des parcelles a été retirée bien que $p \approx 0,24$ dans la mesure où cette variable était dans ce cas sans aucun doute biaisée, la grande majorité des quelques parcelles où l'espèce était présente étant en bordure d'autoroute. Le modèle rassemblant ces variables a ensuite permis d'obtenir les coefficients pour chaque covariable. Les variables ont été préalablement standardisées afin d'avoir des coefficients comparables.

	B. zizi		B. jaune		F. grisette		T. pâtre		L. mélodieuse		P.-G. Écorcheur	
	chi²	p	chi²	p	chi²	p	chi²	p	chi²	p	chi²	p
Date					0,01004948	0,9201482					2,765637	0,09630835
Temp	0,7176443	0,3969177	2,031354	0,1540833	2,541192	0,110911	0,003243858	0,9545811	12,00459	0,000530698	4,246364	0,03933445
Noise	0,003029713	0,9561043	3,183708	0,07437575	0,2771399	0,598582	0,000466695	0,9827646	1,271027	0,2595741	0,8894666	0,3456219
Zone	0,7637247	0,3821654	1,267848	0,2601708	0,3942749	0,5300608	3,454819	0,06306763	0,07738533	0,7808725	3,267173	0,07067932
Hour	1,154191	0,2826736	6,570915	0,01036587	0,001261929	0,9716622	0,1519033	0,6967231	5,020143	0,0250541	0,8782022	0,3486945
Herb	0,4595859	0,4978176	0,03361333	0,8545317	12,95948	0,000318305	1,429943	0,2317738	2,14539	0,1429987	3,223517	0,0725875
TH	0,0626508	0,8023543	1,217	0,2699501	1,147284	0,2841185	3,793365	0,05145611	5,170639	0,02297177	2,496632	0,1140901
Haut_arb	0,6138658	0,433336	1,2497	0,2636098	4,397007	0,03600206	2,385017	0,1225036	0,2116847	0,6454501	5,296985	0,02136237
LH	4,141707	0,04183895	2,207303	0,1373586	7,510711	0,006133314	3,863994	0,04933276	7,532916	0,006058177	3,003629	0,08307822
O1000	0,03183089	0,8583993	0,02214347	0,8817061	1,688335	0,1938206	2,360319	0,1244567	0,2302456	0,6313418	2,431223	0,11894
F200	0,001339543	0,9708041	0,02035709	0,8865443	0,08722032	0,7677411	0,1400753	0,7082062	0,1710051	0,6792201	2,378968	0,1229787
B200	0,3121298	0,5763762	1,635513	0,2009423	0,2591465	0,6107072	1,668326	0,1964829	0,2261676	0,6343801	1,383531	0,2395006
LC	0,04465392	0,8326417	2,164069	0,1412701	1,045236	0,3066068	2,147085	0,1428409	0,07140666	0,7892996	4,06732E-05	0,9949115
Area	0,09064904	0,7633537	1,135862	0,2865284	4,927446	0,02643336	0,357094	0,5501246	1,814417	0,1779793	0,4755209	0,4904582
lat	9,558687	0,001990054	0,01380895	0,9064547								

Tableau 13: Résultats des tests de rapports de vraisemblance ayant permis la sélection des variables du modèle explicatif pour les espèces agricoles de milieux semi-ouverts. La valeur de p est surlignée selon un gradient décroissant du orange vers le vert.

Pour chaque espèce pour lesquelles le modèle explicatif donnait une probabilité de détection supérieure à 0.3, j'ai ensuite réalisé une sélection d'un modèle prédictif à l'aide de la fonction *dredge* du package *MuMin* à partir du modèle hypothétique complet. J'ai ainsi sélectionné le modèle ayant le plus faible AICc, ainsi que celui ayant la meilleure vraisemblance parmi les modèles ayant le meilleur AIC ($\Delta AIC < 2$). J'ai ensuite comparé la corrélation des prédictions de ces modèles et du modèle explicatif aux abondances estimées par la méthode de cartographie des territoires afin de sélectionner le modèle le plus proche et de pouvoir en comparer les résultats. A partir des estimations d'abondance par cartographie, éventuellement corrigées, si nécessaire, par les estimations de la modélisation en enlevant des couples possibles, j'ai ensuite réalisé une ACP sur l'abondance des espèces de chaque communauté les plus observées en fonction des différentes parcelles afin de voir si l'abondance des différentes espèces en fonction des caractéristiques des parcelles montrait bien une répartition de ces espèces en fonction de leur communauté.

Enfin, j'ai calculé les indices de diversité de Simpson et de Shannon pour chaque parcelle à partir des estimations d'abondances de l'ensemble des espèces nichant possiblement sur ou à proximité des parcelles.

Pratiques agroforestières et oiseaux - résultats

Effet des variables sur la détection des oiseaux

Les tableaux suivants présentent, pour les espèces de chaque groupe définis plus tôt, les coefficients des variables retenues dans la modélisation ainsi que la p-value pour les z-tests correspondants. Pour chaque groupe les variables surlignées en vert sont celles qui semblent avoir le plus d'importance pour ces espèces. Plus la p-value est colorée en bleu plus il est possible d'accorder une forte certitude quant à l'effet de la variable correspondante.

Les résultats concernant les effets des covariables sur la détection des oiseaux montrent en particulier l'absence générale d'un effet de la date d'observation sur la détection des espèces tardives.

La hauteur de la végétation au sol apparaît quant à elle comme ayant très probablement ($p \approx 0,005$) un effet légèrement positif ($p_d \approx 0,502$) sur la détection des perdrix grises allant à l'encontre de mon hypothèse selon laquelle cet effet devrait être négatif.

La détection de peu d'espèces semble être influencée par la température mais celle-ci semble cependant avoir un effet prépondérant ($0,0005 \leq p \leq 0,01$), négatif ($0,451 \leq p_d \leq 0,484$), sur la détection de la fauvette grisette, la linotte mélodieuse et la mésange charbonnière. Un effet au contraire légèrement positif sur la détection de la bergeronnette printanière est également possible ($p \approx 0,059$; $p_d \approx 0,523$).

L'effet de la zone d'observation semble être différent selon les espèces, chez le bruant proyer, le tarier pâtre et l'hypolaïs polyglotte, l'effet est probablement ($0,015 \leq p \leq 0,065$) négatif ($0,297 \leq p \leq 0,497$) tandis qu'il est probablement ($0,008 \leq p \leq 0,064$) légèrement positif ($0,502 \leq p \leq 0,503$) chez le rougegorge familier, le troglodyte mignon et la mésange charbonnière.

	B. printanière		P. grise		A. des champs		B. proyer	
	coef	p	coef	p	coef	p	coef	p
p(Intercept)	0,0198274	0,000181	0,1854969	0,21895	0,3866512	0,084	0,5092901	0,9495
p(Haut)			0,5021957	0,00543				
p(Date)								
p(Temp)	0,5227701	0,059367						
p(Noise)	0,5550832	0,741912			0,5667072	0,2264	0,4981285	0,0163
p(Zone)	0,4968846	0,146638	0,4895417	0,35678			0,2968918	0,0647
p(Hour)	0,5012592	0,304764			0,5011745	0,0108	0,5038648	0,0137
λ(Intercept)	3,8492E-135	0,788312	0,06210542	0,21231	2,1571479	4,55E-06	0,2407423	0,002196
λ(Herb)					0,7858139	0,0378	0,7487857	0,262185
λ(TH)					0,741554	0,00639	0,5892783	0,017848
λ(Haut_arb)	0,2678297	0,093322	0,48521034	0,16147			0,5115892	0,06754
λ(IPE)			2,37583727	0,09089			2,6346643	0,000151
λ(O1000)	1,88026	0,105039	15,96231533	0,00923			2,4490974	0,000328
λ(F200)	5,2113E-271	0,788075			0,4478494	0,00178	0,5466213	0,177719
λ(B200)			1,92362409	0,24704	0,8319193	0,166		
λ(Area)					1,6619268	1,03E-08	1,2725875	0,156752
λ(AB)	7,201251	0,005744	5,98032128	0,07279			3,6889453	0,001351
λ(E200)	6,928647	0,000387						

Tableau 14: Coefficients et p-value du test F associés aux variables testées pour les espèces agricoles de milieux ouverts. Les valeurs de p sont colorées selon un gradient décroissant du rouge au bleu.

Le bruit environnant apparaît comme étant un facteur influençant négativement la détection du bruant proyer, du merle noir et du pipit des arbres ($0,016 \leq p \leq 0,06$ et $0,06 \leq p \leq 0,498$).

Enfin, l'heure d'observation semble influencer positivement la probabilité de détection de l'alouette des champs, du bruant proyer du bruant jaune et de la linotte mélodieuse ($0,008 \leq p \leq 0,032$ et $0,501 \leq p_d \leq 0,503$).

Effets de l'agroforesterie et du paysage sur l'abondance des oiseaux

En ce qui concerne les oiseaux agricoles, la modélisation permet d'observer que les variables parcellaires ont généralement un effet plus important que les variables paysagères. On peut cependant observer que celles-ci ont davantage d'effet sur les oiseaux de milieux ouverts que sur les oiseaux de milieux semi-ouverts.

	B. zizi		B. jaune		F. grisette		T. pâtre		L. mélodieuse		P.-G. Écorcheur	
	coef	p	coef	p	coef	p	coef	p	coef	p	coef	p
p(Intercept)	0,006713291	0,0201	0,04254167	0,00612	0,5507008	0,7074	0,1475609	0,0447	0,04959333	1,84E-14	0,388695	0,964
p(Date)											0,4790284	0,459
p(Temp)			0,47962563	0,17179	0,484233	0,0122			0,45135511	0,000695	0,7146159	0,222
p(Noise)			0,26386557	0,48037					0,48326515	0,412		
p(Zone)			0,4989748	0,482			0,497324	0,0467			0,5124924	0,24
p(Hour)	0,502012772	0,2445	0,50244363	0,03212					0,50134364	0,00793		
λ(Intercept)	0,1920312	0,587	2,64344E-08	0,717	2,2928537	0,000693	2,8766459	0,12691	16,1920966	1,78E-20	0,02629947	0,0633
λ(Herb)					1,521011	5,77E-05	1,3053168	0,28259	0,873365	0,225	6,83720325	0,095
λ(TH)			2156,508	0,629	0,8959593	0,402	0,2445408	0,00681	0,7760349	0,0405	4,54620364	0,1755
λ(Haut_arb)			0,00010171	0,633	0,7778234	0,0581	2,6151559	0,01744			0,10498052	0,1342
λ(LH)	2,7205976	0,0289	2,27838E-11	0,685	1,3745714	0,00465	1,8712302	0,00326	1,3841093	0,00182	12,71759275	0,0702
λ(O1000)					1,161253	0,264	0,5492435	0,07601			1,15229867	0,9165
λ(F200)											0,0820293	0,1861
λ(B200)			5,40855E-07	0,67			1,4082406	0,16614				
λ(LC)			137,488	0,636			0,6983625	0,20597				
λ(Area)			2,65703E-12	0,642	0,7127816	0,0272			0,7191462	0,0131		
λ(lat)	0,0399478	0,0976										

Tableau 15: Coefficients et p-value du test F associés aux variables testées pour les espèces agricoles de milieux semi-ouverts. Les valeurs de p sont colorées selon un gradient décroissant du rouge au bleu.

La hauteur (TH) et la présence (LH, IPE) des haies sont en particulier les variables qui montrent un effet évident sur le plus d'espèces. L'alouette des champs, le bruant proyer, le tarier pâtre et la linotte mélodieuse subissent ainsi un effet négatif de la hauteur ($0,006 \leq p \leq 0,041$; $0,245 \leq \lambda \leq 0,776$), mis en évidence par un coefficient λ inférieur à 1. On peut également remarquer que le tarier pâtre et le bruant proyer semblent être plus sensibles à la hauteur des haies que l'alouette et la linotte.

La hauteur des haies a également un effet positif ($0,005 \leq p \leq 0,031$ et $1,348 \leq \lambda \leq 1,625$) sur l'abondance de certaines espèces généralistes et forestières, la fauvette à tête noire, le pinson des arbres et le rougegorge familier, mis en évidence par un coefficient λ supérieur à 1. A partir des graphiques de l'abondance estimée par la modélisation en fonction de la taille des haies, on peut observer l'importante différence d'effet entre ces deux groupes. L'estimation n'a été effectuée que pour les espèces dont la probabilité de détection est surlignée en vert dans les tableaux. L'abondance des espèces agricoles (Figures 3 et 5) apparaît ainsi bien plus faible lorsque la hauteur des haies est supérieure à 12m. Au contraire, les espèces généralistes (Figures 4 et 6) sont presque absentes sur les parcelles où la hauteur moyenne des haies est inférieure à 3m et leur abondance augmente régulièrement plus cette hauteur augmente.

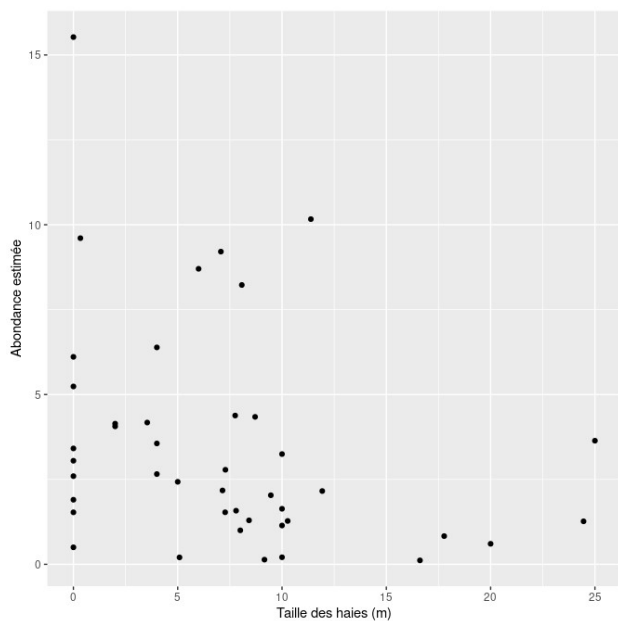


Figure 3: Graphe de l'abondance de l'alouette des champs en fonction de la hauteur des haies

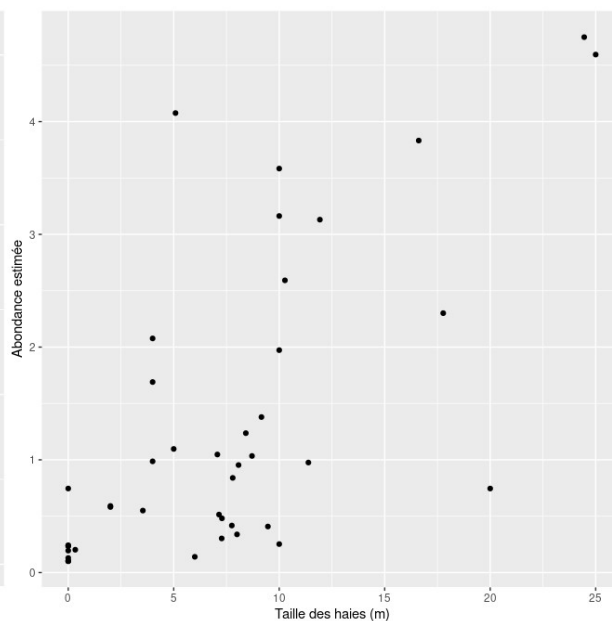


Figure 4: Graphe de l'abondance du pinson des arbres en fonction de la hauteur des haies

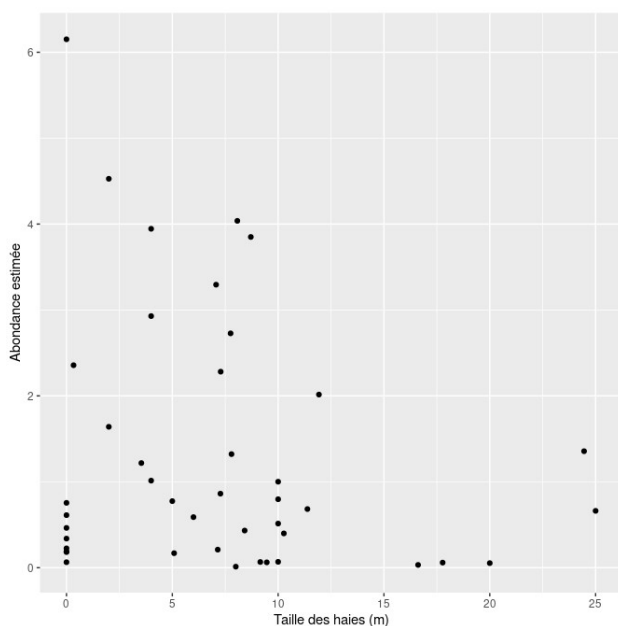


Figure 5: Graphe de l'abondance du bruant proyer en fonction de la hauteur des haies

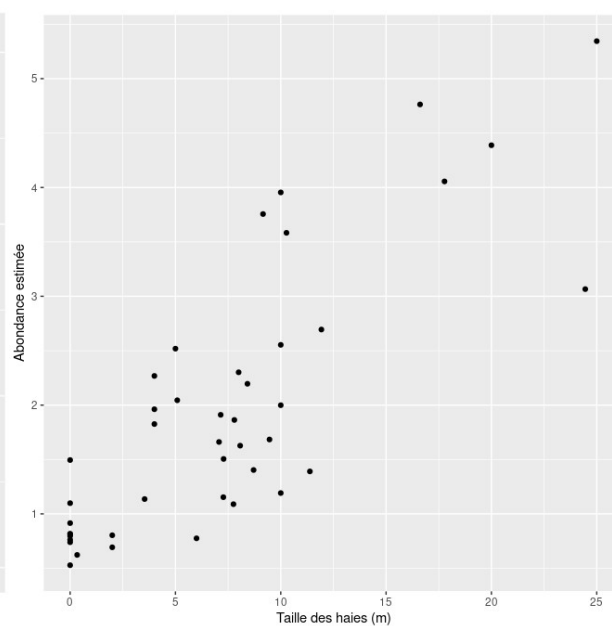


Figure 6: Graphe de l'abondance de la fauvette à tête noire en fonction de la hauteur des haies

La présence des haies autour des parcelles, à travers l'IPE pour les espèces de milieux ouverts, et la longueur pour les espèces de milieux semi-ouverts, a également des effets importants. Des espèces affectées par la taille des haies, seule l'abondance de l'alouette des champs n'est pas reliée à cette variable, en revanche plusieurs espèces ont une abondance dépendante de la présence des haies sans rapport avec la hauteur. L'abondance de haies se révèle ainsi positive pour le bruant proyer ($p \approx 0,0002; \lambda \approx 2,635$), le tarier pâle et la linotte mélodieuse, mais également pour la fauvette grisette et le bruant zizi ($0,002 \leq p \leq 0,02; 1,375 \leq \lambda \leq 2,721$). Il est également possible (resp. $p \approx 0,091$ et $p \approx 0,07$) que celle-ci ait un effet positif sur l'abondance des perdrix grises et pies-

grièches écorcheurs (resp. $\lambda \approx 2,376$ et $\lambda \approx 12,72$). La très grande valeur de λ en ce qui concerne la pie-grièche est cependant surprenante, probablement à relier à l'infirmité de la modélisation pour cette espèce (ce qui est également le cas de la perdrix). L'IPE, également testé sur les espèces généralistes et forestières, a un effet positif sur certaines de ces espèces. En effet, le pinson des arbres et le merle noir sont ainsi plus abondants en présence d'un plus fort embocagement (resp. $p \approx 0,001$ et $p \approx 0,056$; $\lambda \approx 1,965$ et $\lambda \approx 1,39$). Les graphiques de l'abondance estimée en fonction de l'IPE pour le bruant proyer (Figure 7) et le pinson des arbres (Figure 8) permettent de voir que bien que la quantité de haies et de lisières forestières entourant la parcelle a un effet positif sur l'abondance des deux espèces, celles-ci sont nécessaires pour le pinson tandis que le proyer peut se contenter de parcelles avec un faible embocagement.

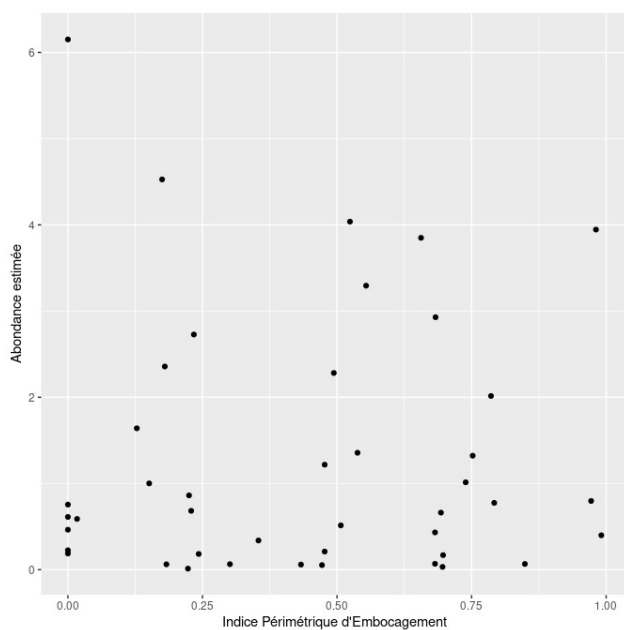


Figure 7: Graphe de l'abondance du bruant proyer en fonction de l'embocagement

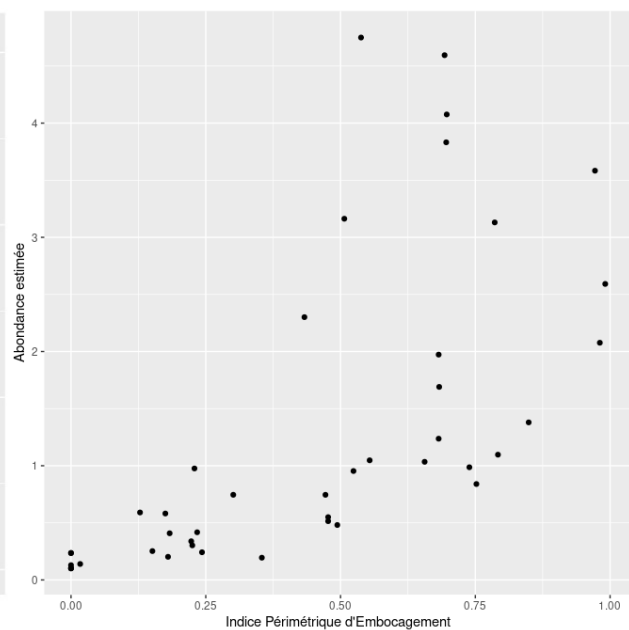


Figure 8: Graphe de l'abondance du pinson des arbres en fonction de l'embocagement

L'effet de la hauteur des arbres intraparcellaires est soumis à plus d'incertitudes, probablement du fait que beaucoup de parcelles en sont dépourvues et que, étant donné la jeunesse des plantations elle reste très peu variable. On peut cependant distinguer un effet possible ($0,017 \leq p \leq 0,068$) sur le bruant proyer, la fauvette grisette et le tarier pâtre, négatif pour les deux premiers (resp. $\lambda \approx 0,512$ et $\lambda \approx 0,778$), et positif pour le dernier ($\lambda \approx 2,615$).

L'étude de l'abondance du bruant proyer (Figure 9) et de la fauvette grisette (Figure 10) en fonction de la hauteur des arbres permet de voir que si ces deux espèces sont plus abondantes sur les parcelles aux arbres les plus bas, elles n'y sont pas sensibles de la même manière. Le bruant proyer est ainsi quasiment absent dès que les arbres font plus de 5m de haut tandis que la fauvette grisette tolère mieux de plus hauts arbres.

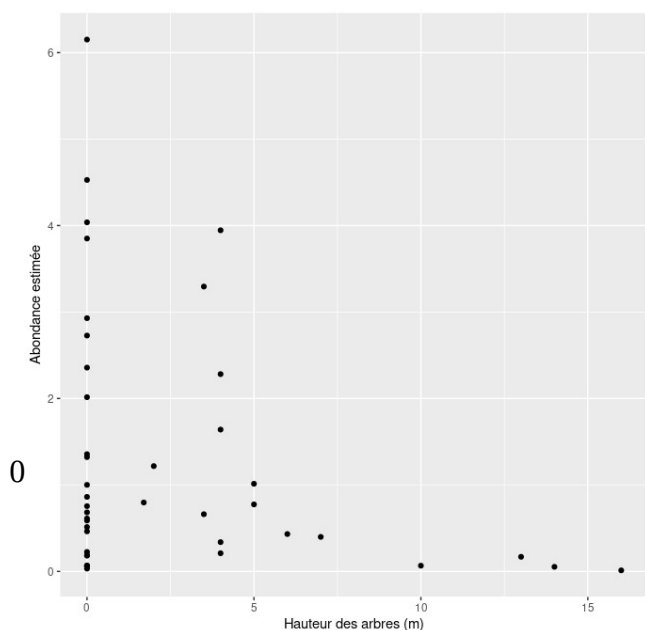


Figure 9: Graphe de l'abondance du bruant proyer en fonction de la hauteur des arbres

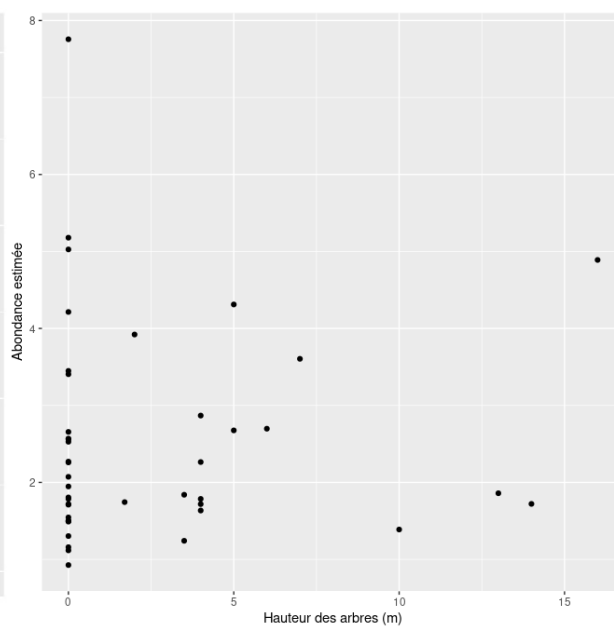


Figure 10: Graphe de l'abondance de la fauvette grisette en fonction de la hauteur des arbres

Tableau 16: Coefficients et p-value du test F associés aux variables testées pour les espèces généralistes. Les valeurs de p sont colorées selon un gradient décroissant du rouge au bleu.

	F. à tête noire		P. des arbres		Merle noir		M. charbonnière		M. bleue		A. mouchet		H. polyglotte	
	coef	p	coef	p	coef	p	coef	p	coef	p	coef	p	coef	p
p(Intercept)	0,4966661	0,967	0,4716523	0,799	0,1151639	0,00154	0,3074508	0,206152	0,07881265	0,0441	0,02099537	0,0161	0,03470176	1,85E-05
p(Date)														
p(Temp)					0,5082023	0,22749	0,4720388	0,000477						
p(Noise)	0,3814234	0,143			0,3288586	0,06055								
p(Zone)			0,5013369	0,108			0,5024542	0,007661			0,26560205	0,1001	0,5010269	0,172
p(Hour)			0,4990868	0,211			0,4989989	0,251125			0,50022797	0,8623	0,49624385	0,0155
λ(Intercept)	1,7423585	0,04676	0,7251008	0,18926	2,439522	0,0952	1,245942	0,4801	1,1042515	0,9309	0,50122053	0,3874	0,63722051	0,272
λ(TH)	1,4395777	0,00526	1,3477399	0,0312					1,2556072	0,2869	3,6872713	0,334	7,8729559	0,000233
λ(Haut_arb)			0,878455	0,42499	0,811324	0,3446	1,096932	0,556	1,514241	0,0136				
λ(IPE)			1,9654372	0,00122	1,390232	0,056	1,39368	0,1101						
λ(O1000)	0,8056356	0,10364							0,5753839	0,0153			0,5388848	0,010994
λ(B1000)											1,9095776	0,157	0,5081701	0,010044
λ(F200)											0,7418811	0,629	0,5230382	0,046769
λ(B200)	1,096668	0,43567			1,225714	0,2274					1,4794603	0,141		
λ(LC)			1,7174911	0,00126			1,490771	0,0103	1,5296669	0,0607	0,386672	0,282	1,5063396	0,103089
λ(Area)													0,4344906	0,005245

La hauteur de la végétation a un effet positif sur la fauvette grisette ($p \approx 6 E^{-5}$; $\lambda \approx 1,521$) et négatif sur l'alouette des champs. Le possible effet très positif ($p \approx 0,095$; $\lambda \approx 6,837$) de cette variable sur la pie-grièche écorcheur est en particulier étonnant, étant donné la très grande valeur de λ , il est probable que ce soit à relier avec la non fiabilité de la modélisation pour cette espèce .

La surface des parcelles a au contraire un effet négatif sur la fauvette grisette ($p \approx 0,027$; $\lambda \approx 0,713$) et la linotte mélodieuse ($p \approx 0,013$; $\lambda \approx 0,719$) et un effet positif sur l'alouette des champs ($p \approx 1 E^{-8}$; $\lambda \approx 1,662$). La surface a également un effet négatif sur l'hypolaïs polyglotte ($p \approx 0,005$; $\lambda \approx 0,434$) et probablement positif sur le pouillot véloce ($p \approx 0,058$; $\lambda \approx 1,779$).

L'agriculture biologique, qui n'a été testée que sur les espèces de milieux ouverts a montré un effet positif sur le bruant proyer ($p \approx 0,027$; $\lambda \approx 0,713$) de même que sur la perdrix grise et la bergeronnette printanière mais aucun effet sur l'alouette des champs. Ces résultats, à nuancer par rapport aux problèmes d'effectifs, sont relativement cohérents avec la littérature ayant montré l'effet positif de l'agriculture biologique sur les oiseaux.

	Pipit des arbres		R. familial		T. mignon		P. véloce	
	coef	p	coef	p	coef	p	coef	p
p(Intercept)	0,08860116	0,0923	0,2171496	0,0119	0,2313517	0,135	0,3037192	0,132
p(Date)								
p(Temp)					0,4837022	0,1662		
p(Noise)	0,06128918	0,0392	0,4239489	0,5307				
p(Zone)	0,50176712	0,2597	0,5023703	0,0635	0,5031987	0,0178	0,5013858	0,164
p(Hour)	0,5039234	0,1288			0,5018958	0,129		
λ (Intercept)	0,1580424	0,00956	0,5478936	0,05831	0,3551106	0,00193	0,3666789	0,005922
λ (TH)	1,3264895	0,48449	1,6254186	0,00491				
λ (Haut_arb)								
λ (IPE)								
λ (F1000)	3,4027613	0,00133	1,7879547	0,00215	1,8120873	0,03036	2,9354755	0,000145
λ (B1000)	1,7568085	0,21374					1,9174993	0,024716
λ (F200)	0,6038275	0,24398			1,4197197	0,06611		
λ (B200)					1,3276976	0,3103	1,5429846	0,112368
λ (LC)	2,748956	0,07116	1,6101031	0,03272				
λ (Area)	1,0465763	0,93081					1,7793155	0,058128

Tableau 17: Coefficients et valeur p du test F associés aux variables testées pour les espèces forestières. Les valeurs de p sont colorées selon un gradient décroissant du rouge au bleu.

Contrairement aux pratiques agricoles, la structure du paysage à grande échelle ne semble avoir que peu d'effet sur l'abondance des oiseaux agricoles. En ce qui concerne les oiseaux de milieux semi-ouverts, seul le tarier pâtre serait négativement influencé par la proportion de surfaces ouvertes dans un rayon de 1km ($p \approx 0,076$; $\lambda \approx 0,549$). Chez les oiseaux de milieux ouverts on peut noter un effet (resp. $p \approx 0,0003$ et $p \approx 0,009$) positif de cette même variable sur le bruant proyer et la perdrix grise (resp. $\lambda \approx 2,449$ et $\lambda \approx 15,96$) et un effet négatif de la proportion de surfaces en forêt dans un rayon de 200m sur l'alouette des champs ($p \approx 0,002$; $\lambda \approx 0,448$). A l'inverse, les oiseaux forestiers qui vivent à proximité des parcelles agricoles sont bien plus sensibles à la structure du paysage, et en particulier à la proportion de surfaces forestières dans un rayon de 1km. L'abondance de toutes les espèces forestières étudiées est ainsi favorisée par la surface de leur habitat à grande échelle ($0,0001 \leq p \leq 0,031$; $1,788 \leq \lambda \leq 3,403$). En comparaison, la proportion de surfaces forestières dans un rayon de 200m ne semble pas avoir d'effet particulier si ce n'est peut-être pour le troglodyte mignon ($p \approx 0,066$; $\lambda \approx 1,41$). La proportion de surfaces bâties dans un rayon de 1km semble également avoir un effet sur l'abondance du pouillot véloce ($p \approx 0,025$; $\lambda \approx 1,997$). Ces surfaces ont également un effet sur l'hypolaïs polyglotte ($p \approx 0,025$; $\lambda \approx 1,997$) qui est la seule espèce généraliste qui semble très fortement influencée par la composition générale du paysage. En effet, la proportion de surfaces ouvertes (1km) ($p \approx 0,025$; $\lambda \approx 1,997$) et la proportion de surfaces forestières (200m) ($p \approx 0,025$; $\lambda \approx 1,997$) l'influencent également négativement. La mésange bleue est également négativement influencée par la proportion de surfaces ouvertes (1km) ($p \approx 0,015$; $\lambda \approx 0,575$).

Enfin, parmi les variables importantes dans la structure du paysage, le linéaire de haies et de lisières de forêt connectées sont importantes pour des espèces généralistes et forestières mais pas pour les espèces agricoles. En effet, pour les espèces de milieux semi-ouverts sur lesquelles cette variable a été testée, aucun effet n'a été mis en évidence. Au contraire, le pinson des arbres, la mésange charbonnière, la mésange bleue et le rougegorge familier ($0,001 \leq p \leq 0,061$; $1,491 \leq \lambda \leq 1,717$), de même que possiblement le pipit des arbres ($p \approx 0,071$; $\lambda \approx 2,749$) y sont positivement associés.

Abondances et diversité des espèces

Le graphe de l'ACP de l'abondance des espèces sur chaque parcelle est présenté en figure 11, la représentation la plus adéquate était celle des 2èmes et 3èmes dimensions. On peut ainsi voir que les espèces se répartissent selon trois gradients principaux. En bas à gauche les espèces de milieux ouverts dont l'alouette des champs constitue le pôle extrême en lien avec les parcelles les plus ouvertes, grandes, sans arbres intraparcellaires, avec peu de haies (de OF1 à PB1). Les espèces de milieux semi-ouverts sont en bas à droite avec la fauvette grisette comme pôle extrême et associées à des parcelles de taillis (AS3), avec de nombreuses haies basses et/ou quelques arbres bas (FM4, YF1, AS2, SP2, FG1et2). Enfin, les espèces généralistes et forestières se répartissent selon un axe allant du centre à l'extrémité haute où la fauvette à tête noire et le pouillot véloce en forment le pôle extrême, en association avec les parcelles ayant le plus de lisières forestières et le plus fort embocagement (JCS1, PB2, PP1,2,3) et/ou associées à un grand nombre d'arbres intraparcellaires (BS5, VF1, RS2). La différence entre espèces de milieux ouverts et espèces de milieux semi-ouverts se révèle donc davantage comme étant en réalité une continuité au sein de laquelle la perdrix grise, le bruant proyer, la bergeronnette printanière, le tarier pâtre et la pie-grièche écorcheur se situe en intermédiaires. A l'inverse, les espèces généralistes et forestières montrent une certaine disparité entre des espèces davantage reliées aux parcelles plus ouvertes, en particulier le pipit des arbres et le pouillot fitis. Les oiseaux de milieux bâtis, le chardonneret élégant, le verdier d'Europe et le moineau domestique se retrouvent également à cette intersection, ce qui correspond bien à la situation des milieux bâtis, associant souvent des espaces très ouverts à d'autres beaucoup plus arborés.

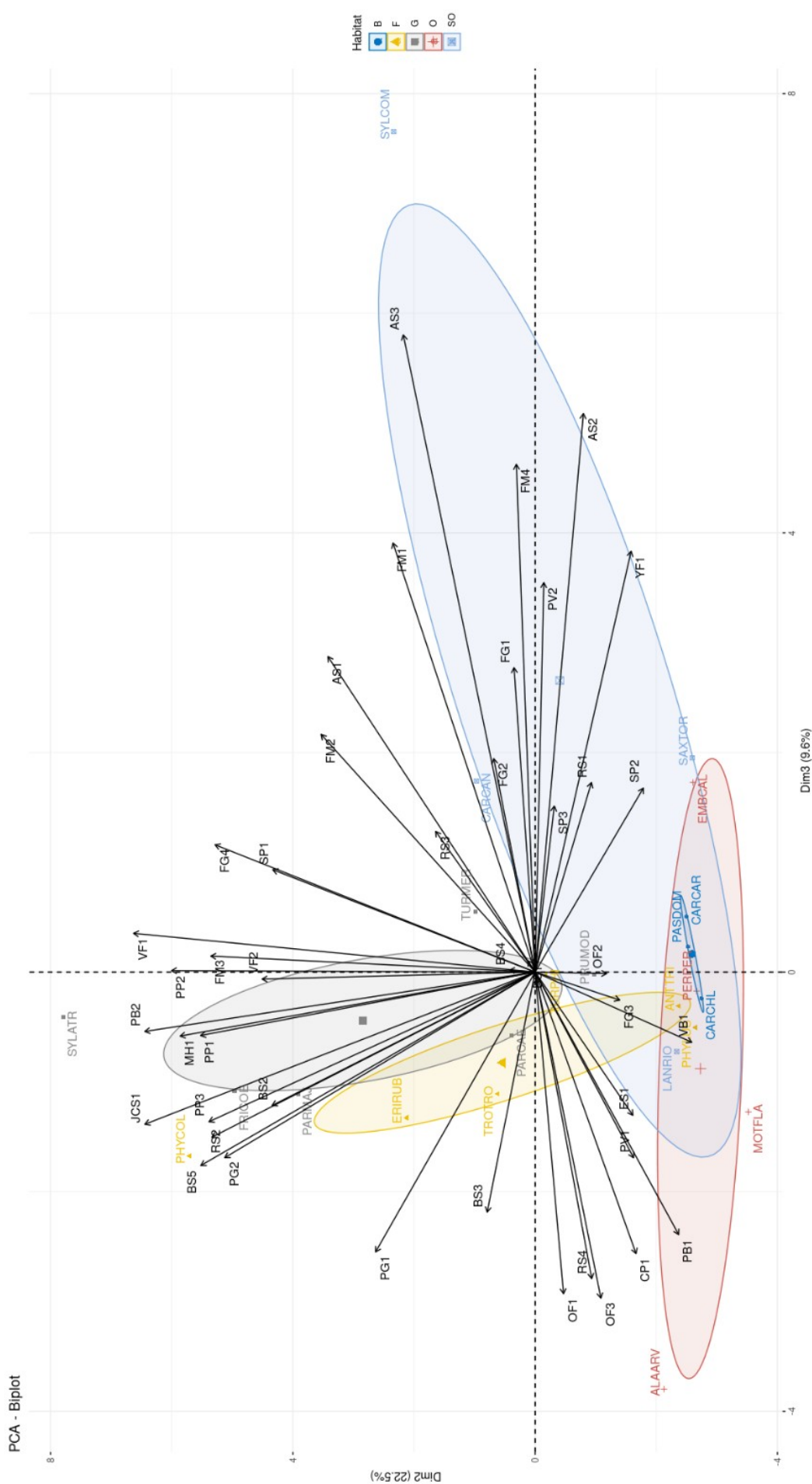


Figure 11 : Graphe de l'ACP des abondances des espèces par parcelle. Les espèces sont regroupées par communauté d'habitats préférés : bâtis (B), forestiers (F), généralistes (G), ouverts (O) et semi-ouverts (SO). CARCAN = chardonneret élégant ; CARCHIL = verdier d'Europe ; PASDOM = moineau domestique ; ANTRI = pipit des arbres ; ERIRUB = rougegorge familier ; PHYCOL = pouillot véloce ; PHYVBI = pouillot fittis ; TROTRO = Troglodytes mignon ; TURPHI = grive musicienne ; FRICOE = pinson des arbres ; PARCAE = mésange bleue ; PARMAJ = mésange charbonnière ; PRUMOD = accenteur mouchet ; SYLATR = fauvette à tête noire ; TURMERO = merle noir ; ALAARV = alouette des champs ; EMBCAL = bruant proyer ; MOTFLA = bergeronnette printanière ; PERPER = perdrix grise ; CARCAN = linotte mélodieuse ; LANRIO = pie-grièche écorcheur ; SACTOR = tarier pâtre ; SYLCOM = fauvette grisette ;

Site	simpson	shannon	N	O	SO
VF1	0,945	3,048	25	0	3
JCS1	0,942	3,024	25	1	2
VF2	0,940	2,904	20	3	3
FG4	0,937	2,877	20	2	3
BS1	0,935	2,917	22	2	5
PB2	0,932	2,787	18	0	2
MH1	0,932	2,832	19	1	2
AS1	0,930	2,713	16	0	1
BS2	0,930	2,734	17	2	4
PP3	0,928	2,776	19	0	1
FM3	0,928	2,775	18	0	3
PP1	0,928	2,780	19	0	1
RS2	0,927	2,763	18	1	2
FM2	0,926	2,675	16	2	2
BS5	0,924	2,753	19	2	4
PP2	0,922	2,699	17	0	1
PG2	0,920	2,623	15	1	2
FM1	0,918	2,643	16	1	3
FG1	0,914	2,553	14	2	3
FM4	0,909	2,506	14	2	3
SP1	0,908	2,618	17	1	3
AS3	0,908	2,602	16	0	3
RS3	0,884	2,310	12	1	2
SP2	0,880	2,274	12	4	2
FG3	0,875	2,290	12	3	3
VB1	0,875	2,253	11	2	3
BS4	0,867	2,355	15	3	4
AS2	0,861	2,095	9	2	4
PV2	0,848	2,067	10	3	2
BS3	0,842	2,165	12	2	3
FG2	0,837	2,217	15	3	2
SP3	0,828	1,977	9	3	1
PB1	0,820	1,941	9	2	1
OF1	0,818	2,059	11	1	1
PG1	0,816	1,748	6	1	1
YF1	0,803	2,195	15	2	3
ES1	0,760	1,609	6	2	2
OF2	0,755	1,673	7	2	3
RS4	0,710	1,638	8	2	2
RS1	0,700	1,280	4	1	2
CP1	0,612	1,300	6	4	1
PV1	0,609	1,190	5	3	1
OF3	0,340	0,639	3	1	0

Tableau 18: Indices de diversité et nombre d'espèces présentes sur chaque parcelles. Le nombre d'espèces de milieux ouverts (O) et semi-ouverts (SO) est également présenté.

Les indices de diversité de Simpson et de Shannon de chaque parcelles sont présentés dans le tableau 17. Les parcelles sont classées dans l'ordre décroissant de l'indice de Simpson. La différence principale entre les deux indices de diversité est que l'indice de Simpson prend en compte l'équitabilité, c'est à dire les différences d'abondance entre espèces, en partant du principe que la dominance d'une espèce par rapport aux autres sur un site correspond à une diversité plus faible. L'indice de Shannon prenant moins en compte cette différence donne une plus grande importance à la présence d'espèces rares. On peut ainsi voir qu'ici, l'indice de Simpson n'augmente presque plus à partir de 16 espèces, la différence entre 20 et 25 espèces n'ayant aucun effet sur la diversité, tandis que l'indice de Shannon continue à augmenter au fur et à mesure.

Les lignes encadrées correspondent aux parcelles présentant la plus grande diversité d'espèces agricoles avec la plus grande équitabilité entre les espèces de milieux ouverts et semi-ouverts. On peut remarquer que celles-ci ont des indices de diversité plutôt faibles de manière générale, indiquant que la diversification des espèces, donc des écosystèmes, se fait plutôt à leur détriment. Il faut cependant remarquer que trois de ces parcelles sont parmi celles ayant la plus grande diversité de l'étude. Il s'agit en réalité de parcelles de grandes cultures avec une lisière forestière ou une haie en taillis sous futaie très large et des haies de faible hauteur sur la moitié ou les trois quarts des bordures. Ainsi, l'augmentation de la diversité d'espèces non-agricoles sans trop diminuer celle des espèces agricoles serait liée à la gestion de

différentes hauteurs de haies tout en gardant au moins une bordure connectant les milieux ouverts de la parcelle à ceux des autres parcelles et ne fermant pas totalement celle-ci.

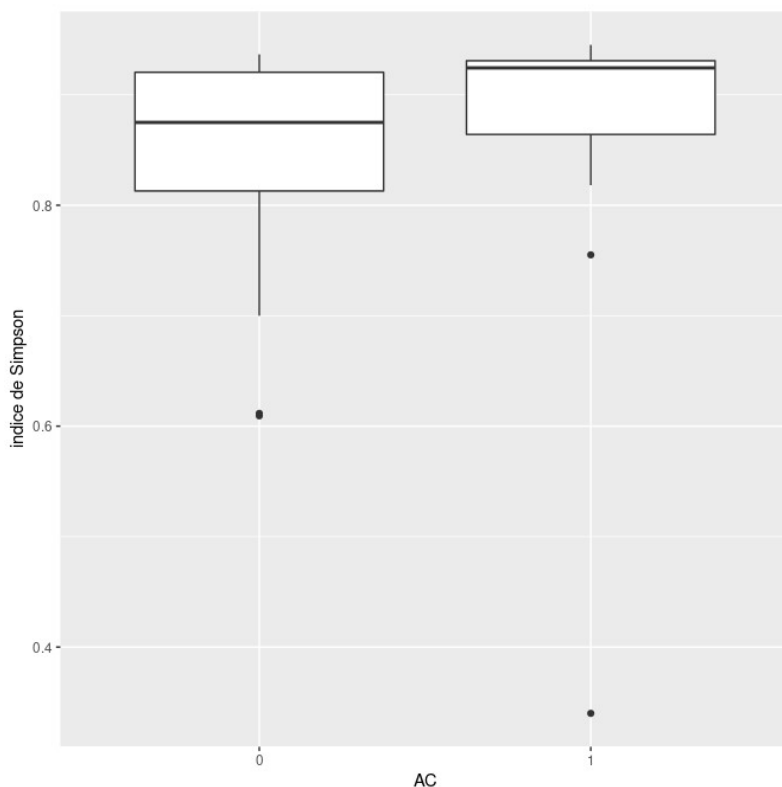


Figure 12: Diagramme en boîte de la diversité en fonction de la conduite en agriculture de conservation (1) ou non (0)

Aucune différence de diversité n'a été mise en lien avec l'agroforesterie ou l'agriculture biologique à partir de tests de Kruskal-Wallis (resp. $\chi^2 = 1,2007$; $p = 0,2732$ et $\chi^2 = 1,6235$; $p = 0,2026$). En revanche celle-ci semble être corrélée positivement à l'agriculture de conservation ($\chi^2 = 4,1205$; $p = 0,04237$) voir Figure 12.

Pratiques agroforestières et oiseaux - discussion

Abondance des oiseaux en agroforesterie

La faible abondance de certaines espèces semble compliquer leur étude et leur compréhension. En effet, la modélisation sur les espèces peu observées, le bruant jaune, le bruant zizi, la bergeronnette printanière, la pie-grièche écorcheur, le pipit des arbres ou la perdrix grise, donne ainsi des résultats si ce n'est incohérents, du moins visiblement peu fiables. La prudence incite donc à laisser de côté ces résultats.

En ce qui concerne les autres espèces, les résultats permettent de montrer une différence importante entre les préférences des oiseaux agricoles et des oiseaux généralistes et forestiers. Les oiseaux agricoles sont ainsi très sensibles aux pratiques et en particulier à la présence et à la hauteur des ligneux, que ce soit en bordure ou à l'intérieur des parcelles tandis que les oiseaux généralistes

et surtout forestiers sont davantage influencés par la structure du paysage. Cette différence est tout à fait logique étant donné la différence de spécialisation entre ces deux groupes. Les oiseaux agricoles sont ainsi influencés par ce qui modifie leur habitat tandis que la présence des oiseaux forestiers est directement liée à la présence de boisement à proximité des parcelles.

Étant donné l'écologie des oiseaux il apparaît tout à fait logique que la hauteur des haies soit un facteur important dans l'abondance des différentes espèces (Hinsley & Bellamy, 2000). Les haies hautes privilégiant les oiseaux généralistes comme la fauvette à tête noire ou le pinson des arbres, tandis que les espèces de milieux ouverts et semi-ouverts préfèrent des haies basses. L'effet négatif très important ($\lambda \approx 0,245$) observé sur le tarier pâle en comparaison de celui observé sur la linotte ($\lambda \approx 0,776$) est relativement cohérent vis-à-vis de sa préférence pour des milieux plus ouverts. Le relativement faible nombre de données sur le tarier invite malgré tout à nuancer ces résultats, notamment dans l'impossibilité de produire une estimation fiable des abondances par site qui aurait permis de faire une comparaison de cet effet sur les différentes espèces. A l'opposé, en ce qui concerne les oiseaux de milieux ouverts on peut remarquer que l'alouette des champs est moins affectée par la hauteur des haies ($\lambda \approx 0,742$) que le bruant proyer ($\lambda \approx 0,589$), possiblement parce que celle-ci utilise beaucoup moins les ligneux que ce dernier.

Cette tolérance relative des alouettes des champs envers la présence et la hauteur des haies pourrait résulter de leur préférence pour les grandes parcelles dans la mesure où celles-ci éloignent davantage les haies. Au contraire, la préférence de la fauvette grisette pour des parcelles de petites tailles alors que la hauteur des haies n'a étonnamment pas montré d'effet sur cette espèce qui est pourtant connue pour privilégier les habitats buissonnant inférieurs à 2m de haut pourrait être liée à sa préférence pour une grande abondance de haies. En effet, de plus petites parcelles augmenteraient ainsi l'embocagement du paysage. L'absence d'effet de la hauteur des haies sur cette espèce pourrait être reliée avec le fait que celles-ci serviraient davantage de zones d'alimentation tandis que l'espèce niche dans la végétation herbacée haute dans les parcelles cultivées (Halupka et al. 2002 ; Stoate & Szczur, 2001). Cette hypothèse est renforcée par la démonstration d'un effet positif de la hauteur de la végétation sur cette espèce. Les petites parcelles embocagées permettraient ainsi probablement de rapprocher les zones de nidification et d'alimentation de cette espèce, favorisant son développement. Cela reste cependant en partie contradictoire avec la préférence générale de l'espèce pour des haies relativement basses (Stoate & Szczur, 2001). Il est également possible que l'utilisation de la hauteur moyenne des haies par parcelle soit à l'origine de cette absence d'effet en ne séparant pas haies hautes et haies basses lorsque celles-ci coexistent sur une même parcelle.

La hauteur des arbres intraparcélaires pose quant à elle plus de questions dans la mesure où relativement peu d'espèces agricoles semblent y être sensibles : le bruant proyer, la fauvette grisette

et le tarier pâtre. Dans le cas de ce dernier, l'effet positif de la hauteur des arbres est malgré tout possiblement dû à un biais lié au relativement faible effectif observé. Une autre explication possible de cette contradiction serait le fait que dans la plupart des cas d'alignements intraparcellaires ceux-ci sont plus épars que des haies et ferment moins l'espace tandis que la bande enherbée suivant cet alignement fournirait des habitats favorables, notamment à l'alouette des champs. Eraud et Boutin (2002) ont en effet montré l'importance de petites parcelles avec d'importantes bordures non cultivées, tandis que les haies diminuerait la valeur des bandes enherbées adjacentes pour les espèces de prairies (Besnard & Secondi, 2014). Dans ces conditions, la préférence de l'alouette pour les grandes parcelles pourrait être liée à la présence de haies en bordure tandis que les alignements d'arbres sans arbustes auraient tendance à permettre un maillage de bandes enherbées au sein des parcelles. Étant donné que des effets négatifs de la hauteur des arbres ont été montrés alors que ceux-ci sont encore très jeunes et bas (majoritairement inférieur à 6m), cela suggère cependant que ces espèces vont avoir du mal à perdurer sur les parcelles présentant des alignements de forte densité d'arbres destinés à la production de bois.

Les effets de la composition du paysage sur les espèces confirment les résultats d'études précédentes, les espèces forestières étant favorisées par la présence de boisements (Dolman et al. 2007 ; Aue et al. 2014. ; Redlich et al. 2018). Les effets négatifs de l'augmentation des différents milieux sur l'hypolaïs polyglotte semble cependant montrer sa préférence pour des paysages « équilibrés », ce qui est relativement cohérent avec le fait que cette espèce privilégie des habitats buissonnants généralement situés en lisières de forêts et de milieux agricoles, ou encore dans les jardins.

L'importance de la connexion des lisières et des haies pour certaines espèces généralistes et forestière et pas pour d'autres pourrait être liée à la préférence de ces espèces pour la lisière ou l'intérieur des boisements. Les résultats concernant la mésange bleue sont cependant contradictoires. McCollin (1998) a en effet montré à travers une revue de la littérature que celle-ci est une espèce de l'intérieur des forêts de même que le pouillot véloce tandis que le pinson des arbres, la mésange charbonnière, le pipit des arbres, la fauvette à tête noire et le merle noir n'ont pas de préférence pour l'intérieur ou la lisière des forêts. Terraube et al (2016) ont au contraire montré une forte préférence pour les lisières de forêt dans les paysages en mosaïque du sud-ouest et du centre de la France.

Ces résultats sont à mettre en lien avec la répartition de l'abondance des différentes espèces en fonction des parcelles qui permet de mettre en évidence les différentes communautés définies plus tôt. Si l'on observe une continuité des oiseaux agricoles entre la communauté des espèces de milieux ouverts et celle des milieux semi-ouverts en lien avec l'augmentation de la hauteur et de la densité de ligneux arbustifs et de la végétation herbacée, on peut également observer le même genre

de continuité en ce qui concerne les espèces forestières et généralistes. Ces deux groupes sont ainsi divisés entre espèces préférant des arbres et arbustes haut et denses, tendant vers l'intérieur des forêts, et espèces préférant les lisières forestières, associant milieux fortement arborés et milieux ouverts. On retrouve ainsi dans le premier groupe le pouillot véloce et la fauvette à tête noire tandis que les oiseaux de lisières semblent réunir le pipit des arbres, le pouillot fitis, l'accenteur mouchet et la mésange bleue.

Associer diversité et oiseaux agricoles en agroforesterie

L'étude de la diversité des oiseaux sur les parcelles n'a pas montré de lien avec l'agroforesterie contrairement aux résultats d'autres recherches (Torralba et al. 2016). Il est probable que ceci soit en particulier dû à la jeunesse des plantations d'alignements intraparcellaires qui n'attirent pas encore beaucoup d'espèces généralistes et forestières. Il apparaît cependant que la diversité en oiseaux agricoles a tendance à diminuer le long des gradients de complexité paysagère et d'habitat vers des états forestiers, ce qui va dans le sens de ce qui a pu être observé au sein des fermes HNV (Aue et al. 2014. ; Redlich et al. 2018). Certaines parcelles montrent malgré cela qu'il est possible de diversifier les espèces d'oiseaux agricoles à conditions de diversifier la structure du paysage tout en garantissant la connexion de grandes surfaces ouvertes.

L'importance de la hauteur et de la connexion des haies à des boisements sur la composition des peuplements d'oiseaux en milieux agricoles, associé à l'importance de la surface des parcelles invoque ainsi la nécessité de mettre en place une gestion paysagère plus que parcellaire pour permettre la cohabitation de l'agroforesterie et des oiseaux agricoles. En effet, au-delà de la hauteur des haies, la connexion de celles-ci à des boisements a tendance à diminuer le nombre et l'abondance des espèces agricoles présentes par rapport à des haies non connectées (Batáry et al. 2012). Ceci pourrait-être en lien avec le fait que la pression de prédation est plus forte sur les nids dans les haies connectées ou à proximité de celles-ci (Ludwig et al. 2012). Pour l'alouette des champs, ainsi que le bruant proyer, il serait donc important de maintenir des espaces ouverts, peu embocagés, ou du moins de manière discontinue, avec des arbres et arbustes de faible hauteur et présentant de larges surfaces enherbées. Les alignements intraparcellaires d'arbres sans arbustes le long d'une bande enherbée, qui n'ont pas été étudiés ici, pourraient donc être davantage favorables pour ces espèces (à condition de limiter leur hauteur et leur densité sur la ligne) ainsi que pour le tarier pâtre en leur fournissant une accessibilité de milieux prairiaux sans les réduire par une véritable haie. Les espèces de milieux semi-ouverts, et en particulier la fauvette grisette devrait être moins sensible à la taille des parcelles à partir du moment où celles-ci présentent une végétation buissonnante basse que ce soit en bordure pour des petites parcelles ou en intraparcellaire pour les plus grandes.

Les sites montrant la plus grande diversité d'oiseaux, y compris en ce qui concerne les communautés agricoles, sont ainsi des sites présentant une grande diversité paysagère, associant des haies basses et hautes, connectées et non connectées à des lisières forestières et généralement relativement larges (5 à 15m), par exemple une ferme présentant au niveau paysager une mosaïque de grandes cultures avec quelques prairies en jachères associées à une grande variété de structures ligneuses, des haies de différentes hauteurs (4 à 30m), certaines connectées (généralement les plus hautes), d'autres non et des parcelles avec des alignements d'arbres peu denses et sans arbustes.

Limites de l'étude

Parmi les vingt espèces sur lesquelles la modélisation a été réalisée, seule sept d'entre-elles étaient suffisamment abondantes et détectables pour pouvoir en estimer l'abondance. Parallèlement, cinq autres espèces étaient si peu abondantes qu'il est difficile de se fier à la modélisation des effets des variables. Cette situation est cohérente avec le lien entre la fiabilité des modèles N-mixtures et les nombre de sites suivis et de passages effectués (Royle, 2004). Ces deux facteurs se régulant l'un et l'autre, afin d'augmenter le nombre d'espèces étudiables de cette manière à l'avenir, il serait nécessaire d'augmenter le nombres de passages d'observation par parcelle ou, plus efficacement, le nombre de parcelles suivies. Une attention particulière devrait également être apportée à l'adaptation des dates de passage à la phénologie des espèces, en particulier en ce qui concerne les espèces tardives comme la pie-grièche écorcheur. Certaines espèces importantes dans les milieux agricoles, en particulier parce qu'elles sont généralement considérées comme ravageuses de cultures par les agriculteurs (pigeons, corvidés), n'ont pas été étudiées, les grands déplacements de ces espèces empêchant le postulat de fermeture de la population nécessaire au modèle utilisé ici. L'utilisation de modèle N-mixtures généralisés (Dail & Madsen, 2011) pourrait résoudre cette situation.

L'utilisation de ces modèles pourraient également permettre le suivi de la dynamique de ces populations année après année en lien avec l'évolution des plantations agroforestières. De cette manière il serait possible de faire un suivi sur le long terme des effets des conduites agroforestières sur l'abondance des espèces. Ceci permettrait de dépasser à la fois la situation spatio-temporelle restreinte de mon étude, et le manque de parcelles agroforestières anciennes dans l'échantillon, ne permettant pas de faire des conclusions sur l'effet à long terme de l'agroforesterie.

Il serait également nécessaire de se concentrer sur le choix de variables permettant de mieux décrire la diversité des haies et des alignements, par exemple en décrivant ces deux types de structures de manière analogue, par la hauteur, la largeur et le type de structure, auxquelles il faudrait ajouter des variables spécifiques caractérisant la densité au sein des parcelles et du paysage. La largeur des bandes enherbées en bordure de haies et d'alignements serait également des variables

intéressantes à étudier afin de tester les hypothèses soulevées par cette discussion. Enfin, une mesure de la diversité du paysage prenant en particulier en compte la diversité des cultures, prairies et autres milieux ouverts serait probablement intéressante à étudier en relation avec les différences de diversité d'oiseaux sur les parcelles agroforestières.

Des relations multiples et complexes

La gestion paysagère pouvant permettre l'intégration des oiseaux agricoles à une plus grande biodiversité des fermes agroforestières nécessite donc non seulement une diversité de pratiques agroforestières, mais également une intégration des enjeux de ces oiseaux dans ces conceptions. Les relations entre agroforestiers et oiseaux, et en particulier oiseaux agricoles, sont donc au centre de la construction de cette cohabitation.

Comprendre les relations à travers lesquelles les agriculteurs et les oiseaux sont liés, suivre ces fils plus ou moins tendus et observer ce qui les suspend au cours de leur trajet n'a pas été une mince affaire. Je reviendrai plus tard sur la difficulté, le défi, que représente le suivi des attachements entre oiseaux et agriculteurs à partir des entretiens semi-directifs et comment l'observation participante se révèle probablement plus adaptée. C'est au fil des informations recueillies par ces deux méthodes que je vous propose maintenant de voyager à la poursuite de ces relations.

Oiseaux voisins

Ce voyage commence dans une interrogation. Au centre des diverses interactions entre les agriculteurs et les oiseaux se trouve une association à laquelle je n'avais pas pensé, du moins pas en ces termes. Si je m'attendais à ce que les oiseaux de milieux ouverts ne soient pas les plus représentés, je pensais que les agriculteurs, surtout en grandes cultures, avaient suffisamment de contact avec ces oiseaux pour développer certaines relations avec ceux-ci. Or ce n'est pas vraiment le cas, au contraire, hormis les espèces gibiers telles que les perdrix, les agriculteurs mettent toujours en avant l'importance centrale des arbres, et en particulier des haies, comme essentiels à la présence des oiseaux. Ainsi chez tous les agriculteurs on me disait *“Il y a tout un tas de haies, il y a tout un tas d'oiseaux”*, *“Avec la forêt et les haies [les oiseaux] ont un endroit favorables”*, *“[Les haies], elles ne sont pas très touffues aussi, donc on peut pas se cacher, on peut pas faire de nids”* ou bien encore : *“je trouve que [les haies] c'est quand même un petit peu intéressant que ce soit pour les insectes, les oiseaux tout ça donc il faut refaire des espaces où ils peuvent se protéger du froid et du soleil et de la pluie”*. On voit clairement ici à quel point les haies et les arbres sont essentiels pour les oiseaux du point de vue des agriculteurs. Une explication de cette importance

m'a finalement été donnée par un maraîcher pour lequel, j'en reparlerai un peu plus loin, les oiseaux jouaient un rôle important dans le système de production. J'ai déjà abordé son histoire pour donner un exemple de la méthode d'analyse. Ainsi, me disait-il, si vous vous rappelez : "Pas d'arbres, pas d'oiseaux". En précisant sa pensée sur les raisons de cette association : "*Parce qu'ils y trouvent à manger mais c'est surtout pour se protéger des prédateurs. On les voit, ils viennent manger dans les cultures les insectes ou quoi mais dès que y a un problème ils vont rapidement retourner dans les arbres.*", "*les arbres c'est les logements des oiseaux*". Ainsi, les arbres sont les maisons des oiseaux, mais plus encore, l'importance de ce lien entre arbres et oiseaux, c'est le lien de proximité que l'arbre permet entre les oiseaux et les humains. Les oiseaux qui n'ont pas besoin des arbres, sont alors des étrangers, "*C'est pas ce qui vit autour de l'homme. C'est loin.*". Les arbres se révèlent ainsi comme les médiateurs d'une relation de voisinage entre humains et oiseaux. Des interfaces délimitant leurs lieux de vie, parce qu'ils en vont et en viennent, s'activent à leurs bordures, chantent du haut de leurs branches, comme des humains dans leurs maisons et leurs jardins. Ces jardins qui justement sont peuplés d'arbres et d'oiseaux.

L'existence des oiseaux est ici considérée en tant qu'être vivant et très semblable aux humains à cet égard, à travers ses besoins essentiels : la protection, la nourriture, la reproduction. Toutes ces nécessité qui leur permettent de persister en tant qu'être-vivant à travers les arbres et ce que les agriculteurs peuvent faire pour leur fournir ces habitations s'inscrit assez évidemment dans ce que Bruno Latour appelle le mode d'existence de la reproduction [REP]. A travers son *Enquête sur les modes d'existence* (2012), il nous propose une anthropologie des moderne, c'est-à-dire de manière générale de ce qu'on peut appeler la "civilisation occidentale", présentant les modes d'existence comme des façons particulières dont les êtres deviennent d'autres être à travers les relations qui les lient. Le mode [REP] constitue alors, sommairement, en la transformation, la traduction des êtres à travers le temps, par la reproduction d'eux-même, avec la médiation, en ce qui concerne les être-vivants de tout ce qui remplit les nécessité de la vie, se nourrir, s'abriter, se reproduire. Cette première relation entre les agriculteurs et les oiseaux, que je nomme comme *oiseaux voisins*, semble tirer son importance de son origine, la plus organique qui soit, de la reconnaissance de la ressemblance entre humains et oiseaux, de besoins communs au sein d'un même espace.

Oiseaux collaborateurs

A partir de cette relation élémentaire que constituent les oiseaux voisins, plusieurs autres relations peuvent voir le jour, plus complexes. En continuant à sillonner les chemins reliant les agriculteurs et les oiseaux, j'ai pu observer que certains comportements des oiseaux en relation avec d'autres êtres était également des médiateurs de relations avec les agriculteurs. Le même maraîcher

me racontait ainsi comment les oiseaux étaient centraux dans son système de production parce qu'ils l'aident en consommant les insectes ravageurs. *“Il y a des mésanges qui vont dans les serres. [...] Ils se déplaçaient dans les serres et je trouvais, ils mangeaient beaucoup dans les serres c'est quelque chose de bien. Je sais que l'oiseau c'est un allié de l'agriculteur.”*, *“Quand il n'y a plus grand chose à manger ils vont dans les champs où ils vont chercher des souris on les voit tirer la queue des souris puis euh... ça c'est très pratique !”*. Cette façon de considérer l'utilité des oiseaux à travers la spontanéité de l'interaction, une forme de laisser faire l'équilibre de la vie devient encore plus claire à travers d'autres expressions de ce lien : *“Je sais que y a le mouron des oiseaux, c'est une plante, ou j'essaie de ne pas l'enlever. parce qu'à un moment donné y a un tas d'oiseaux qui viennent, qui picorent, qui mangent. Ils sont là. au moins ils sont contents, ils reviendront. Parce que si y a rien à manger ils viennent pas.”*, *“après les abris, non [je n'en mets pas], je pense qu'ils font leurs abris eux mêmes.”* ou encore *“J'ai remarqué cette année, à un moment j'ai vu un truc... Je me suis dit ben tiens c'est intéressant, c'est les akènes des pissenlits... Je vois des oiseaux qui viennent et qui en ramassent beaucoup. Moi je croyais ils étaient sur les salades mais en fait non je voyais qu'ils ramassaient et j'ai compris qu'ils faisaient leur nids. C'était la période de nidation je me suis dit, bah, la prochaine fois je passerai pas la tondeuse avant qu'ils ramassent. c'est des petites remarques comme ça.”*. On voit bien ici que cette relation passe par l'observation quotidienne des relations entre les êtres qui entourent l'agriculteur pour mieux les comprendre et leur laisser leur place tout en profitant de l'aide qu'il peuvent fournir et même s'il leur arrive de se nourrir des cultures. *“C'est ce que je dis toujours, pour moi la réflexion est en amont. Faut pas que j'arrive au point de dire « c'est quoi la solution ? ». il faut que je pense à ce qu'il y ait pas de problème. La réflexion est en amont, donc utiliser tout ce que je peux avoir comme atouts. Les oiseaux font partie, les insectes font partie, y a des ravageurs et y a des prédateurs. Je peux pas privilégier l'un par rapport à l'autre mais tous ont leur bons... Je préfère privilégier ça que de courir derrière la correction et le traitement.”* Cette relation passe ainsi par un croisement du mode [REP] avec celui de l'attachement [ATT].

Le mode [ATT] est dans la systémique proposée par Latour la façon dont des êtres existent à travers la nécessité qu'ils constituent pour l'existence d'autres, ces “intérêts passionnés” qui attachent solidement par exemple la nourriture à celui qui s'en nourrit ou un travailleur à son travail. Ainsi, si l'on peut clarifier que la reproduction présentée précédemment se met en place en relation avec des attachements, on peut surtout voir la place des attachements dans cette relation des agriculteurs avec les *oiseaux collaborateurs* au niveau des attachements entre oiseaux et insectes, agriculteurs et cultures. Ceux-ci produisant alors un attachement entre agriculteurs et oiseaux, traduisant leurs existences dans une forme de codépendance à travers la collaboration pour réaliser leurs nécessités propres. Cette relation particulière est ainsi justifiée à travers un système de valeurs

décrit comme le monde de l'harmonie par Rougemont (2017) complétant les travaux précédant sur la cité verte (Lafaye & Thévenot, 1993 ; Latour, 1995). Le concept des cités dans la théorie de la justification (Boltanski & Thévenot, 1991) est issu de l'idée que les actions et relations des humains impliquent généralement la mobilisation d'un certain nombre de valeurs permettant la justification de ces actions et qu'il existe des systèmes cohérents et incommensurables de valeurs appelés cités dans lesquelles nous puisons ces justifications. Les justifications sont ainsi généralement des compromis et des croisements de valeurs issues de plusieurs de ces cités comme par exemple la justification à la fois marchande, traditionnelle et juridique d'une action.

La cité harmonieuse rassemble de manière cohérente ce que l'on considère généralement comme les valeurs de l'écologie. Comme son nom l'indique, son principe central est la réalisation d'une coexistence harmonieuse, ceci autour des valeurs de respect, de responsabilité et de prudence. Cette cité verte dont "le bien commun [...] se déploie à travers la reconnaissance et l'ajustement réussi d'une pluralité de forme d'être" (Rougemont, 2017) correspond parfaitement aux valeurs traduites dans la relation aux oiseaux collaborateurs exprimée ici : *"y a pas trente six mille sens, c'est la biodiversité. C'est le partage du territoire, chacun sa place, chacun son rôle, on est pas là pour contrôler tout. heureusement encore, heureusement ! Qu'on arrive pas !"*. Cette relation qui se situe donc au croisement des oiseaux voisins du mode [REP] et du mode de l'attachement [ATT] et faisant appel à la justification de la cité harmonieuse permet elle-aussi, nous le verrons plus loin, le développement de nouvelles relations.

Oiseaux proies

Notre voyage continue maintenant sur les traces d'une autre relation issue des oiseaux voisins, bien que ces voisins là soit souvent moins liés aux arbres. C'est en particulier autour du gibier phare des plaines, la perdrix, que tourne cette relation mais elle inclut également les canards, les faisans ou éventuellement les pigeons. Ici encore, le mode [REP] croise le mode [ATT] à travers l'attachement de certains agriculteurs à la chasse et donc aux oiseaux que sont les gibiers. Au-delà de la relation organique de chasse vivrière, cette relation aux oiseaux doit être comprise à travers des relations sociales complexes ce qui est clairement visible dans le discours d'un autre agriculteur : *"Je chasse depuis que j'ai 16 ans. On avait un petit peu de perdreaux quand je suis arrivé sur la ferme. Pas grand-chose. Et j'ai commencé à piéger et à agrainer et on a eu en fin des années 2010 les populations de perdreaux étaient incroyables ici ! Tous les voisins étaient un peu jaloux et on faisait de superbes chasses avec les copains."* La chasse qui s'inscrit dans une lignée traditionnelle sur la ferme familiale, débutée en fin d'adolescence, le partage d'un moment de convivialité avec des amis, la compétition avec les fermes voisines. Toutes ces relations dans lesquelles la chasse s'entremêle sont des relations de proximité, de hiérarchisation traditionnelle correspondant à la

justification de la cité domestique fondée justement sur la génération, l'héritage, la confiance par une forme de proximité, de communauté organique. Ainsi toutes les chasses ne semblent pas tenir ensemble, certaines étant rejetées parce qu'elle n'y associent pas les mêmes valeurs. En effet, quand le même agriculteur me dit *“J'aime beaucoup les canards. J'aime beaucoup la chasse aux canards. Seul avec mon chien. mais voilà, j'aime chasser en fait tout seul. avec mon chien ou avec un copain. mais j'aime pas les grosses battues ou y a 50 personnes, etc. ça m'intéresse pas ça.”* Il est évident que cette opposition petit-gibier, gros-gibier est révélatrice d'une opposition de valeurs de la chasse domestique mobilisant un fort attachement émotionnel, esthétique, à l'oiseau face à la chasse industrielle dont l'objectif est de réguler les populations. Ce qui rend la chasse aux oiseaux intéressante, c'est ce moment intime de relation à la nature, avec l'autre, à travers lequel il faut se faire oublier, s'effacer, se fondre dans l'environnement pour pouvoir pister et tuer l'animal recherché. A l'inverse, la stimulation est très différente en battue où il faut imposer sa présence, en nombre, en décibels et en perturbation afin d'assurer son contrôle sur tout animal visé qui serait présent sur la zone chassée. Ce refus des valeurs de la cité industrielle associant maîtrise et performance pour leur préférer une forme d'équité dans les chances de succès, dans la survenue de la mort et de la vie, cette forme de respect, de considération pour la vie de celui que le chasseur s'apprête à tuer traduit la présence de la cité verte. Ces valeurs de respect et d'équité sont ainsi très visible à travers les paroles d'un autre agriculteur : *“Y'a deux ans on avait lâché des perdrix rouges, au final on en a pas choppé beaucoup, c'est qu'elles sont malines, le matin à la chasse on en voyait pas une et en rentrant on les voyait là dans la cour. Maintenant tous les soirs y'en a six qui viennent dormir ici.”* La chasse instituée à travers la relation aux oiseaux proies se révèle alors comme compromis de la cité domestique avec l'intégration d'éléments de la cité harmonieuse face au rouleau compresseur de la cité industrielle.

Se limiter à cette explication serait pour autant trompeur. Cette relation peut en effet impliquer, comme le dit l'agriculteur, des pratiques de gestion relevant de la maîtrise et de la performance pour permettre le développement des populations. Cette approche de gestion inscrit la relation des agriculteurs aux oiseaux à travers la médiation d'agencements complexes de choses et de pratiques, les cages, le piégeage, l'agrainage, régulièrement réévaluées, réajustées, qui permettent le développement des populations. Ce réajustement régulier autour d'un jugement, la réalisation d'un objectif, d'un agencement de choses correspond à ce que Latour appelle le mode d'existence technique [TEC]. La médiation par le mode [TEC] est associée ici à la justification de la cité verte, les techniques permettant de maintenir une relation équilibrée, mais également à la justification industrielle à partir de laquelle ces techniques prennent leur sens de pratiques efficaces de gestion. La forme de cette interaction est cependant intéressante dans la mesure où les valeurs de la cité industrielle sont ici mobilisées afin de renforcer celles du croisement cité domestique x cité

verte qui reste au centre de la relation du chasseur à l'oiseau proie. On observe alors que si cet attachement des agriculteurs-chasseurs aux oiseaux ne semblait pas à première vue proposer une relation de codépendance à la manière des oiseaux collaborateurs, celle-ci n'est malgré tout pas aussi unilatérale qu'on pourrait le penser. L'association à la cité domestique de valeurs de la cité verte accordant une forme de respect aux oiseaux, et de valeurs de la cité industrielle au service du maintien de cet équilibre se matérialise alors dans d'autres activités de chasse. On l'a vu, il peut s'agir de lâcher quelques oiseaux qui pourront grossir les populations s'ils parviennent à éviter les chasseurs, ou d'actions plus complexes comme le piégeage et l'agrainage permettant de fixer les oiseaux et de développer leur population. L'agroforesterie a également sa place dans ces techniques de gestion à travers la plantation de haies qui diversifient le paysage et permettent à la fois l'abri des oiseaux et leur envol dans de bonnes conditions de tir lors d'actions de chasse.

Oiseaux voleurs

Si l'on a vu à travers les oiseaux collaborateurs que ceux-ci peuvent être d'une grande aide pour les agriculteurs de part leur comportement alimentaire, on a également effleuré le fait que ces comportements positifs sont associés à un pendant négatif de consommation des cultures. Dans le cadre de la relation aux oiseaux collaborateurs, la centralité de la cité harmonieuse provoque une forme d'acceptation de ces dégâts au nom du partage comme cet agriculteur me le disait. *“J'avais quelques branches d'un quetsche qui se sont cassées, parce qu'elles viennent, elles se posent dessus, c'est cassé deux, trois branches, pleines de fruits.. et elles se sont cassées. On peut pas faire autrement. c'est pas euh... Si je vis avec ça, peut-être que j'aurais fait des précautions, protégé, mais je vis pas spécialement de ça donc bon.. on laisse.. On laisse faire. Chacun prend sa part.”* La relation aux *oiseaux voleurs* est très différente en cela qu'elle ne s'inscrit pas dans la cité verte. Chez la plupart des agriculteurs rencontrés, la relation aux oiseaux voisins [REP] qui se nourrissent sur les cultures auxquelles les agriculteurs sont attachés, parce qu'ils en ont besoin pour en vivre [ATT], la relation est bien plus conflictuelle. *“Les animaux sont les bienvenus ! Tant qu'ils ne m'embêtent pas ! Sinon c'est comme les sanglier s'ils m'embêtent trop je tire.”*, *“Les pigeons ! C'est vraiment une catastrophe le pigeon, euh... le bizet euh... pas que le ramier. Le ramier on s'y fait. Et puis c'est très aléatoire. le bizet c'est une saloperie ! c'est une saloperie !”*, *“les pigeons les corneilles cette année avec le confinement.. allez.. au printemps dernier on a eu des dégâts dans les cultures très très conséquents de pigeons. Et de corbeaux ce qu'on avait plus depuis longtemps. ça moi je suis absolument pas chasseur mais je pense que malheureusement les chasseurs sont utiles quand même parce qu'ils régulent un peu quand même. et alors les pigeons et.. Là c'est devenu excessif, là on sera obligé de faire quelque chose”*. Les pigeons et les corvidés, qui sont donc les principales espèces ravageuses considérées dans cette relation sont avant tout perçus comme un

danger pour la production et donc la valorisation économique des cultures. Les oiseaux voleurs sont ainsi des enjeux de maîtrise économique justifiés par l'association de la cité industrielle et de la cité marchande. Parce que cette relation est médiée par les attachements économiques des agriculteurs à leurs cultures, elle apparaît bien plus importante chez les agriculteurs céréaliers dont la spécialisation les rend plus dépendants des prix du marché que les petits maraîchers. En vertu des valeurs marchandes que sont la possession et la compétition, et à l'opposé des propositions de la cité verte, aucun partage n'est acceptable ici avec ces oiseaux. La seule chose à faire c'est de se garantir un contrôle de la situation, c'est-à-dire des populations d'oiseaux venant se nourrir dans les cultures, garantir la protection des biens contre les voleurs.

Si l'opposition entre cité marchande et cité harmonieuse semble irrémédiablement posée en ces termes, il serait erroné de penser que les interactions entre ces mondes sont si simples. Comme pour toutes les cités, les oppositions des mondes "purs" peuvent trouver des compromis. Dans le cas des oiseaux voleurs, il est notamment possible d'observer ce compromis dans la méthode de gestion favorisée. Dans cette relation, comme pour les oiseaux proies et les autres relations impliquant la gestion des oiseaux, la traduction dans la relation entre oiseaux et agriculteurs implique des êtres du mode [TEC]. Si l'on peut voir dans les extraits d'entretiens précédents que la solution privilégiée est la chasse, c'est que d'une part cette pratique est plus ancrée dans leur trajectoire personnelle, et constitue une bonne réponse à la violation du principe de propriété de la cité marchande par les oiseaux voleurs. D'autre-part il peut également s'agir de la reconnaissance de la trahison de ces oiseaux qui ne respectent plus les engagements d'équité de la cité verte en venant consommer plus que leur dû. Trahison qui peut être perçue d'autant plus vivement que l'agriculteur a lui-même fait de nombreux sacrifices au niveau productif pour se rendre digne de la cité en pratiquant une agriculture écologique, biologique, de conservation, à bas intrants, etc. Une autre méthode de régulation que j'ai pu observer chez une agricultrice pour laquelle la cité verte occupe une place centrale en interaction avec la cité marchande est l'utilisation d'effaroucheurs censés repousser les oiseaux voleurs hors des parcelles. Si cette pratique n'est pas aussi efficace que la chasse, elle a notamment pour avantage de réduire *suffisamment* la présence de ces oiseaux, ce qui s'inscrit aisément dans le cadre d'une réponse proportionnée, orientée par la prudence et dont l'efficacité n'est pas le maître-mot.

Oiseaux art(istes)

Jusqu'à présent mon voyage au fil des liens entre agriculteurs et oiseaux a poursuivi les chemins des attachements, des besoins fondamentaux, des intérêts passionnés et quasi-indispensables. Bien que la relation que je m'apprête à vous faire visiter peut aussi s'inscrire dans cette dimension d'attachement, elle passe davantage par des métamorphoses émotionnelles

produites par les oiseaux voisins. En parlant des oiseaux avec les agriculteurs, il y a toujours un moment où cette relation finit par venir au-devant de la scène. *“Là-bas il y a un faisan vénéré, un coq, il est magnifique”, “Ah oui ! Oui, oui ! oui c'est agréable ! c'est agréable ! des fois.. y a tellement de [chants] différents.”, “Quand on voit les grandes aigrettes, tous ces points blancs dans les champs en hiver, mais c'est magnifique !”* ou encore *“mais de temps.. de temps en temps mais je m'extasie ! on a eu, on a une arrivée maintenant d'étourneaux, euh, depuis un an qu'on avait pas avant.”* Ce bouleversement émotionnel esthétique provoqué par les oiseaux renvoie au mode que Latour appelle la métamorphose [MET] qui à l'inverse des êtres de la reproduction qui se transforment peu, ou du moins lentement, les êtres de la métamorphose existent à travers la brutalité, la vivacité des changements, la survenue inattendue des émotions. Les oiseaux qui sont ici à la fois art et artistes à travers leurs chants, leurs couleurs, éventuellement leur comportements, inspirent la contemplation et l'émerveillement des agriculteurs. Bien que la cité inspirée puisse se nourrir de cette relation pour appuyer une justification autour de la singularité de cette beauté des oiseaux, les agriculteurs semblent accorder relativement peu d'importance à cette cité.

Il faut cependant remarquer un écart important à cette affirmation qui viendra nourrir d'autres relations. Chez un agriculteur, la cité inspirée vient justifier une autre histoire : *“un peu plus plus bas il y a la haie, il y a un cerisier sauvage, il y a une espèce de petit buisson, là il y a des oiseaux ils sont magnifiques ! quand je travaille c'est, c'est génial ! j'ai l'impression quand j'arrive, je sais.. peut-être qu'ils font, ils se font alerter entre eux « Attention ! Attention ! » mais pour moi ils me saluent. Ils me saluent, je les saluent et je leur parle : « vous inquiétez pas je vous veux pas de mal. »”* L'inspiration devient alors le support permettant de reconnaître aux oiseaux une agentivité, c'est-à-dire une capacité d'action, encore plus importante jusqu'à rendre possible aux oiseaux des activités généralement réservées aux humains comme l'élevage. *“Ils ramassent [le poisson] dans leur bec, il le dépose dans des marres, ils savent qu'ils vont faire de l'élevage.”*

Si je raccroche cette expérience assez différente de l'expérience du beau dans cette même relation aux *oiseaux artistes* c'est qu'au delà de passer par le mode [MET] cette relation passe par un autre mode bien plus au centre de cette relation et qui permet de comprendre la justification inspirée de cette agentivité. Car à l'artiste, aucune création n'est impossible. Pour comprendre l'implication de ce nouveau mode dans la relation produisant la métamorphose de l'émerveillement, c'est à l'origine de cet émerveillement qu'il faut revenir : les couleurs, les chants, les comportements des oiseaux. Pour simplifier je vais m'attarder uniquement sur les chants. Ceux-ci ont avant tout deux fonctions pour les oiseaux : la séduction d'une partenaire et la compétition et la signalisation vis-à-vis des autres oiseaux qui pourrait interférer dans la réussite de la reproduction. En y réfléchissant plus avant, il s'agit en réalité d'une histoire, de l'association de formes matérielles, ici les syllabes, les strophes, permettant de faire des liens transportant du sens. Ces

portes ouvrant sur d'autres mondes de sens, c'est ce que Latour réunit à travers le mode d'existence fictionnel [FIC], fait non pas de faux, d'irréel, mais d'incertitude. Transmettant d'autres existants associés d'une manière particulière sans que l'on sache en quelle mesure s'y fier, et notamment des êtres de la métamorphose.

Si les oiseaux, comme les humains d'ailleurs, communiquent entre eux à l'aide du mode [FIC], nous pouvons être plus ou moins sensibles et bouleversés par les métamorphoses qu'ils transportent, mais certains, plus sensibles à la cité inspirée peuvent toucher du doigt ces êtres de la fiction, ouvrant la porte à l'artiste, à la capacité créatrice des oiseaux.

Oiseaux connaissances

Il est vite apparu au cours de mes rencontres avec les agriculteurs que beaucoup d'entre-eux disaient ne pas trop connaître les oiseaux et qu'ils ne savaient pas trop quoi en dire. J'aborderai à nouveau ce thème en discussion car ce manque de connaissance ne se rapporte pas tant à leurs connaissances qu'à la façon dont ils construisent celles-ci. Un des agriculteurs interviewés a cependant une relation aux oiseaux par des chemins que je connais bien parce que je les emprunte régulièrement. La relation aux *oiseaux connaissances*, qui passe par une multitude d'autres humains et objets : *“Je lisait un article”, “y a une vingtaine d'années on avait invité François Terrasson qui était le spécialiste des haies au muséum d'histoire naturelle.”, “Tu connais un peu l'Association des Naturalistes de la Vallée du Loing ? Ils interviennent pas mal, j'dis ça parce que sur le secteur, tout ce qui est oiseaux tout ça.”, “L'État, il aurait dû venir, envoyer des gars, des qui étaient un peu formés tout ça, expliquer ce qu'était une natura 2000, les contraintes, mais aussi les avantages qu'on pouvait en tirer enfin bref !”*. On parle ici de connaissance au sens scientifique, quand l'agriculteur me dit *“J'suis pas grand ornithologue hein”* il met bien en avant que la connaissance des oiseaux est une affaire de spécialistes. Et il renvoie sa propre connaissance à celle que les scientifiques peuvent produire et à la transmission de ce savoir à travers les articles, scientifiques ou journalistiques, ou des relations plus directes, de scientifiques, d'experts à agriculteurs.

Si jusqu'à présent les relations des agriculteurs et des oiseaux étaient relativement directes et impliquaient la relation aux oiseaux voisins et le mode [REP], la relation aux oiseaux connaissances en est au contraire beaucoup plus éloignée pour les agriculteurs du fait du nombre de médiateurs. Pour que les oiseaux arrivent aux agriculteurs en tant qu'oiseaux connaissances il leur faut en effet traverser le monde des instruments et dispositifs d'observation, d'analyse et de transmission produisant ces connaissances. Le technicien qui fait des suivis avec ses jumelles et ses bordereaux, l'ordinateur et le chercheur qui analysent ces données à l'aide de statistiques et d'indices, qui en produisent une publication, etc. Ces longues chaînes d'humains et d'objets à travers lesquels se construit cette relation, à travers lesquelles les oiseaux sont médiés, traduits en constantes, c'est ce

qui constitue le mode d'existence latourien de la référence [REF]. Ce mode renvoie également à une forme de justification industrielle, la médiation des constantes, c'est-à-dire de ce qui est peu singulier, de ce que l'on peut retrouver de manière commune, ici chez les oiseaux, tel comportement ou besoin écologique de telle ou telle espèce, est justifiée en particulier par la maîtrise. Il s'agit de distinguer la règle de l'exception. Cette justification à partir de la cité industrielle est d'ailleurs bien présente dans le discours de l'agriculteur par rapport à sa relation au politique : *“si on n'a pas un discours rationnel, scientifique et même si ça plaît pas c'est comme ça car on ne demande pas un médecin d'être gentil on lui demande d'être compétent et en politique on demande aux gens d'être gentil alors c'est une aberration alors moi je préférerais qu'on leur demande d'être compétent mais donc c'est pour ça qu'aujourd'hui ça patine. On a des technologies extraordinaires mais en réalité elle est pas suffisamment bien utilisées.”* Pour lui, la politique, et l'action en général, doit être guidée par le principe d'efficacité de la cité industrielle avant toute autre chose. La connaissance scientifique du monde doit nous permettre de savoir quoi faire, connaître les oiseaux c'est donc mieux savoir comment interagir avec eux.

Oiseaux conservation

De même que les oiseaux voisins permettent le développement d'autres relations qui en dérivent, les oiseaux connaissances sont une base pour la construction de deux autres relations observées au cours de mon enquête. La première dont nous allons parler est transportée, à partir des chaînes de référence, dans le domaine du politique. A leur manière, les oiseaux, comme part de l'environnement, deviennent des membres à part entière de la communauté et à ce titre il est nécessaire de leur permettre de vivre. Ce même agriculteur m'a fourni une bonne illustration de la situation : *“Il faut une économie de consommation, de production toujours plus, plus, plus [...] et au final en environnement ça dégrade, ça dégrade, ça dégrade. À un moment donné.. On sait bien qu'on va pas trouver des solutions en quelques années même si dans les 10, 15 ans, mais des fois faut faire un moratoire sur tout ça à dire quelle autre économie on peut faire demain. On peut pas continuer sur l'économie que moi j'ai connu. Que j'ai connu à mes 20 ans. On sait très bien que c'est plus possible à cette progression toujours avoir plus chez le voisin c'est un peu idiot.”* La connaissance de l'environnement et des oiseaux se couple alors à la nécessité pointée du doigt par les scientifiques et une partie des militants politiques de réaliser un arbitrage entre les intérêt humains et les intérêts non-humains. Cette relation aux *oiseaux conservation* implique alors la mise en place d'actions guidées par les oiseaux connaissances à destination des oiseaux voisins. Par exemple : *“L'hiver quand il fait extrêmement froid y a plus grand-chose à manger donc c'est bien de s'en occuper un peu quoi.”*, *“le truc qui est assez amusant c'est qu'on a des nichoirs avec le PNR pour les chouettes. [...] C'est eux en fait qui cherchait des lieux et après ils cherchent*

topographiquement.. la hauteur, le machin, le truc.”

Dans cette relation on peut repérer une traduction à travers un autre mode de la systémique latourienne qui consiste en la reprise permanente de la définition des frontières de la communauté. Le mode de la politique [POL] effectue la médiation renouvelée des choses à travers leur inclusion, ou leur exclusion, à des groupes de biens communs. Dans le cas des oiseaux conservation, cette médiation fait un “Nous” des oiseaux et des humains à travers l’idée de l’environnement et de l’écologie politique, bien que par l’effet des autres relations, tous ne sont pas logés à la même enseigne. Les oiseaux voleurs ne sauraient avoir la même place dans la communauté que les oiseaux artistes par exemple. Bien que les raisons invoquées pour justifier cet arbitrage politique sont variées, des arguments utilitaires et anthropocentrés jusqu’aux propositions antispécistes ou écocentrées, cette relation fait essentiellement appel à deux cités de justification. La cité verte dont nous avons déjà parlé justifie en particulier l’intégration des oiseaux conservation autour de la valeur de l’harmonie, du respect et du partage d’un “droit à l’existence”. L’autre cité très impliquée dans la justification de la conservation est la cité civique centrée autour des principes de collectif et de bien commun, mettant en avant les valeurs patrimoniales et utilitaires des oiseaux pour l’humanité dans son ensemble.

Cette relation s’inscrit également dans des traductions par le mode [TEC], en lien avec une justification industrielle à la manière des oiseaux proies. La gestion de ces derniers peut d’ailleurs se situer à une interaction avec les oiseaux conservation faisant des oiseaux proies des membres de la communauté politique à partir d’une justification domestique hiérarchisée, impliquant la protection des oiseaux en échange de leur soumission au prélèvement. En tant que relation du public et du scientifique aux oiseaux, qui se transmet plus ou moins aux agriculteurs, la justification domestique est totalement écartée au profit de la cité verte et de la cité civique pour lesquelles la cité industrielle est seulement mobilisée en vue de produire les meilleurs effets sur la conservation des populations.

Oiseaux auxiliaires

La seconde relation issue des oiseaux connaissance que j’ai pu observer au cours de ces pérégrinations entre agriculteurs et oiseaux est quant à elle axée sur la mobilisation de leur utilité pour l’agriculture. On a déjà parlé de leur utilité en tant que consommateurs d’insectes ravageurs dans le cadre des oiseaux collaborateurs, mais il m’a semblé important de distinguer ceux-ci des *oiseaux auxiliaires* dont je vais parler maintenant, bien qu’ils aient des propriétés communes. En effet, bien que ces deux relations soient orientées autour des bénéfices que les oiseaux peuvent apporter, elles ne se construisent pas à travers les mêmes réseaux de traduction. En particulier, alors que la médiation entre les oiseaux collaborateurs et les agriculteurs passent par les oiseaux voisins

et leurs comportements alimentaires de manière quasi-directe, et une approche de “laisser faire”, l’association entre agriculteurs et oiseaux auxiliaires est réalisée à travers des pratiques particulières. Si cette relation peut parfois s’appuyer sur les connaissances issues des oiseaux collaborateurs pour mettre en place des pratiques visant à favoriser les espèces utiles, elle est bien plus directement produite par la médiation du mode [REF] des oiseaux connaissances. C’est une relation toute orientée autour de ces questions d’un agriculteur : *“Qu’est-ce qu’on peut faire pour favoriser les oiseaux de manière prolongée ? [...] Quelles sont les espèces vraiment utiles, très insectivores, dont on peut favoriser la population ?”* et des moyens techniques mis en place pour y répondre. Comme l’expliquait par exemple un autre agriculteur : *“Donc j’ai planté un peu des arbres, des arbustes au milieu là. Pour qu’ils soient pas tout le temps à découvert, qu’ils aient pas beaucoup de distance. Parce que quand tu vois les haies que j’ai, elles font la périphérie. Pour qu’il vienne au milieu c’est trop risqué pour lui”*, la relation se construit autour de techniques de gestion permettant de favoriser les espèces utiles.

Agrof’île se positionne en particulier comme médiateur central entre les oiseaux connaissances et les oiseaux auxiliaires auprès des agriculteurs dans la mesure où elle permet le développement et la promotion auprès de ceux-ci de pratiques qui permettent d’établir les liens entre ces oiseaux et les agriculteurs. Il s’agit par exemple de proposer l’intégration de nichoirs artificiels dans les cultures afin de favoriser la présence des mésanges qui viendront consommer les chenilles de ravageurs. Contrairement à la plupart des relations décrites jusqu’à présent, mais un peu à la manière des oiseaux voleurs, le mode des techniques [TEC] est véritablement le cœur de cette relation. Les oiseaux eux-mêmes deviennent presque des êtres techniques à travers l’entretien répété, et l’amélioration, de pratiques et d’objets permettant d’en tirer le plus d’avantage. Dans cette relation, la justification par la cité industrielle est donc essentielle en justifiant l’efficacité et la maîtrise des techniques pour favoriser les oiseaux auxiliaires et donc améliorer la productivité. Cet intérêt pour la productivité est lui-même justifié par la cité marchande en vertu des principes de propriété et d’accumulation nécessaires à la vie dans la société capitaliste.

Oiseaux colocataires

La dernière relation rencontrée au cours de mon voyage semble se situer dans la continuité des oiseaux collaborateurs, en intersection avec les oiseaux artistes et les oiseaux conservation. Cette relation étend les attachements matériels entre agriculteurs et oiseaux à des attachements plus immatériels, philosophiques voire spirituels. Alors que les oiseaux collaborateurs se réalisent à travers l’alliance autour du partage des ressources alimentaires et de la production comme un échange entre deux communautés voisines, les *oiseaux colocataires* intègrent la communauté. Le passage des oiseaux collaborateurs par les réseaux du mode politique [POL] est en particulier

produit par une aspiration à la multiplicité : *“Tous les oiseaux, les insectes, les plantes, on en a besoin pour vivre, pas seulement pour produire mais aussi pour le se sentir en vie.”* La vie appelle la vie. Cette relation est entièrement tournée vers la diversité des relations avec une grande diversité d’êtres et implique donc si nécessaire la diversification d’un système agricole : *“C’est dire que la vie n’avait pas disparu. Faut pas, voilà, mais elle s’était appauvrie quand même. En fait on avait décidé d’une manière quand même assez, optimiste, dans la chimie. C’est de se dire bah finalement puisque maintenant on a des rendements de dingue on n’a plus besoin d’autre chose. [...] Donc on s’aperçoit que ça, c’est pas vrai ! Donc finalement remettre de.. peut-être des marres, remettre des haies, remettre des bêtes !”*

L’intégration à la communauté peut également mobiliser la reconnaissance d’une forme d’agentivité, à la manière de la relation aux oiseaux artistes, qui leur octroie si ce n’est une forme de ressemblance, du moins une forme de commensurabilité. Si parfois les agriculteurs peuvent donner des caractéristiques relativement anthropomorphiques comme nous l’avons vu à travers l’histoire de l’élevage de poissons, cette relation s’inscrit surtout dans la compréhension d’un partage de valeur entre les êtres. Tous, malgré nos différences et parfois nos conflits, partageons la valeur de la vie qui nous pousse à persévérer à exister. C’est cette reconnaissance de l’unité de la vie dans la diversité de ses formes et relations exprimée par Bookchin (1982) qui constitue ainsi le fondement de cette nouvelle communauté politique. Au-delà de la cité verte, on voit bien ici l’importance de la cité inspirée à travers la multiplication des singularités, l’harmonie se nourrissant du respect et du partage dans des relations à des êtres différents, étonnants, merveilleux, qui produisent d’autres mondes dans la vie des agriculteurs. L’humanité n’est alors plus une affaire uniquement d’êtres-humains, mais au contraire : *“Si le lieu peut être propice à héberger les oiseaux.. très bien ! Moi ça, ça me convient complètement ! ça fait partie des choses que j’accepte avec plaisir ! De toute façon, je trouve que, je veux dire.. moi qui que ce soit ! Si, si l’endroit peut être un abri à... Être humain, moi je suis d’accord je suis accueillante !”* Être humain implique de permettre à la multiplicité de la vie de s’épanouir.

Des relations entremêlées

A travers mon enquête sur les relations liant oiseaux et agriculteurs j’ai pu suivre la complexité des réseaux de médiateurs, humains et non-humains, matériels et conceptuels, qui permettent aux oiseaux et aux agriculteurs de se parler et d’exister sous de multiples formes. Cette multiplicité de relations et de façons d’exister à travers celles-ci n’est pas seulement liée aux multiples espèces. Les différentes espèces d’oiseaux ne se retrouvent en effet pas nécessairement dans des relations différentes. Au contraire, à l’intérieur d’une même espèce les individus peuvent se retrouvés mêlés à des relations différentes, et plus encore, un même individu peut exister sous

différentes dimensions à travers plusieurs relations. Une même perdrix peut ainsi être à la fois un oiseau proie et un oiseau art(iste), une mésange peut aussi être un oiseau artiste, collaborateur et auxiliaire. Ces différentes façon d'exister pouvant se réaliser simultanément au sein des relations d'un oiseau et d'un agriculteur ou de plusieurs oiseaux et agriculteurs différents.

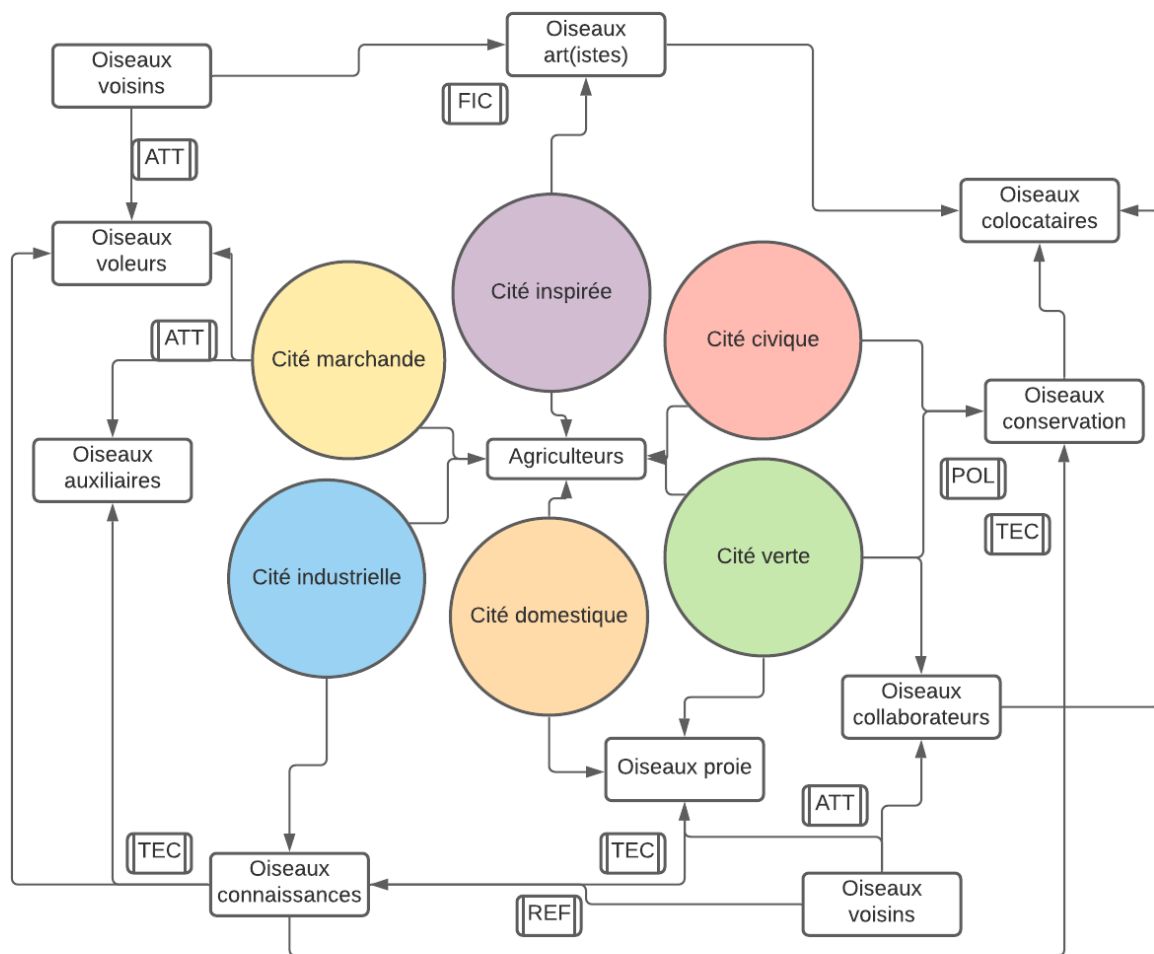


Schéma simplifié des réseaux de relations associant agriculteurs et oiseaux

Chaque relation décrite ci-dessus est ainsi le résultat de traductions via des réseaux spécifiques et impliquant des modes d'existence particuliers. Ces relations sont aussi généralement liées à des valeurs déjà mises en évidence par Kelemen et al. (2013) comme l'esthétique, l'héritage ou la valeur inhérente à la vie. Il s'agit en particulier de compromis entre les valeurs de plusieurs cités de justification qui leur donnent sens auprès des agriculteurs. Le schéma suivant illustre la complexité des interactions entre ces cités de justification et les modes d'existence impliqués dans les relations, ainsi que les connexions génétiques entre ces relations. Nous avons vu en effet que

celles-ci dérivent principalement des relations aux oiseaux voisins et aux oiseaux connaissances. Ces deux relations ayant des origines quasi opposées entre l'interaction organique, presque directe des oiseaux et des agriculteurs, et la transmission des savoirs scientifiques construits à travers de très nombreuses médiations. Cette dernière étant donc proposée aux agriculteurs par les experts, elle est relativement moins présente bien que les agriculteurs aient souvent envie de la développer. Les oiseaux conservations qui en découlent directement sont peut-être encore moins présents mais il faut reconnaître qu'il s'agit encore davantage d'une relation externe à l'agriculture qui prend davantage sa source chez les scientifiques et les militants. Les oiseaux colocataires qui ont une part des préoccupations politiques des oiseaux conservation sont présents dans les vies de plus d'agriculteurs probablement du fait que cette relation dérive des oiseaux collaborateurs qui constitue une relation importante en particulier pour les maraîchers. Il est probable que l'importance plus grande de cette relation pour les maraîchers vienne de la fréquence accrue des interactions avec les oiseaux voisins et leurs comportements pendant le travail sur de petites parcelles avec peu de mécanisation. La relation aux oiseaux art(istes) est, avec les oiseaux voisins, la seule qui est apparue clairement présente pour tous les agriculteurs rencontrés. Les relations aux oiseaux voleurs et aux oiseaux proies semblent quant à elles plus présentes chez les agriculteurs en grandes cultures pour lesquels la pression sur les semis est plus élevée et qui peut-être influencée par une histoire plus ancienne sur le territoire. Les agencements de ces relations chez les agriculteurs, bien que très variables d'une personne à l'autre semblent également indiquer une polarisation principale, et relativement attendue, entre des justifications "conventionnelles" associant la cité marchande et la cité industrielle, face à des justifications "écologiques" associant cité verte et cité civique. Les premières se concentrent sur les relations aux oiseaux connaissances et aux oiseaux voleurs avec le développement des oiseaux auxiliaires à travers l'agroforesterie. A l'opposé, les justifications écologistes se focalisent sur les oiseaux conservation, les oiseaux collaborateurs et les oiseaux colocataires, et intègrent également les oiseaux auxiliaires à travers l'agroforesterie.

Cette différence de relation avec les oiseaux et plus largement avec la diversité paysagère adjacente aux cultures semble aller dans le sens des descriptions de Salliou et Barnaud (2017). Ces chercheurs ont étudié les représentations des oiseaux et du paysage en termes de ressources pour la gestion des ravageurs chez différents acteurs du Languedoc. Ils ont ainsi montré que chez les agriculteurs, ces représentations sont fortement influencées par des positionnements philosophiques opposant technocentrisme et écocentrisme. Les premiers ont ainsi tendance à se représenter les oiseaux et les paysages dans une approche réductionniste, les oiseaux pouvant être utiles à la gestion des ravageurs, mais la diversité des paysages étant davantage perçue comme un réservoir à ravageurs. Un facteur important de cette représentation technocentrique est celui de l'incertitude quant à la maîtrise des ravageurs avec la présence d'une diversité de structures semi-sauvages

autour notamment de la peur de traiter trop tard pour avoir fait trop confiance aux auxiliaires. C'est d'ailleurs une limite perçue par un des agriculteurs que j'ai rencontré : *“Après.. bon ils arrivent souvent après la bataille donc euh... les dégâts de pucerons etc. Ils souvent, déjà fait quand les auxiliaires arrivent.”* Au contraire, la vision holiste des agriculteurs écocentrés met en avant les effets d'autorégulation de l'écosystème pris dans son ensemble qui leur permet d'accorder une plus grande confiance dans les capacités de régulation des ravageurs à la fois des oiseaux et de la diversification du paysage.

Une cohabitation des agroforestiers et des oiseaux

Au-delà des modifications écologiques produites par l'agroforesterie et de leurs effets sur les oiseaux, nous avons pu voir que les pratiques des agriculteurs s'inscrivent dans des relations sociales plus complexes et multiples avec les oiseaux qui les entourent. Ces relations sont différentes en fonction des espèces, mais dépendent surtout des réseaux d'humains et de non-humains qui leur permettent d'exister. Permettre la cohabitation des agroforestiers et des oiseaux agricoles communs va donc bien plus loin que de définir les bonnes pratiques à adopter, impliquant tout autant, si ce n'est plus encore une transformation des relations pour permettre l'intégration de ces pratiques dans ces nouvelles associations.

J'ai déjà esquissé, lors de ma description des relations que j'ai pu observer, qu'il existe une sorte de phylogenèse de celles-ci. De nouvelles relations se développent à partir d'autres, en mobilisant de nouvelles formes d'êtres. De nouvelles choses ou de nouvelles valeurs sont ainsi enrôlées dans les relations pour les maintenir et les modifier. Cette complexification n'est pas en elle-même une bonne ou une mauvaise altération. Dans la poursuite, qui s'impose de plus en plus nécessaire, de la réalisation d'une cohabitation, d'une vie commune sur un territoire partagé par les agriculteurs et les oiseaux, c'est avant tout sur la capacité de ces relations à concrétiser cet objectif que j'essaie d'apporter un éclairage.

Partir de relations organiques

Un grand nombre des relations observées entre oiseaux et agroforestiers se produisent à partir d'interactions relativement directes. Ce sont des transformations, des extensions, dans une certaine mesure des spécialisations, de la relation de voisinage qui les relient jours après jours. Ces relations primaires, organiques, semblent se répartir selon deux aspects principaux que j'ai déjà évoqué et qui, en réalité, oriente l'ensemble des relations selon deux pôles. Une opposition de valeurs entre le contrôle, la maîtrise des agrosystèmes associés à une compréhension réductionniste

de ceux-ci face à des valeurs d'équilibre et de partage à l'intérieur d'agroécosystèmes intégrés dans des approches plus holistes, ce que Salliou et Barnaud (2017) nomment écocentrique. Il me semble également important de considérer la place de ces relations dans l'évolution historique de ces valeurs chez les agriculteurs.

En effet, il est important d'observer ici le lien important entre la transformation modernisatrice de l'agriculture et l'évolution concomitante des relations des agriculteurs à la nature. La modernisation de l'agriculture au cours des deux révolutions agricoles modernes (XIXe et XXe s) a ainsi consisté à organiser de plus en plus l'agriculture autour de la maîtrise des agroécosystèmes afin de pouvoir en extraire le maximum de valeur (Mazoyer et Roudart, 1997). Cette modernisation capitaliste de l'agriculture a ainsi été centrale dans la transformation des pratiques et des valeurs des agriculteurs, de leur modes d'habitation des territoires agricoles et donc des relations qu'ils entretiennent avec la nature et les oiseaux. Le développement des approches réductionnistes, associant les valeurs de la cité marchande et de la cité industrielle a ainsi conduit au développement d'une agriculture entrepreneuriale marchande, fondée sur la spécialisation, la mécanisation et l'artificialisation permettant la maîtrise (Van der Ploeg, 2008). Fonctionnant sur des prises de décisions égocentriques et technocentriques au sens de Bawden (2010), c'est-à-dire réductionnistes, considérant le monde comme une somme de composantes relativement simples, et, respectivement, relativiste ou contextuel, et objectiviste. L'apparente opposition entre ces modes de décisions n'en est pas une si l'on prend en compte le fait que le technocentrisme vient maintenir la maîtrise de la cité industrielle et que l'égocentrisme vient s'inscrire dans l'accumulation de la cité marchande.

Le développement de cette "nouvelle" agriculture s'est ainsi fait au détriment de l'agriculture paysanne qui jusqu'alors s'était constituée dans une relation de coévolution avec la nature que l'on retrouve très bien dans la relation aux oiseaux collaborateurs. Distante des marchés, multifonctionnelle et orientée vers l'intensification sociale et les compétences humaines (Van der Ploeg, 2008), celle-ci s'appuie sur des prises de décisions de type holocentriques portées par les valeurs de la cité verte et de la cité domestique. L'holocentrisme est un système de connaissance et de décision holiste - considérant le monde comme un agencement complexe d'où de nouvelles propriétés émergent et ne peuvent se réduire à une somme des effets de ses composantes - et relativiste, contextuel, mettant en avant la nécessité de faire dialoguer les positions de chacun pour permettre leur intégration à la décision. L'holocentrisme de l'agriculture paysanne est ainsi constitué sur non seulement l'importance accordée à l'expérience et aux savoirs traditionnels de la cité domestique, mais également sur le respect et le partage avec les autres formes d'êtres de la cité harmonieuse. Rappelons-nous, que ce soit dans la relation avec les oiseaux proies, ou avec les oiseaux collaborateurs, une forme de dialogue est possible entre oiseaux et agriculteurs, une forme de compréhension intime des besoins de l'autre.

A l'inverse, la relation avec les oiseaux voleurs, qui est probablement la meilleure représentante organique des relations des agriculteurs entrepreneurs avec les oiseaux, se réalise autour de l'extraction des oiseaux du système agricole car c'est le seul moyen d'en avoir la maîtrise. Si les oiseaux voleurs ne concernent pas toutes les espèces, il faut cependant remarquer que les pratiques de l'agriculture entrepreneuriale affectent plus ou moins toutes les espèces négativement, sauf peut-être justement les oiseaux voleurs. La maîtrise agricole par l'uniformisation des paysages, l'utilisation des pesticides, l'augmentation de la productivité et de la mécanisation sont ainsi devenus les principaux facteurs de la disparition des oiseaux agricoles si bien que le rendement d'une exploitation est généralement corrélé à l'abondance et la diversité des oiseaux qui y vivent (). Les oiseaux voleurs, pigeons et corbeaux, y trouvent quant à eux leur compte avec une nourriture facile et peu de prédateurs.

Il faut noter, bien entendu, que la démarcation entre paysannerie et entrepreneuriat n'est pas si simple, des valeurs ont pu persister de l'une vers l'autre, ou au contraire s'intégrer à la paysannerie par la place relativement hégémonique de l'entrepreneuriat. C'est notamment le cas des valeurs de la cité domestique qui ont bien persisté dans l'agriculture entrepreneuriale notamment autour de la tradition et de l'héritage de la place centrale de l'agriculture dans l'économie rurale. La relation aux oiseaux proies est ainsi largement répandue dans les deux styles agricoles.

En passant par les relations sociales

La réalisation de l'impact de l'agriculture sur la biodiversité par les scientifiques et le public, en concomitance avec les crises agraire, économique et environnementale globalisées depuis la fin du XXème siècle, a produit une remise en question générale de la construction de l'agriculture moderne autour du productivisme. Au sein de l'Union Européenne, cela a notamment conduit à l'instauration des Mesures Agro-Environnementales visant à subventionner certaines pratiques écologiques des agriculteurs. La mise en place de ces pratiques et plus généralement de transitions vers des modes de productions plus écologiques persistant sur la durée est cependant très dépendante des relations qui les portent auprès des agriculteurs.

La crise écocentrique et les exigences du public

C'est par les relations avec les oiseaux connaissances, et par extension avec les oiseaux conservation, plus précisément les relations qu'on pourrait appeler "nature connaissance" et "nature conservation" que la crise de la biodiversité est devenue un enjeu important pour le public. C'est en effet par la succession de divers portes-parole - les scientifiques, les militants écologistes, les médias - que la connaissance de l'effondrement de la biodiversité et les solutions conservationnistes se sont transmises jusqu'à prendre une place importante dans le débat et les politiques publics. Alors que ces préoccupations ont gagné le public, on peut s'interroger sur les raisons qui font que

très peu des agriculteurs rencontrés ont eux-même développé ce type de relations avec les oiseaux. Pour le comprendre, il faut à mon avis revenir à la façon dont ces relations sont traduites auprès des agriculteurs. Peut-être n'y a-t-il pas assez de pédagogie comme le proposait justement l'agriculteur qui était le plus engagé dans ces relations ? Peut-être. Burgess et al (2000) suggèrent cependant une autre explication. La résistance des agriculteurs à la gestion conservationniste serait ainsi au centre de ce problème de médiation, et en particulier une résistance à adopter la position écocentrique du conservationnisme classique.

L'approche écologiste, du moins dans sa version la plus médiatisée, s'inscrit en effet dans des prises de décisions et des modes de connaissances associant holisme et objectivisme, ce que Audet (2016) nomme le discours de la transition écologique en France. Celle-ci part du principe que les politiques publiques devraient plus ou moins imposer une transformation radicale des agroécosystèmes sur la base des connaissances objective de ceux-ci, considérés comme des systèmes complexes nécessitant un équilibrage prenant en compte la biodiversité qui y vit. Construite en opposition au réductionnisme technocentrique qui ne prend pas en compte la complexité des écosystèmes, elle en garde cependant l'objectivisme qui doit permettre de conserver une forme de maîtrise. Ce que j'appelle crise écocentrique est ainsi la situation politico-épistémologique dans laquelle nous nous situons actuellement, à travers laquelle une part croissante du public désavoue le technocentrisme et exige des politiques publiques écocentriques. Celles-ci, caractérisées par l'holistisation des problématiques tout en conservant l'objectivation des décisions, doivent alors s'inscrire dans des politiques verticales de type "top top-down" diffusant, par l'imposition ou le conseil, les bonnes pratiques à adopter. Il ne faut cependant pas croire que le technocentrisme disparaît pour autant. D'une part, il continue à s'opposer à l'écocentrisme en tant que vision du monde, mais d'autre part, de la même manière qu'il mobilise les logiques égocentriques dans son propre style, le technocentrisme est intégré à l'écocentrisme. L'augmentation de la complexité du monde compris par l'écocentrisme ne disqualifie en effet pas totalement le technocentrisme qui y garde son utilité pour résoudre des problématiques plus simples.

La légitimation des bonnes pratiques par l'objectivation et leur distribution éducative unilatérale aux agriculteurs, que constitue l'approche écocentrique de la gestion conservationniste, est en réalité au cœur de leur résistance à celle-ci. La raison de cette résistance n'est pas tant un très fort attachement au technocentrisme, bien que celui-ci est bien présent, qu'une exigence de prise en compte. Les agriculteurs, de même qu'une autre part croissante du public, ne veulent pas être les engrenages dociles de la machinerie politique mais insistent au contraire sur la valeur de leurs savoirs contextuels, sur l'importance du coopératif pour prendre en compte les spécificités locales (Burgess et al. 2000 ; Siebert et al. 2006).

Cette résistance à la verticalité pour lui préférer le dialogue horizontal et situé, inscrit dans les spécificités du terroir et de l'expérience corporelle explique à mon avis, au moins en partie, la difficulté que j'ai eu d'obtenir des informations sur les places des oiseaux dans leur vie à partir d'entretiens semi-directifs. Au-delà des contraintes temporelles des agriculteurs qui ont fortement limité leur possibilité à accepter de réaliser un entretien, cette méthode reproduit probablement trop la distinction entre agriculteurs et chercheurs. Cette distinction, fixée dans la formalité de l'entretien accentue le sentiment d'illégitimité des agriculteurs au sujet des oiseaux, leur faisant penser que l'entretien vient tester leurs connaissances de ces derniers. Bien qu'atténué par ma tentative de désamorçage de cette impression en leur rappelant que je ne cherche pas à savoir ce qu'il savent mais à comprendre ce qu'ils vivent, cette appréhension restait très présente. Mes propres appréhensions vis-à-vis des entretiens et de cette situation asymétrique ne m'aidant pas non plus à être réactif à leurs paroles, les entretiens ont été généralement courts, plus ou moins informatifs, mais limitant fortement la matière à partir de laquelle travailler. Un autre effet limitant l'intérêt de l'entretien est certainement le fait que les relations entre oiseaux et agriculteurs est profondément inscrite dans une physicalité qui n'est que peu intellectualisée. Ces relations sont généralement le fruit d'expériences corporelles issues de rencontres jours après jours, ce qui explique également la faible présence des relations aux oiseaux connaissances. Je me suis assez vite rendu compte que beaucoup plus d'informations sur les relations des agriculteurs avec les oiseaux pouvaient se manifester lorsque j'étais avec eux sur une parcelle, lorsqu'au détour d'une discussion horizontale, et dans leur élément, ils pouvaient lier intimement la situation actuelle avec une situation passée. Pour améliorer la fiabilité de mes interprétations, qui n'en restent pas moins très spécifiquement situées, j'ai donc également puisé dans toutes ces interactions avec les agriculteurs. J'en ai également conclu que plus que les entretiens semi-directifs, l'observation participante est probablement une méthode qui permettrait de mieux comprendre les réseaux de relations liant agriculteurs et oiseaux.

Une transition agroécologique par atterrissage holocentrique

Cette exigence des agriculteurs pour une horizontalité et une localité, la coconstruction de la gestion conservationniste, renvoie fortement à l'approche holocentrique que j'ai déjà évoquée à propos de l'agriculture paysanne, associant compréhension holistique du monde et valorisation des savoirs contextuels. En Île de France, la réussite d'Agrof'Île dans la promotion de l'agroforesterie et d'autres pratiques agroécologiques est très certainement liée à la façon dont elle permet aux agriculteurs d'être soutenus dans leurs projets de transitions. Il est intéressant de voir que l'approche holocentrique de l'association intègre elle-même des solutions de type écocentrique et technocentriques. L'action d'Agrof'Île est basée sur deux principes fondamentaux qui garantissent l'horizontalité et la localité. Premièrement, ce sont les agriculteurs qui développent un projet pour

lequel ils viennent voir l'association pour savoir ce qu'il serait possible de faire, et deuxièmement, le projet est co-développé, Agrof'Île apportant seulement des connaissances ou des compétences qui permettent aux agriculteurs de se saisir au mieux de leur projet. Les relations liées aux connaissances et à la conservation sont ainsi apportées parmi d'autres, liées par exemple aux services écosystémiques et dont je parlerai plus loin, par Agrof'Île à travers des propositions écocentriques mises au service de la collaboration. La fin ne se situe plus dans la conservation des espèces à l'aide de connaissances et de techniques que les agriculteurs devraient appliquer. Celle-ci ne devient qu'un moyen pouvant être mobilisé pour permettre la cohabitation des vivants dans ces territoires. De même, des techniques plus spécifiques, plus réductionnistes, comme la taille des arbres, sont mobilisées et apportées aux agriculteurs qui en verraient le besoin dans le projet.

La co-réalisation des projets des agriculteurs permet ainsi à ceux-ci d'être soutenus dans leurs envies de changement, à partir de leurs savoirs et de leurs expériences situées dans leurs relations avec les êtres et les choses qui les entourent en proposant des solutions contextuelles qu'ils favorisent (Swagemakers et al. 2009). L'exigence écocentrique des politiques publiques top-down proposant des solutions "universelles" qui se tournent en aberrations lorsqu'elles sont appliquées dans de vraies situations (ex : exiger d'inverser totalement les écosystèmes d'une parcelle car il ne se trouvent pas "à la bonne place") sont ainsi illégitimées de par leur hors-solisation. Au contraire, Agrof'Île se positionne dans le cadre d'une philosophie de reterritorialisation, d'atterrissage au sens de Latour (2017), mettant en avant les réseaux locaux d'acteurs (agriculteurs, consommateurs, artisans, associations naturalistes, associations de village, etc.), la construction de relations de confiance qui garantissent l'intercompréhension des enjeux de chacun pour pouvoir cohabiter ensemble.

L'association constitue ainsi un point de passage obligé des transitions agroécologiques locales, et d'une forme de gestion conservationniste consensuelle, en étant le porte-parole central qui conjugue les volontés écologistes du public auprès des agriculteurs, les nécessités des agriculteurs auprès du public et des pouvoirs publics, et l'association des acteurs du territoire autour de la réalisation des projets.

Pour réhabiter en commun les territoires agricoles

Si je parle ici de gestion conservationniste consensuelle, c'est qu'Agrof'Île parvient, par cette approche holocentrique impliquant les acteurs de manière équitable, à produire une transformation des relations liant les agriculteurs et les oiseaux qui apparaît comme positive pour la conservation de ceux-ci. Deux relations relativement répandues chez les agriculteurs sont en effet essentiellement produites par la relation qui lie Agrof'Île et les agriculteurs et ont ceci d'intéressant qu'elles ne s'adressent pas tout à fait aux mêmes personnes.

La relation aux oiseaux auxiliaires, focalisée comme nous l'avons vu sur une approche technique des oiseaux et des services qu'ils peuvent fournir aux agriculteurs est largement présente

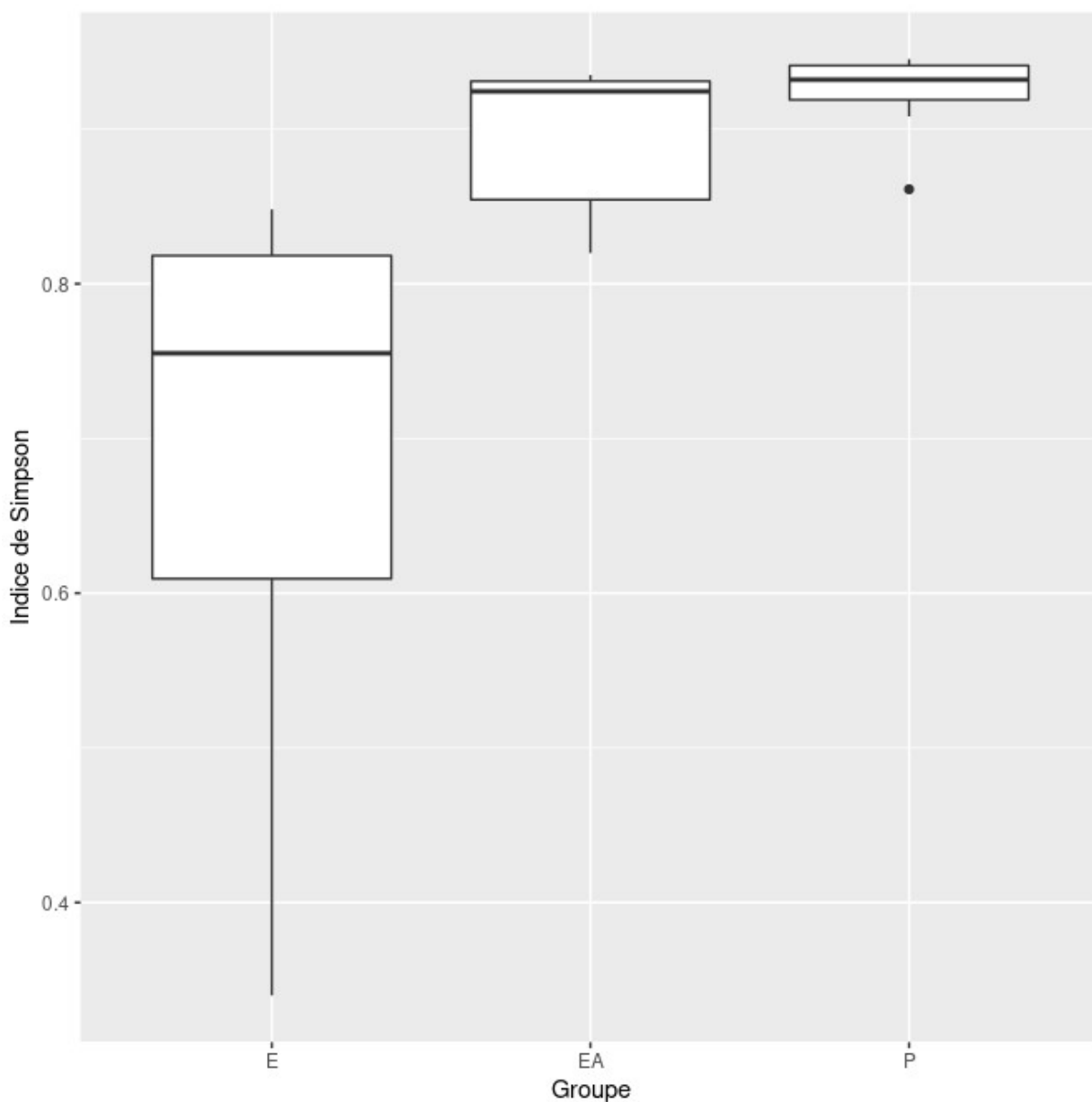


Figure 13: Diagramme en boîte des indices de diversité sur les parcelles des agriculteurs interrogés en fonction de leur style d'exploitation : P = paysan, EA = entrepreneurial auxiliaisé, E = entrepreneurial classique.

chez les entrepreneurs. Cette relation est en effet parfaitement inscrite dans les logiques technocentriques et industrielles de l'agriculture entrepreneuriale qui peut ainsi relativement facilement l'adopter. En approchant les services que peuvent apporter les oiseaux sous un aspect d'apprentissage technique qui puisse en permettre une certaine maîtrise, cette relation peut ainsi permettre de favoriser la cohabitation avec les oiseaux et leur réintégration à l'agroécosystème. Cela suppose cependant une forme de tri important entre les bons et les mauvais oiseaux, ceux qui peuvent ou ne peuvent vivre sur les parcelles, qui pourrait avoir un effet sur la composition des communautés. Malgré cela, la diversité des oiseaux sur les parcelles de ces agriculteurs (EA)

apparaît être plus importante que sur celle des entrepreneurs qui n'ont pas encore développé ce genre de relation (E) comme il est possible de le voir sur le diagramme en boîte suivant.

De leur côté, les agriculteurs engagés vers une repaysanisation, s'ils sont également sensibles aux oiseaux auxiliaires, sont davantage impliqués avec les oiseaux colocataires. L'association de la cité verte à la cité domestique essentielle dans l'agriculture paysanne semble être légèrement modifiée par la prise d'importance de la cité civique faisant des oiseaux à la fois un bien commun et des êtres ayant leur propre droit à la vie. Le travail en collaboration avec la nature, non pas par la maîtrise des services écosystémiques mais en leur laissant leur propre action, est ainsi complété par l'idée d'une vie commune, d'une véritable cohabitation régulièrement négociée sur des territoires dont la propriété est controversée. Là encore, la diversité des oiseaux semble plus élevée chez ces agriculteurs (P) que chez les entrepreneurs peu investis dans les auxiliaires (E) et possiblement par rapport aux entrepreneurs qui le sont (EA). Étant donné le faible nombre d'agriculteurs rencontrés (8) et de parcelles associées (19) pour faire cette comparaison, il faut malgré tout rester prudent sur les conclusions à en tirer. Cet effectif était notamment trop faible pour aborder véritablement la possibilité d'une différence de la diversité des espèces agricoles en fonction de ces relations.

Conclusion

Malgré la difficulté de réaliser des modélisations homogènes de l'abondance des différentes espèces en fonction des pratiques agricoles et du paysage, rendant difficile de tirer de très fortes conclusions, des tendances générales allant dans le sens des hypothèses de départ semblent se démarquer. Il semble en effet que l'abondance des oiseaux agricoles communs, en Île-de-France, est négativement corrélée à l'augmentation de la hauteur des alignements d'arbres intraparcellaires et des haies, ainsi qu'à l'abondance de celles-ci. Les espèces de plaines céréalières ouvertes seraient également davantage impactées par ces variables que les espèces de milieux semi-ouverts mixtes et prairiaux. La proportion de surfaces boisées à grande échelle n'aurait pas particulièrement d'effet sur ces espèces, dans ces paysages majoritairement agricoles, tandis que les espèces forestières bénéficient logiquement de l'abondance de boisements. Les espèces généralistes ne seraient quant à elle que peu liées à la diversité des types de milieux mais bénéficieraient de l'apport d'arbres et de haies en agroforesterie à des hauteurs et densités plus élevées que pour les espèces agricoles.

Cette étude a également permis d'observer la multiplicité des relations entre oiseaux et agriculteurs, les différentes valeurs et justifications qu'elles mobilisent et les réseaux d'acteurs

humains et non-humains qui permettent ces associations. L'importance de ces relations dans la possibilité de cohabitations entre agroforestiers et oiseaux dans la Brie et le nord du Gâtinais semble ainsi tenir à deux facteurs principaux. Le premier est le type d'exploitation agricole, entrepreneuriale ou paysanne, associée à des considérations contradictoire de l'environnement et des oiseaux. L'agriculture paysanne prenant ainsi beaucoup plus en compte les oiseaux dans des principes de collaboration avec la nature tandis que l'agriculture entrepreneuriale les considère davantage comme de potentiels problèmes à contrôler. L'autre facteur, plus important encore, est celui de la capacité des différents acteurs, via Agrof'île, à opérer des transformations bénéfiques des relations agroforestiers-oiseaux à travers des relations de coconstruction des projets agroforestiers basées sur le respect des enjeux de chacun et en particulier de ceux des agriculteurs. Il apparaît en effet que ces relations basées sur des modes de décisions et de connaissances holocentriques ont permis l'émergence de nouvelles relations des agroforestiers aux oiseaux qui semblent favoriser une plus grande diversité d'oiseaux. Cette transformation positive des relations liant agriculteurs et oiseaux à travers l'agroforesterie francilienne, qui ne se définit plus seulement en tant que pratiques agricoles, mais également en tant que pratiques sociales de considération et d'association d'acteurs multiples, pourrait ainsi permettre de réorganiser leur cohabitation sur un même territoire.

Si la diversité d'oiseaux n'est pas un gage de conservation des espèces agricoles communes, il semblerait cependant que les agroforestiers puissent associer les deux en choisissant des pratiques permettant une diversification paysagère en bordure des parcelles agricoles plutôt qu'une arborisation des milieux ouverts. L'intégration des oiseaux agricoles à la cohabitation, semble ainsi orienter les pratiques vers la diversification des hauteurs et largeurs de haies et la plantation d'alignements intraparcellaires de faible densité et de faible hauteur. L'importance de la construction collective de ces transitions et la dimension paysagère de ces transformations vont dans le sens des propositions de développement de MAE collectives par McKenzie et al. (2013) renforçant l'importance d'une transformation des politiques européennes à ce sujet.

La situation spatio-temporelle restreinte de mon étude, limite fortement ces résultats à des connaissances localisées dont la généralisation est très limitée. Il serait en particulier nécessaire de reproduire l'étude écologique sur plusieurs années tout en en améliorant la méthode. L'enquête anthropologique gagnerait également d'investigations étendues à plus d'agriculteurs du réseau et à d'autres acteurs impliqués dans ces relations (PNR, consommateurs, etc.) La poursuite de recherches sur l'organisation de cette cohabitation semble donc essentielle, tant au niveau de l'identification de pratiques de gestion agricole et paysagère permettant la conservation des oiseaux agricoles au sein d'une plus grande diversité d'espèces, que de l'identification de relations individuelles et collectives entre humains (entre-eux) et non-humains (entre-eux également)

permettant la durabilité de ces cohabitations. L'importance de la localisation de ces recherches dans des réseaux et des situations agricoles particulières dans lesquelles les savoirs empiriques des agriculteurs doivent être intégrés à la conception de connaissances et de techniques actionnables pointe l'importance des méthodes de recherche-action dans la réalisation de ces objectifs.

Bibliographie

- Ahnström, J., Bengtsson, J., Berg, Å., Hallgren, L., Boonstra, W.J. , et Björklund, J. (2013). « Farmers' Interest in Nature and Its Relation to Biodiversity in Arable Fields ». Research article. *International Journal of Ecology*, 2013. <https://doi.org/10.1155/2013/617352>.
- Audet, R. (2016). « Discours autour de la transition énergétique », *La Transition énergétique en chantier*, Presses de l'Université de Laval, p11-30.
- Aue, B., Diekötter, T., Gottschalk, T.K., Wolters, V., Hotes, S. (2014). « How High Nature Value (HNV) farmland is related to bird diversity in agro-ecosystems – Towards a versatile tool for biodiversity monitoring and conservation planning ». *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 194(), 58–64. doi:10.1016/j.agee.2014.04.012
- Barbaro, L., Rusch, A., Muiruri E.W., Gravelier, B., Thiery, D., Castagneyrol, B. (2016). « Avian pest control in vineyards is driven by interactions between bird functional diversity and landscape heterogeneity ». *Journal of Applied Ecology*, 54(2): 500-508
- Batáry, P., Kovács-Hostyánszki, A., Fischer, C., Tschardtke, T., Holzschuh, A. (2012). « Contrasting effect of isolation of hedges from forests on farmland vs. woodland birds ». *Community Ecology*, 13(2) : 155-161
- Bawden, R. (2010). « The Community Challenge: The Learning Response ». in Blackmore, C. *Social Learning Systems and Communities of Practice*, Springer : 39-56.
- Beedell, J.D.C., Rehman, T. (1999). « Explaining farmers' conservation behaviour : Why do farmers behave the way they do ? ». *Journal of Environmental Management*, 57: 165-176.
- Besnard, A.G., Secondi, J. (2014). « Hedgerows diminish the value of meadows for grassland birds: Potential conflicts for agri-environment schemes ». *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 189: 21-27
- Boatman, N.D., Brickle, N.W., Hart, J.D., Milsom, T.P., Morris, A.J., Murray, A.W.A., Murray, K.A., Robertson, P.A. (2004). *Evidence for the indirect effects of pesticides on farmland birds.* , 146(Supplement s2), 131–143. doi:10.1111/j.1474-919x.2004.00347.x
- Boltanski, L., Thévenot, L. (1991). *De la Justification. Les économies de la grandeur.* Editions Galimard, . Paris.
- Bookchin, M. (1982). *The Ecology of Freedom.* Cheshire Books. Palo Alto.
- Bouhalli, H., Hurtel, L., Marsal, A., Salagnac, C., Wittmann, A. (2021) *La consommation des espaces naturels, agricoles et forestiers en Île-de-France. Une performance notable qui s'est régulièrement améliorée ces dernières années.* Direction Régionale et

Interdépartementale de l'Équipement et de l'Aménagement d'Île-de-France.

- Burgess, J., Clark, J., Harrison, C.M. (2000). « Knowledges in action: an actor network analysis of a wetland agri-environment scheme ». *Ecological Economics*, 35 :119 – 132
- Burgess, P. J., et Rosati, A. (2018). « Advances in European Agroforestry: Results from the AGFORWARD Project ». *Agroforestry Systems* 92, n° 4 (1 août 2018): 801-10. <https://doi.org/10.1007/s10457-018-0261-3>.
- Callon, M. (1986). "Éléments pour une sociologie de la traduction. La domestication des coquilles Saint-Jacques et des marins-pêcheurs dans la baie de Saint-Brieuc." *L'Année sociologique* (36): 169-208.
- Chiron, F., Chargé, R., Julliard, R., Jiguet, F., Muratet, A. (2014). "Pesticide doses, landscape structure and their relative effects on farmland birds". *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 185(), 153–160. doi:10.1016/j.agee.2013.12.013
- Cunningham, H.M., Chaney, K., Bradbury R.B., Wilcox, A. (2004). « Non-inversion tillage and farmland birds: a review with special reference to the UK and Europe ». *Ibis*, 146 (Suppl. 2) : 192– 202.
- Dail, D., Madsen, L. (2011). « Models for estimating abundance from repeated counts of an open metapopulation ». *Biometrics*, (67): 577–587. <https://doi.org/10.1111/j.1541-0420.2010.01465.x>
- Daily, G.C. (1997). « Chapter 1. Introduction : What are ecosystem services ? » in *Nature's Services: Societal Dependence On Natural Ecosystems*. Island Press.
- Dénes, F.V., Silveira, L.F., Beissinger, S.R. (2015). « Estimating Abundance of Unmarked Animal Populations: Accounting for Imperfect Detection and Other Sources of Zero Inflation ». *Methods in Ecology and Evolution* 6, n° 5 (2015): 543-56. <https://doi.org/10.1111/2041-210X.12333>.
- Descola, P. (2005). *Par-delà nature et culture*. Editions Gallimard. Paris.
- Dewulf, L., Zucca, M. (2018). *Réactualisation de la Liste rouge régionale des oiseaux nicheurs d'Île-de-France*. Agence Régionale de la Biodiversité Île-de-France.
- Dolman, P.M., Hinsley, S.A., Bellamy, P.E., Watts, K. (2007). « Woodland birds in patchy landscapes : the evidence base for strategic networks ». *Ibis*, 149(Suppl.2): 146-160.
- Donald, P.F.; Forrest, C. (1995). "The effects of agricultural change on population size of Corn Buntings *Miliaria Calandra* on individual farms". *Bird Study*, 42(3), 205–215. doi:10.1080/00063659509477169
- Donald, P.F., Green, R.E., Heath, M.F. (2001). "Agricultural Intensification and the Collapse of Europe's Farmland Bird Populations". *Proceedings: Biological Sciences*, 268(1462), 25–29. doi:10.2307/3067728
- Donald, P.F., Sanderson, F.G., Burfield, I.J., van Bommel, F.P.J. (2006). « Further Evidence of Continent-Wide Impacts of Agricultural Intensification on European Farmland Birds, 1990–2000 ». *Agriculture, Ecosystems & Environment* 116, n° 3 (1 septembre 2006): 189-96. <https://doi.org/10.1016/j.agee.2006.02.007>.

- Doxa, A., Paracchini, M.L., Pointereau, P., Devictor, V., Jiguet, F. (2012). « Preventing biotic homogenization of farmland bird communities: the role of High Nature Value farmland ». *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 148 : 83-88.
- Eglington, S.M., Pearce-Higgins, J.W., Arlettaz, R. (2012). « *Disentangling the Relative Importance of Changes in Climate and Land-Use Intensity in Driving Recent Bird Population Trends* ». *PLoS ONE*, 7(3), e30407-. doi:10.1371/journal.pone.0030407
- Eraud, C., Boutin, J.-M., (2002). « Density and productivity of breeding Skylarks *Alauda arvensis* in relation to crop type on agricultural lands in western France ». *Bird Study*, 49 : 287-296
- Eraud, C., Corda, E. (2004). « Nocturnal field use by wintering skylark *Alauda arvensis* on intensive farmlands ». *Revue d'Écologie*, 59: 581-589.
- Evans, A.D.; Smith, K.W. (1994). "Habitat selection of Cirl Buntings *Emberiza cirlus* wintering in Britain". *Bird Study*, 41(2), 81–87. doi:10.1080/00063659409477202
- Evans, K.L. (2004) « The potential for interactions between predation and habitat change to cause population declines of farmland birds ». *Ibis*, 146 : 1-13.
- Fiske, I.J., Chandler, R.B. (2011). « unmarked : An R Package for Fitting Hierarchical Models of Wildlife Occurrence and Abundance ». *Journal of Statistical Software*, 43(10).
- Fontaine, B., Moussy, C., Chiffard Carricaburu, J., Dupuis, J., Corolleur, E., Schmaltz, L., Lorrillière, R., Lois, G., Gaudard, C. (2020). *Suivi des oiseaux communs en France 1989-2019* : 30 ans de suivis participatifs. MNHN- Centre d'Ecologie et des Sciences de la Conservation, LPO BirdLife France - Service Connaissance, Ministère de la Transition écologique et solidaire.
- Geiger, F., de Snoo, G.R., Berendse, F., Guerrero, I., Morales, M.B., Oñate, J.J., Eggers, S., Pärt, T., Bommarco, R., Bengtsson, J., Clement, L. W., Weisser, W.W., Olszewski, A., Ceryngier, P., Hawro, V., Inchausti, P., Fischer, C., Flohre, A., Thies, C., Tschamntke, T. (2010). « Landscape composition influences farm management effects on farmland birds in winter: A pan-European approach». *Agriculture, Ecosystems and Environment* 139 : 571–577.
- Gottschalk, T.K., Huettmann, F. (2010). « Comparison of distance sampling and territory mapping methods for birds in four different habitats ». *Journal für Ornithologie = Journal of Ornithology* 152, n° 2 (novembre 2010): 421-29. <https://doi.org/10.1007/s10336-010-0601-1>.
- Green, R.E., Tyler, G.A., Stowe, T.J., Newton, A.V. (1997). "A simulation model of the effect of mowing of agricultural grassland on the breeding success of the corncrake (*Crex crex*)". *Journal of zoology*, 243(1) : 81–115. doi:10.1111/j.1469-7998.1997.tb05758.x
- Gregory, R.D., Willis, S.G., Jiguet, F., Voříšek, P., Klvaňová, A., van Strien, A., Huntley, B., Collingham, Y.C., Couvet, D., et Green, R.E. (2009). « An Indicator of the Impact of Climatic Change on European Bird Populations ». *PLOS ONE* 4, n° 3 (4 mars 2009): e4678. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0004678>.

- Guerrero, I., Morales, M.B., Oñate, J.J., Geiger, F., Berendse, F., de Snoo, G.R., Eggers, S., Pärt, Bengtsson, J., Clement, L. W., Weisser, W.W.,T., Olszewski, A., Ceryngier, P., Hawro, V., Liira, J., Aavik, T., Fischer, C., Flohre, A., Thies, C., Tschardtke, T. (2012). « Response of ground-nesting farmland birds to agricultural intensification across Europe: Landscape and field level management factors ». *Biological Conservation* 152 : 74–80.
- Halupka, K., Borowiec, M., Karczewska, A., Kunka, A., Pietrowiak, J. (2002). « Habitat requirements of Whitethroats *Sylvia communis* breeding in an alluvial plain : Birds favoured woody vegetation for foraging and tall herbage and bramble for nesting ». *Bird Study*, 49(3) : 297-299.
- Hinsley, S.A., Bellamy, P.E. (2000). « The influence of hedge structure, management and landscape context on the value of hedgerows to birds: A review ». *Journal of Environmental Management*, 60 : 33-49.
- Jetz, W., Wilcove, D.S., Dobson, A.P. (2007). « Projected Impacts of Climate and Land-Use Change on the Global Diversity of Birds ». *PLoS Biology*, 5(6), e157–. doi:10.1371/journal.pbio.0050157
- Kelemen, E., Nguyen, G. Gomiero, T., Kovács, E., Choisis, J.-P., Choisis, N, Paoletti, M.G., Podmaniczky, L., Ryschawy, J., Sarthou, J.-P., Herzog, F., Dennis, P. Balázs, K. (2013). « Farmers’ perceptions of biodiversity: Lessons from a discourse-based deliberative valuation study ». *Land Use Policy*, 35 (2013) : 318– 328
- Kirk, D., Lindsay, K., et Brook, R. (2011). « Risk of Agricultural Practices and Habitat Change to Farmland Birds ». *Avian Conservation and Ecology* 6, n° 1 (28 juin 2011). <https://doi.org/10.5751/ACE-00446-060105>.
- Lamine C. (2011). "Transition pathways towards a robust ecologization of agriculture and the need for system redesign. Cases from organic farming and IPM". *Journal of rural studies* 27 : 209-219.
- Lafaye, C., Thevenot, L. (1993). « Une justification écologique ? Conflits dans l’aménagement de la nature ». *Revue française de sociologie*, 34(4) : 495-524.
- Latour, B. (1991). *Nous n’avons jamais été modernes. Essai d’anthropologie symétrique*. La Découverte, rééd. 2006. Paris.
- Latour, B. (1995). « Moderniser ou écologiser ? À la recherche de la septième cité ». *Écologie politique*, 13 : 5-27.
- Latour, B. (2005). *Re-assembling the Social. An Introduction to Actor-Network Theory*. Oxford University Press. Oxford.
- Latour, B. (2012). *Enquête sur les modes d’existence, Une anthropologie des Modernes*. La Découverte. Paris.
- Latour, B. (2017). *Où atterrir ? Comment s’orienter en politique*. La Découverte. Paris.
- Ludwig, M., Schlinkert, H., Holzschuh, A., Fischer, C., Scherber, C., Trnka, A., Tschardtke T., Batáry, P. (2012). « Landscape-moderated bird nest predation in hedges and forest edges ». *Acta Oecologica* 45 : 50-56.

- Mazoyer, M., Roudart, L. (1997). *Histoire des agricultures du monde. Du néolithique à la crise contemporaine*. Editions du Seuil, rééd. 2002. Paris.
- McKenzie, A.J., Emery, S.B., Franks, J.R., Whittingham, J. (2013). « Landscape-scale conservation: collaborative agri-environment schemes could benefit both biodiversity and ecosystem services, but will farmers be willing to participate? ». *Journal of Applied Ecology*, 50: 1274-1280
- McCollin, D. (1998). « Forest edges and habitat selection in birds : a functional approach ». *Ecography*, 21: 247-260.
- McDermott, E.M. (2014). *The Contribution of Agroforestry Systems to Bird Conservation in the Andes. Dissertation*. Presented in Partial Fulfillment of the Requirements for the Degree Doctor of Philosophy in the Graduate School of The Ohio State University.
- Mosquera-Losada, M.R., Moreno, G., Pardini, A., McAdam, J.H., Papanastasis, V., Burgess, P.J., Lamersdorf, N., Castro, M., Liagre, F., Rigueiro-Rodriguez, A. (2012). « Past, Present and Future of Agroforestry Systems in Europe ». in Nair, P.K.R., Garrity, D., (2012) ; *Agroforestry – The Future of Global Land Use, Advances in Agroforestry* 9 : 285-312
- Ploeg van der, J.D. (2008). *The New Peasantries: Struggles for Autonomy and Sustainability in an Era of Empire and Globalization*. Routledge, London.
- Power, E.F., Kelly, D.L., Stout, J.C. (2013). « Impacts of organic and conventional dairy farmer attitude, behaviour and knowledge on farm biodiversity in Ireland ». *Journal for Nature Conservation*, 21(5): 272–278 <http://dx.doi.org/10.1016/j.jnc.2013.02.002>
- Princé, K., Lorrilliere, R., Barbet-Massin, M., Jiguet, F. (2013). « Predicting the fate of French bird communities under agriculture and climate change scenarios ». *Environmental science & policy*, 33 : 120-132.
- Princé, K., Lorrillière, R., Barbet-Massin, M., Léger, F., et Jiguet, F. (2015). « Forecasting the Effects of Land Use Scenarios on Farmland Birds Reveal a Potential Mitigation of Climate Change Impacts ». *PLOS ONE* 10, n°2 (20 février 2015): e0117850. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0117850>.
- Quiedeville, S., Slavona, P., Touzard, J.-M., Barjolle, D. (2018). « Assessing the role of the research in the transition to organic farming by using the Actor Network Theory: lessons from two case studies in France and Bulgaria ». 13th European IFSA Symposium, 1-5 July 2018, Chania (Greece).
- Redlich, S., Martin, E.A., Wende, B., Steffan-Dewenter, I., Scherer, L. (2018). « Landscape heterogeneity rather than crop diversity mediates bird diversity in agricultural landscapes ». *PLOS ONE*, 13(8), e0200438–. doi:10.1371/journal.pone.0200438
- Rougemont, H. (2017). « Un monde à (re)trouver ? Essai en faveur d'une cité verte ». *Pensée plurielle*, 45(2) : 31-46.
- Royle, J. A. (2004). « N -Mixture Models for Estimating Population Size from Spatially Replicated Counts ». *Biometrics* 60, n° 1 (mars 2004): 108-15. <https://doi.org/10.1111/j.0006-341X.2004.00142.x>.

- Salliou, N., Barnaud, C. (2017). « Landscape and biodiversity as new resources for agro-ecology? Insights from farmers' perspectives ». *Ecology and Society*, 22(2) : 16
- Siebert, R., Toogood, M., Knierim, A. (2006). « Factors Affecting European Farmers' Participation in Biodiversity Policies ». *Sociologia Ruralis*, Vol 46, Number 4, October 2006
- Simon, S., Bouvier, J.-C., Debras, J.-F., & Sauphanor, B. (2011). « Biodiversity and Pest Management in Orchard Systems ». *Sustainable Agriculture Volume 2*, 693–709. doi:10.1007/978-94-007-0394-0_30
- Stoate, C., Szczur, J. (2001). « Whitethroat *Sylvia communis* and Yellowhammer *Emberiza citrinella* nesting success and breeding distribution in relation to field boundary vegetation ». *Bird Study*, 48(2) : 229-235.
- Swagemakers, P., Wiskerke, H., Van der Ploeg, J.D. (2009). « Linking birds, fields and farmers ». *Journal of Environmental Management*, 90 : 185-192.
- Teillard, F., Jiguet, F., et Tichit, M. (2015). « The Response of Farmland Bird Communities to Agricultural Intensity as Influenced by Its Spatial Aggregation ». *PLoS ONE* 10, n° 3 (23 mars 2015). <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0119674>.
- Terraube, J., Archaux, F., Deconchat, M., Van Halder, I., Jactel, H., Barbaro, L. (2016). « Forest edges have high conservation value for bird communities in mosaic landscapes ». *Ecology and Evolution*, 6(15) : 5178-5189.
- Thaxter, C. B., Joys, A. C., Gregory, R. D., Baillie, S. R., et Noble, D. G. (2006). « Hypotheses to Explain Patterns of Population Change among Breeding Bird Species in England ». *Biological Conservation* 143, n° 9 (1 septembre 2010): 2006-19. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2010.05.004>.
- Torralba, M., Fagerholm, N., Burgess, P.J., Moreno, G., Plieninger, T. (2016). « Do European agroforestry systems enhance biodiversity and ecosystem services? A meta-analysis ». *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 230 : 150–161
- Tredennick, A.T., Hooker, G., Ellner, S.P., Adler, P.B. (2021). A practical guide to selecting models for exploration, inference, and prediction in ecology. *Ecology* 102(6):e03336.
- Vickery, J.A., Tallwin, J.R., Feber, R.E., Asteraki, E.J., Atkinson, P.W., Fuller, R.J., Brown, V.K., (2001). "The management of lowland neutral grasslands in Britain: effects of agricultural practices on birds and their food resources". *Journal of applied ecology*, 38(3), 647–664. doi:10.1046/j.1365-2664.2001.00626.x
- Wenger, J.S., Freeman, M.C. (2008). « Estimating species occurrence, abundance, and detection probability using zero inflated distributions ». *Ecology* 89, n°10 (octobre 2008): 2953-59. <https://doi.org/10.1890/07-1127.1>.
- Wilcox, J.C., Barbottin, A., Durant, D., Tichit, M., Makowski, D. (2014). "Farmland Birds and Arable Farming, a Meta-Analysis" in Lichtfouse, E. (Ed.). (2014). *Sustainable Agriculture Reviews*. Doi:10.1007/978-3-319-00915-5

Remarques à propos des annexes

L'annexe 1 comprend les estimations d'abondances par cartographie des territoires sur chaque parcelle pour toutes les espèces nichant possiblement sur ou à proximité directe des parcelles. Les espèces surlignées en vert sont celles pour lesquelles il a été possible de réaliser une estimation par modélisation.

L'annexe 2 comprend la liste des codes espèces utilisés.

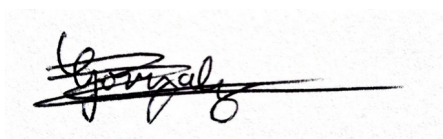
L'annexe 3 comprend les données des variables utilisées dans l'analyse (modélisation et diversité) pour chaque parcelle.

Déclaration contre le plagiat

Je soussigné William Gonzalez, résidant au 5 au sable fin 33620 SAINT-MARIENS, FRANCE, ai produit le mémoire « Agroforestiers et oiseaux : Comment habiter ensemble ? » sous l'encadrement de mes copromoteurs Dorothée Denayer et François Chiron dans le cadre de mon Travail de Fin d'Études du Master en Agroécologie.

Je certifie qu'il s'agit d'un travail original et que toutes les sources utilisées ont été indiquées dans leur totalité. Je certifie, de surcroît, que je n'ai ni recopié ni utilisé des idées ou des formulations tirées d'un ouvrage, article ou mémoire, en version imprimée ou électronique, sans mentionner précisément leur origine et que les citations intégrales sont signalées entre guillemets. Le non-respect de ces dispositions est passible de constituer un obstacle rédhibitoire à la validation de mon TFE et donc à l'obtention du diplôme convoité.

Signé le 15 août 2021 à Lieusaint.

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Gonzalez', with a long horizontal stroke extending to the right.