

py Réponse d une guild e d oiseaux de milieux ouverts à l agro-environnemental des zones de grandes cultures en Hesbaye liégeoise

Auteur : Pierret, Noémie

Promoteur(s) : Michaux, Johan; Magain, Nicolas; 3921

Faculté : Faculté des Sciences

Diplôme : Master en biologie des organismes et écologie, à finalité spécialisée en biologie de la conservation : biodiversité et gestion

Année académique : 2019-2020

URI/URL : <http://hdl.handle.net/2268.2/9900>

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.

Août 2020

Réponse d'une guilde d'oiseaux de milieux ouverts à l'aménagement agro-environnemental des zones de grandes cultures en Hesbaye liégeoise

Mémoire présenté par **Noémie Pierret**, en vue de l'obtention
du diplôme de Master en Biologie des organismes et écologie à
finalité spécialisée en Biologie de la conservation : biodiversité et
gestion, à l'Université de Liège.

Promoteurs : Johan Michaux, Nicolas Magain.

Institution d'accueil : Faune & Biotopes.

Encadrants locaux : Sara Cristofoli, Julien Piqueray (Natagriwal).

Remerciements

Au cours de mon mémoire, j'ai eu l'occasion d'être en contact avec de nombreuses personnes et de recevoir leurs conseils, leur aide, leur participation ou différents supports. J'aimerais ici remercier toutes ces personnes.

Un grand merci à mon encadrante Sara Cristofoli, pour son suivi pendant mes six mois de travail, son aide dans la conception du protocole, les réponses à mes questions et les relectures de mon mémoire.

Merci à mes promoteurs Johan Michaux et Nicolas Magain pour leurs relectures et leurs conseils.

Merci également à Antoine Goderniaux, pour sa relecture et pour l'entraînement à l'identification des espèces d'oiseaux sur le terrain.

Merci à toute l'équipe de Faune & Biotopes : Sara Cristofoli, Antoine Goderniaux, Simon Lehane, Amandine Delalieux et Alexia Moerenhout, ainsi qu'à Antoine Quirynen (Natagriwal) pour leur accueil, la bonne ambiance de travail et les réponses à mes questions techniques.

Merci à Julien Piqueray, Simon Lehane et Thomas Coppée pour leur apport en documents techniques et cartographiques.

Merci à Alain Hambuckers, Marc Dufrêne, Arnaud Monty et Mathieu Pierret pour leurs conseils en statistiques et sur mon design expérimental.

Merci à Jean-Yves Paquet et Arnaud Laudelout pour leur apport de données brutes en cas de prolongement du confinement et d'abandon du terrain.

Enfin, merci à tous ceux qui ont accepté de diffuser mon enquête sociale, et merci à tous les agriculteurs et agricultrices qui y ont répondu.

Résumé

Réponse d'une guildes d'oiseaux de milieux ouverts à l'aménagement agro-environnemental des zones de grandes cultures en Hesbaye liégeoise. Travail de fin d'études réalisé par Noémie Pierret en 2020 au sein de l'asbl Faune & Biotopes, encadrée par Johan Michaux (Laboratoire de génétique de la conservation), Nicolas Magain (Biologie de l'évolution et de la conservation), Sara Cristofoli (Faune & Biotopes) et Julien Piqueray (Natagriwal).

L'agriculture intensive en Europe est responsable de la décroissance importante de l'avifaune des plaines agricoles depuis des décennies. Un des objectifs de l'Europe est d'inverser ces tendances via des Mesures Agro-Environnementales et Climatiques (MAEC). Celles-ci ont pour vocation de soutenir la faune agricole et sont menées dans des exploitations agricoles via une démarche volontaire de la part des agriculteurs. Le but de cette étude est d'identifier la relation entre la localisation et la densité d'individus nicheurs de quatre espèces d'oiseaux inféodées aux plaines agricoles (Alouette des champs, Bergeronnette printanière, Bruant proyer et Bruant jaune) et la structure spatiale du paysage. Il est aussi question d'évaluer l'apport du projet Plaines de vie de l'asbl Faune & Biotopes pour l'avifaune, lequel a impliqué l'installation d'aménagements en plaines de Hesbaye liégeoise pour améliorer la qualité de l'habitat. Afin de répondre à ces objectifs, quatre zones ont été analysées en Hesbaye, dont deux au sein du périmètre du projet et deux autres en plaines agricoles moins riches en aménagements. Dans chaque zone, des points d'écoute ont permis de relever l'abondance en espèces, et des relevés de terrain autour de ces points ont permis de recueillir des données concernant les aménagements agro-environnementaux, les cultures agricoles et d'autres éléments du paysage. Les analyses statistiques par comparaison de moyennes et modèles linéaires généralisés mixtes (GLMM) ont montré que l'abondance faunistique est globalement plus élevée dans les zones pauvres en aménagements. Peu de relations significatives ont été obtenues entre les espèces et les variables environnementales. On peut citer par exemple les impacts positifs de la bande aménagée sur l'abondance de la Bergeronnette et de la parcelle aménagée sur l'abondance du Bruant jaune, ainsi que l'impact négatif de la surface industrialisée sur l'abondance d'oiseaux (les quatre espèces confondues). L'échantillon était cependant trop restreint pour identifier ces relations avec confiance. Bien que certaines sources présentent des cas où des aménagements peuvent nuire à la faune dans certaines conditions, ceux-ci restent un outil essentiel, et quasiment unique, à la préservation de l'avifaune agricole. Une enquête sociologique a été menée en parallèle afin d'identifier le point de vue des agriculteurs, lesquels cherchent souvent à agir pour la biodiversité mais estiment les cahiers des charges des aménagements agro-environnementaux trop lourds.

Table des matières

1.	Introduction.....	1
1.1.	Notions de réseau et de maillage écologiques	1
1.2.	L'agriculture en Europe et la politique agricole commune.....	2
1.3.	Portrait agricole de la Wallonie	4
1.4.	Portrait agricole de la zone de projet	5
1.5.	Impact des pratiques agricoles sur la faune des plaines	6
1.6.	Les Mesures Agro-Environnementales et Climatiques	9
1.7.	Contexte de l'étude : le projet Plaines de vie de Faune & Biotopes	10
1.8.	Objectifs de recherche	13
1.9.	Présentation des espèces modèles.....	14
1.9.1.	Le Bruant proyer.....	14
1.9.2.	L'Alouette des champs	15
1.9.3.	La Bergeronnette printanière.....	16
1.9.4.	Le Bruant jaune	17
2.	Matériels et méthodes	18
2.1.	Design expérimental	18
2.1.1.	Zones d'étude	18
2.1.2.	Echantillonnage faunistique	21
2.1.3.	Variables paysagères	22
2.2.	Analyses statistiques des données de terrain.....	25
2.3.	Partie sociale	28
3.	Résultats	29
3.1.	Résultats des données de terrain	29
3.2.	Résultats de l'enquête en ligne.....	34
4.	Discussion	38
4.1.	Réponses des espèces modèles aux aménagements agro-environnementaux et autres variables paysagères dans les zones d'étude.....	38
4.2.	Abondance des espèces modèles dans les zones avec et sans renforcement des mesures agro-environnementales et climatiques	41
4.3.	L'avifaune des plaines agricoles et les aménagements agro-environnementaux – comparaison avec la littérature	43
4.4.	Les aménagements agro-environnementaux du point de vue de la conservation de l'avifaune des plaines	45

4.5. Biais du protocole	46
4.6. Le point de vue des agriculteurs	48
5. Conclusion	50
Bibliographie.....	a
Annexes	g

Table des illustrations

Figures

Figure 1. Représentation schématique du réseau écologique. 1 : zone centrale. 2 : zone de liaison. 3 : zone de développement (Covone, 2017).	1
Figure 2. Ensembles paysagers de Wallonie et fragmentation des milieux favorables à la biodiversité (Bellayachi et al., 2017).	6
Figure 3. Evolution des populations d'oiseaux communs en Région Wallonne (Natagriwal, s. d.-b).	8
Figure 4. Situation géographique du projet Plaines de vie de Faune & Biotopes (Lehane et al., 2019).	11
Figure 5. Bruant proyer (<i>Emberiza calandra</i>) (Audevard, 2013).	14
Figure 6. Alouette des champs (<i>Alauda arvensis</i>) (Marques, 2010).	16
Figure 7. Bergeronnette printanière (<i>Motacilla flava</i>) (Fasol, 2011).	17
Figure 8. Bruant jaune (<i>Emberiza citrinella</i>) (Dumoulin, 2011).	17
Figure 9. Design expérimental de l'étude.	20
Figure 10. Comparaison des abondances en oiseaux par espèce sur la zone-projet 1 et la zone hors-projet 4. Une différence significative (p-valeur <0.05) est indiquée par une étoile.	29
Figure 11. Comparaison des abondances en oiseaux par espèce sur la zone-projet 2 et la zone hors-projet 5. Une différence significative (p-valeur <0.05) est indiquée par une étoile.	30
Figure 12. Comparaison des abondances en oiseaux par espèce sur les zones-projet (1-2) et hors projet (4-5). Une différence significative (p-valeur <0.05) est indiquée par une étoile.	30
Figure 13. Comparaison des abondances en oiseaux des quatre espèces confondues sur les paires de zones d'étude 1-4, 2-5 et sur les zones-projet (1-2) et hors projet (4-5). Une différence significative (p-valeur <0.05) est indiquée par une étoile.	31
Figure 14. Part des activités pratiquées par les agriculteurs sondés.	34

Tableaux

Tableau 1. Résultats obtenus par glmmTMB (p/a = présence/absence).	32
Tableau 2. Synthèse des réponses obtenues par l'enquête sociale auprès des agriculteurs-trices de Wallonie.	35

Table des annexes

Annexe 1. Méthodes Agro-Environnementales et Climatiques (Natagriwal, s. d.-c).....	g
Annexe 2. Parties du protocole expérimental prévues mais annulées suite au confinement.	i
Annexe 3. Capture d'écran de l'abondance d'Alouettes des champs sur LifeWatch (Radoux et al., 2019b).....	k
Annexe 4. Fiche terrain pour les points d'écoute.	l
Annexe 5. Aperçu du jeu de données chargé dans RStudio.....	m
Annexe 6. Formulaire en ligne de l'enquête sociale.	n
Annexe 7. Article du Sillon Belge indiquant le lien pour répondre à l'enquête sociale.....	s

Liste des abréviations

CEE : Communauté Economique Européenne.

GLM : Generalized Linear Model (ou modèle linéaire généralisé).

GLMM : Generalized Linear Mixed Model (ou modèle linéaire généralisé mixte).

glmmTMB : Generalized Linear Mixed Model using Template Model Builder.

MAEC : Mesure(s) Agro-Environnementale(s) et Climatique(s).

MB : Méthode de base (Natagriwal).

MC : Méthode ciblée (Natagriwal).

PAC : Politique Agricole Commune.

PwDR : Programme wallon de Développement Rural.

SAU : Surface Agricole Utile.

UE : Union Européenne.

1. Introduction

1.1. Notions de réseau et de maillage écologiques

Les paysages agricoles sont perçus avant tout comme ayant pour mission la production de ressources alimentaires pour l'homme, ce n'est donc pas un environnement considéré comme un lieu de vie à part entière pour la faune. Pourtant, une diversité d'habitats et de pratiques agricoles donnent lieu à une biodiversité tout à fait remarquable, composée de nombreuses espèces d'oiseaux, d'insectes et de batraciens notamment (Bellayachi et al., 2017). Un certain nombre d'espèces est inféodé à ces milieux, telles que la Perdrix grise (*Perdix perdix*) et le Bruant proyer (*Emberiza calandra*). Le réseau écologique est un concept théorique central dans le maintien de la faune des paysages agricoles. Il désigne un ensemble d'habitats susceptibles de fournir un milieu de vie temporaire ou permanent aux espèces sauvages sur un territoire. Ce milieu assure la survie à long terme des espèces, dans la mesure où ses structures physique et fonctionnelle répondent à leurs exigences vitales (BdM, 2011) (Dufrêne, s. d.) (Covone, 2017). Les politiques progressivement mises en place ont pour but de protéger les espèces animales en créant un ensemble d'habitats cohérent permettant leur déplacement. D'une manière générale, l'objectif est d'enrayer le déclin de la biodiversité en prévenant l'isolement des habitats (Dufrêne, s. d.). Géographiquement, le réseau écologique s'apparente ainsi à un découpage du territoire en différentes zones fonctionnelles complémentaires (Figure 1).

Les zones centrales (numéro 1 sur la Figure 1) correspondent à des milieux de grand intérêt biologique. Ceux-ci sont optimaux pour de nombreuses espèces et formés de complexes de végétation et caractéristiques d'une zone biogéographique (Bayet, 2019). Ces zones sont souvent entretenues par des agriculteurs, des forestiers ou des conservateurs de la nature (Hance et al., 2010), et sont représentées par exemple par des prairies traditionnelles fleuries ou des prairies marécageuses.

Les zones de développement (numéro 3 sur la Figure 1) ont un rôle de protection du cœur du réseau écologique contre les influences extérieures nuisibles, on les



Figure 1. Représentation schématique du réseau écologique. 1 : zone centrale. 2 : zone de liaison. 3 : zone de développement (Covone, 2017).

considère donc comme des zones tampon. Elles sont particulièrement nécessaires pour les espèces les plus fragiles face à des menaces extérieures, et apportent également des conditions dans lesquelles certaines espèces s'établissent. Les zones de développement peuvent être par exemple des vergers hautes-tiges, des prairies naturelles ou de petites zones bocagères (Hance et al., 2010).

Les zones de liaison (numéro 2 sur la Figure 1) sont quant à elles des zones de petite surface, ou qui forment une linéarité dans le paysage. Elles permettent aux espèces de se déplacer d'une zone centrale ou de développement à une autre et représentent, elles aussi, un lieu de vie pour de nombreuses espèces. Ces zones assurent un brassage génétique des populations grâce à la migration des individus, rendue possible par la connectivité des habitats, et permettent notamment aux espèces migratrices de se déplacer entre leurs lieux de reproduction et d'hivernage. La connectivité se définit, en écologie, par la capacité du paysage à permettre le déplacement des espèces, individus et gènes entre différents habitats (Taylor, Fahrig, Henein, & Merriam, 1993). La connectivité des zones centrales et de développement peut être assurée par une densité élevée d'éléments du paysage, ou par une faible pression anthropique et donc une faible représentation de potentielles barrières humaines (routes, bâtiments, etc.) (Dufrêne, 2004). Les zones de liaison forment ensemble le maillage écologique. Il s'agit de l'ensemble des éléments naturels du paysage permettant, s'ils sont présents en suffisance, la connexion entre les zones centrales (Covone, 2017). Dans les milieux agricoles, les éléments de liaison retrouvés sont principalement des haies, des talus, des fossés, des chemins de terre et les espèces herbacées qui les accompagnent (Ansay, Delescaille, Goor, & Godin, s. d.). Ces éléments servent de remparts contre l'érosion des sols et préservent le bétail et les cultures du vent et du soleil. Ce sont également des lieux de vie pour les auxiliaires des cultures, prédateurs et parasites naturels des ravageurs de cultures (Ansay et al., s. d.). C'est notamment sur la notion de maillage écologique que se base la conservation de la nature en milieu agricole (Bedoret, 2019).

1.2. L'agriculture en Europe et la politique agricole commune

En Europe et avant la Première Guerre mondiale, l'agriculture était principalement paysanne (Cornier, 2019). Le paysage était marqué par une hétérogénéité des tailles des parcelles et des espèces cultivées. Le maillage écologique était plus dense qu'aujourd'hui, composé de haies, d'arbres, de murets et autres éléments permettant la protection et le déplacement de certaines espèces. Les deux guerres mondiales ayant marqué l'Europe ont eu pour conséquence d'accélérer

le développement d'innovations technologiques permettant la mécanisation de l'agriculture. La Politique Agricole Commune (PAC) a été instaurée par la Communauté économique européenne (CEE) en 1957 à la suite de la Seconde Guerre mondiale à des fins notamment de recherche de l'autonomie alimentaire à une échelle européenne (Ansay et al., s. d.), laquelle fût dépassée en quelques années. L'orientation de la PAC a dans un premier temps encouragé l'intensification de la production agricole, dont la tendance avait déjà débuté depuis quelques années, ce qui a mené à une mécanisation croissante de l'agriculture (Cornier, 2019). En 1956, une loi sur le remembrement des biens ruraux favorise la construction de grandes parcelles, ce qui conduit à la réduction des bordures semi-naturelles comme les haies et parties boisées (Fuller et al., 1995), et permet notamment de faciliter la manœuvrabilité des machines agricoles (CPDT, Cawoy, & Istaz, 2019). Les Etats de la CEE ont également augmenté les doses de pesticides et de fertilisants utilisés, et ont réduit le nombre d'espèces cultivées (Chamberlain, Fuller, Bunce, Duckworth, & Shrubbs, 2000). L'objectif de la PAC est également d'améliorer le niveau de vie des agriculteurs, tout en proposant des prix accessibles aux consommateurs, c'est pourquoi différents types de soutiens financiers sont apportés aux exploitants (« Histoire de la politique agricole commune », 2017). Dans les années 2000, les compensations offertes aux agriculteurs se réduisent et prennent la forme d'aides directes. L'actuel deuxième pilier de la PAC est alors introduit, dont l'objectif est de développer le milieu rural, suite à la baisse de la population rurale dans certaines parties de l'Europe. Le respect de bonnes pratiques environnementales et du bien-être des bêtes devient une condition à l'obtention des aides. Avec la réforme de 2013, la PAC laisse plus de champ libre aux Etats membres de l'UE, qui la financent, notamment pour la mise en œuvre des décisions.

Les événements du 20^e siècle ont eu pour conséquence de détériorer la biodiversité, notamment les populations d'insectes, de plantes et d'oiseaux des plaines agricoles, et d'exercer une pression trop importante sur le milieu. 28% des espèces européennes et d'Asie Centrale seraient aujourd'hui menacées suite au changement d'utilisation des terres, selon les chiffres de la Plateforme intergouvernementale sur la biodiversité et les services écosystémiques (IPBES) (Fischer & Rounsevell, 2018). L'intensification de l'agriculture a en effet mené à de la destruction, de la conversion et de la fragmentation d'habitats. D'une manière générale, l'agriculture est aujourd'hui considérée comme l'une des principales sources de perte de biodiversité sur la planète. En Europe, l'agriculture est également utilisée comme outil de conservation de la biodiversité grâce à une gestion extensive, se rapprochant des pratiques agricoles traditionnelles. En l'absence de perturbations naturelles, les paysages sont maintenus ouverts artificiellement par les méthodes agricoles et le bétail, afin de protéger les espèces inféodées à ces milieux (Batáry,

Dicks, Kleijn, & Sutherland, 2015). L'éco-conditionnalité des aides de la PAC, dont la mise en place a débuté en 2005, est un instrument de protection de l'environnement sous culture basé sur un système contraignant de normes à l'échelle européenne (DGO3, 2015). Il concerne les exploitations des secteurs environnemental, de santé publique, animal et végétal ainsi que du bien-être des animaux. L'éco-conditionnalité encadre les paiements des aides au respect des obligations concernées. Elle est obligatoire pour tous les agriculteurs bénéficiant d'un apport financier direct dans le cadre du premier pilier de la PAC, lequel concerne le développement de la production agricole et le soutien des prix et des marchés agricoles. Parmi les Bonnes Conditions Agricoles et Environnementales (BCAE), on retrouve notamment le maintien des particularités topographiques, la protection des eaux contre la pollution par les nitrates d'origine agricole et la réglementation de l'utilisation de produits phytopharmaceutiques.

1.3. Portrait agricole de la Wallonie

La moitié du territoire wallon est destinée à la production agricole, selon les chiffres de 2015 (Bellayachi et al., 2017). Entre 1990 et 2015, le nombre d'exploitations agricoles a régressé de 55.8%, et leur superficie moyenne a quant à elle été multipliée par deux, pour une main d'œuvre par exploitation relativement stable. La mécanisation dans le métier agricole augmentant au fil des années, de moins en moins de personnes sont en effet nécessaires pour une même surface. Sur ces tendances, la Surface Agricole Utile (SAU), un outil statistique évaluant la surface du territoire dédiée à la production agricole (« Surface agricole utile (SAU) », 2019), n'a baissé que de 4.7% entre 1990 et 2015 (Bellayachi et al., 2017). Divers types d'agriculture sont rencontrés en région wallonne, mais l'agriculture est d'une manière générale considérée intensive. L'objectif est notamment d'avoir des récoltes de plus en plus performantes ainsi que de meilleures conditions de stockage (Thierry Ory, Hermand, Walot, Derouaux, & Paquet, 2015). L'utilisation de pesticides s'est ainsi démocratisée, et la jachère a été abandonnée. Les surfaces dédiées aux céréales d'hiver et au maïs ont augmenté et ont pris le pas sur les céréales de printemps. Les friches et les bandes herbeuses de bords de champs se sont raréfiées à la suite de l'utilisation intensive du paysage. La fauche et la récolte des cultures sont également réalisées plus tôt qu'auparavant. Une faible quantité de terres est à présent laissée en chaume pendant l'hiver, et le paysage a atteint une certaine monotonie suite à la simplification des rotations agricoles. Enfin, les parcelles sont de grande taille et peu de zones de bordure y sont trouvées. En Wallonie comme dans d'autres pays d'Europe, des changements dans les pratiques agricoles visent cependant à se rapprocher d'une

agriculture extensive. L'agriculture biologique est en augmentation et concerne 10.5% des exploitations wallonnes en 2015, couvrant 8.8% de la SAU (Bellayachi et al., 2017), pour 1% des exploitations flamandes (Franché, 2016). En 2014, cette proportion est de 5.9% pour toute l'UE. Les prairies représentent près de 80% de la SAU bio en 2015, et un peu moins de 20% sont représentés par les grandes cultures, qui sont des paysages agricoles en situation très critique en termes de quantité et de qualité du maillage écologique. La part croissante de l'agriculture biologique s'explique par l'instauration d'aides à la conversion, d'aides directes récurrentes et par l'intérêt des consommateurs, de plus en plus sensibilisés à la qualité des produits consommés. L'objectif du Gouvernement wallon est d'augmenter la part de l'agriculture biologique dans la SAU globale. En ce qui concerne la tendance de la production végétale, les prairies permanentes ont subi un recul de 23% entre 1980 et 2015 (Bellayachi et al., 2017). En cause l'augmentation d'autres couverts comme les prairies temporaires, en augmentation de 591 hectares par an au cours de la même période. En 2015, 42.7% de la SAU sont en prairie permanente, et 4.3% en prairie temporaire (Bellayachi et al., 2017). Les céréales d'hiver occupent une part de 25.4% de la SAU. Concernant l'utilisation d'engrais phosphorés et azotés, ils sont globalement en réduction ces dernières années. Les apports totaux en engrais azotés ont baissé à hauteur de 16.8% entre 1995 et 2014. La baisse s'élève à 18.4% pour l'azote minéral, bien que la valeur soit en 2014 presque deux fois plus grande que la moyenne européenne, et 64.5% pour le phosphore minéral (Bellayachi et al., 2017). Ces tendances ont été permises par la mise en application d'un Programme de gestion durable de l'azote en agriculture, par la hausse du prix des engrais ainsi que par une gestion des fertilisants plus raisonnée par rapport à la fin des années 1990. Dans le cas des produits phytopharmaceutiques vendus en Belgique, ceux-ci sont depuis 2010 utilisés à plus de 95% par des professionnels, en comparaison à une part d'environ 70% au cours de la décennie précédente (Bellayachi et al., 2017).

1.4. Portrait agricole de la zone de projet

La zone d'étude se situe dans l'ensemble paysager des bas-plateaux limoneux brabançon et hesbignon (Bellayachi et al., 2017). Celui-ci fait partie de la catégorie du territoire à fragmentation élevée, qui concerne 35.8% du paysage wallon (Figure 2). La fragmentation des habitats en Wallonie résulte en grande partie du labour des prairies permanentes, qui sont progressivement converties en prairies temporaires et en cultures. En ce qui concerne la région agricole, le projet

se situe exclusivement en Région limoneuse, qui s'étend aussi sur la Flandre et va de Liège à Tournai. Sa superficie est de 3941 km² et on y trouve des terres agricoles fertiles, principalement plantées en céréales, betteraves sucrières et pommes de terre. On y retrouve également des cultures fruitières.

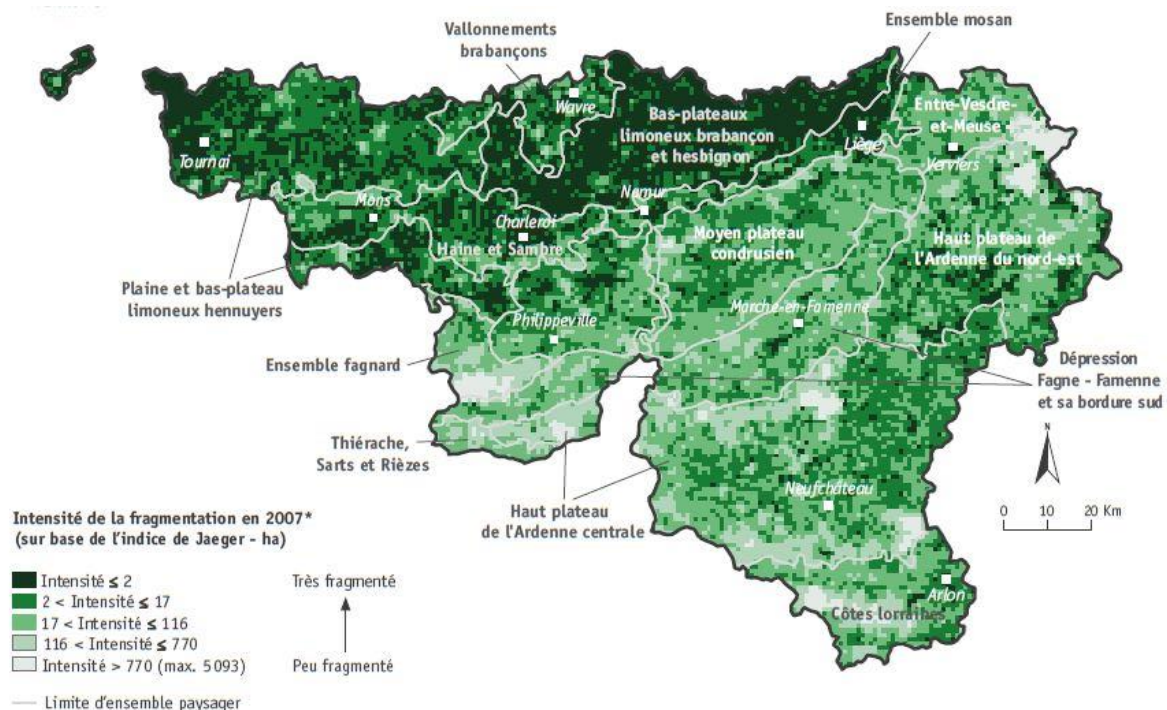


Figure 2. Ensembles paysagers de Wallonie et fragmentation des milieux favorables à la biodiversité (Bellayachi et al., 2017).

1.5. Impact des pratiques agricoles sur la faune des plaines

Les méthodes de production intensives ont diverses conséquences sur le milieu, telles que l'érosion des sols et de la biodiversité, la compaction des sols, la pollution des eaux, l'émission de polluants atmosphériques ainsi que divers impacts paysagers (Bellayachi et al., 2017). L'intensification de l'agriculture a également lésé le cortège faunistique associé aux plaines agricoles, la qualité générale de ces milieux ayant fortement diminué en raison de la perte d'abris et de ressources alimentaires (DGO3, 2015). Une étude sur la décroissance de l'avifaune agricole en Europe a déterminé que la variation de l'état des espèces est principalement influencée par la culture céréalière (Donald, Green, & Heath, 2001). Cette relation peut s'expliquer par le fait que la culture céréalière soit directement corrélée à d'autres facteurs pris en compte dans l'étude : la production de lait, l'utilisation d'engrais et le nombre de tracteurs par travailleur agricole. La distribution des terres agricoles serait ainsi un meilleur indice de prédiction de la biodiversité que la distribution des populations humaines (Scharlemann, Balmford, & Green, 2005). L'abandon de

terres agricoles mène à une fermeture du milieu, qui menace dans les régions relativement boisées les espèces aujourd'hui inféodées aux plaines agricoles. Ces espèces se sont en effet adaptées aux paysages agricoles de nos régions, et en sont devenues dépendantes. Entre 1990 et 2006, 54920 hectares de terres agricoles auraient été abandonnées en Europe de l'Ouest (Hatna & Bakker, 2011). Ces chiffres sont cependant à relativiser, l'information étant difficile à quantifier et les résultats différant selon les études (Ustaoglu & Collier, 2018). La qualité du milieu agricole constitue ainsi une part importante de la protection de la biodiversité, notamment pour les oiseaux, les insectes, les arachnides et les adventices des cultures. Le remembrement des terres a mené à une homogénéité sans précédent dans nos paysages (DGO3, 2015). La taille des parcelles augmente et on trouve dans le paysage des blocs de dizaines d'hectares d'une culture unique. En conséquence, les zones de bordures, qui apportent notamment un refuge pour les insectes ainsi qu'un couvert pour les nids des oiseaux, se réduisent ou disparaissent, fragilisant fortement le maillage écologique. Les zones non cultivées ni urbanisées, riches en insectes et adventices et sources de nourriture et de sécurité contre les aléas climatiques et les prédateurs pour de nombreuses espèces, se réduisent également. Ces habitats représentent des lieux de reproduction, de nidification et de repère au milieu des grandes étendues cultivées (DGO3, 2015). La tendance de réduction des bords de champs, terres enherbées, haies, berges et talus a donc fortement impacté la faune agricole de nos régions. Le labour des prairies permanentes provoque également un manque de ressources pour la faune des plaines, celles-ci offrant des sources de nourriture et d'abris, principalement en hiver. De plus, les machines agricoles sont de plus en plus efficaces, de moins en moins de graines sont donc laissées au champ après la fauche (Maillard, Suffran, & Omnès, 2011). En raison des labours précoces et du déchaumage, qui permet d'accélérer la décomposition des chaumes et restes de pailles en les enfouissant, le peu de restes des cultures est rendu indisponible pour la faune des plaines. Les changements dans le paysage sont aujourd'hui très rapides grâce à l'efficacité des machines agricoles. Un Busard (*Circus sp.*) peut ainsi quitter quelques heures son nid camouflé dans une culture et le retrouver au milieu d'une plaine déserte. La source de mortalité de la faune peut également être directe, par collision des individus avec les machines, notamment pour les Lièvres d'Europe (*Lepus europaeus*) et les Vanneaux huppés (*Vanellus vanellus*) (DGO3, 2015).

Le déclin de l'avifaune agricole est directement corrélé à l'intensification des pratiques agricoles. Le cycle annuel des oiseaux est perturbé par la perte de sites de nidification et d'hivernage, ce qui diminue le nombre de jeunes émancipés ainsi que le taux de survie des adultes (Derouaux & Paquet, 2018). Les espèces les plus sensibles ont perdu l'accès aux ressources répondant à leurs

besoins vitaux, donnant lieu à une avifaune agricole essentiellement composée d'espèces opportunistes dans les régions les plus intensives (DGO3, 2015). Les espèces les plus affectées sont les nicheuses au sol avec des exigences alimentaires très spécialisées. De plus, la prédation des oiseaux par des espèces généralistes comme le Renard roux (*Vulpes vulpes*) et la Corneille noire (*Corvus corone*) aggrave la situation dans les habitats dégradés. La Figure 3 montre que le déclin de l'avifaune de Wallonie concerne principalement les espèces liées aux milieux agricoles.

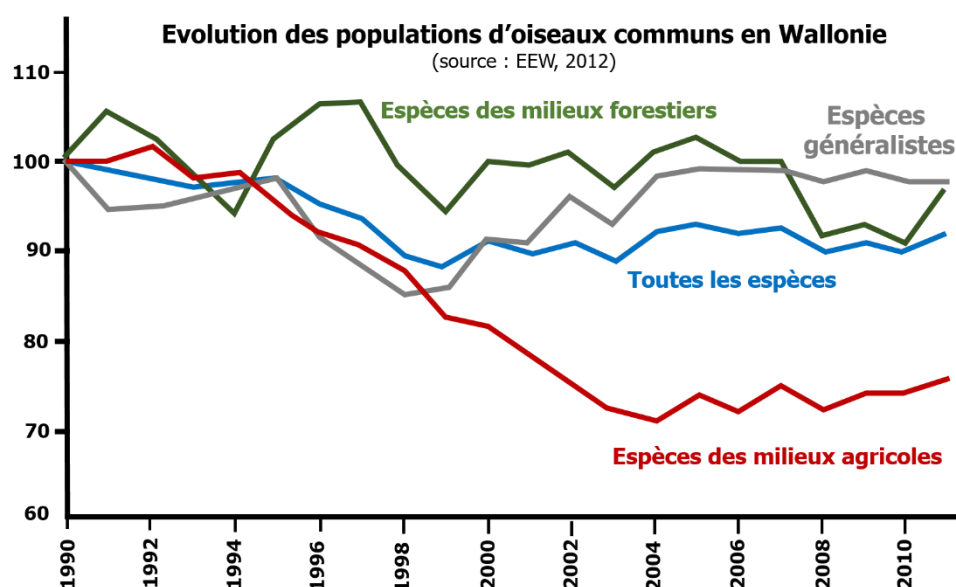


Figure 3. Evolution des populations d'oiseaux communs en Région Wallonne (Natagriwal, s. d.-b).

L'utilisation excessive de produits phytopharmaceutiques entraîne un manque d'adventices des cultures, qui produisent des graines et constituent donc une ressource alimentaire pour les oiseaux des plaines agricoles, notamment en hiver (DGO3, 2015). Leur utilisation entraîne également une simplification de la flore des plaines, qui participe au risque de dérèglement physiologique, ouvrant la voie à diverses pathologies auxquelles le Lièvre d'Europe par exemple est particulièrement sensible. Les insecticides posent également problème, dans la mesure où ils entraînent un déficit en populations de proies pour les jeunes oiseaux en période de croissance, ce qui augmente leur taux de mortalité (Derouaux & Paquet, 2018). Enfin, les pesticides sont source d'empoisonnement par contamination de la chaîne alimentaire, à partir d'anti-limace par exemple. En l'absence de grandes adventices ou autre démarquage dans le paysage, les oiseaux perdent également des repères possibles, particulièrement nécessaires en période de nidification (DGO3, 2015).

1.6. Les Mesures Agro-Environnementales et Climatiques

Les Mesures Agro-Environnementales et Climatiques (MAEC) font leur entrée dans certains Etats de la CEE en 1985, sur base volontaire. En 1992, les MAEC sont incluses dans la réforme de la PAC de tous les Etats membres, au sein du deuxième pilier visant à la protection de l'environnement, la plurifonctionnalité de l'agriculture ainsi que le développement rural (Natagriwal asbl, s. d.). Elles sont reprises dans le programme agro-environnemental comme une liste de pratiques favorisant l'environnement, le patrimoine et les paysages agricoles. Ce programme, financé par la Wallonie et l'UE, propose une rémunération aux agriculteurs membres en contrepartie de la mise en œuvre de pratiques visant une agriculture durable, au-delà des bonnes pratiques courantes. Les MAEC font partie des mesures visant l'atténuation des pressions sur l'environnement provoquées par les modes de production (Bellayachi et al., 2017). C'est l'asbl Natagriwal qui se charge de la gestion de ces mesures en Wallonie. Les principes de base du programme sont accessibles à tout agriculteur exploitant en Belgique, lequel s'engage pour une durée de cinq ans (Natagriwal, s. d.-a). Le cumul avec d'autres aides telles que celles attribuées en agriculture biologique ou en Natura 2000 peut être autorisé. Les MAEC peuvent viser une amélioration locale – maintien de mares, préservation de prairies de haute valeur biologique, ou plus globale – diminution du réchauffement climatique. Chaque mesure a un cahier des charges ainsi que des objectifs propres qui peuvent être ciblés, parfois sur une seule espèce, ou bien plus larges (Goulem, 2017). 54% des agriculteurs wallons sont engagés dans au moins une MAEC en 2013, et toujours près de la moitié selon les chiffres de 2016. La liste des MAEC comprend six méthodes de base (MB) et cinq méthodes ciblées (MC). Les MB sont accessibles pour tous les agriculteurs, tandis que les MC nécessitent l'avis d'un conseiller de Natagriwal. Les MAEC sont regroupées en cinq axes principaux selon le Programme wallon de Développement Rural (PwDR) : Éléments du maillage écologique, Prairies, Cultures, Approche globale à l'échelle de l'exploitation et Animaux. Les différentes mesures proposées sont résumées en *Annexe 1*. Parmi les aménagements installés en 2013, on retrouve 12 000 km de haies, 4000 mares, 1215 km de bandes aménagées, ainsi que 2500 km de tournières enherbées. Entre 2007 et 2013, le budget pour ces MAEC se situe autour de 200 millions d'euros, ce qui correspond à 38% du budget du PwDR. A l'origine, les MAEC avaient pour but de protéger les habitats ou paysages menacés (Batáry et al., 2015). A cet objectif s'est ajoutée la prévention de la perte d'espèces et notamment des oiseaux des plaines agricoles. Ces dernières années, il est beaucoup question d'améliorer et de maintenir des services écosystémiques comme la pollinisation et le biocontrôle. Les MAEC augmentent la biodiversité de la zone d'installation, et

ce d'autant plus que le maillage écologique initial est pauvre (Batáry et al., 2015). Le taux de contribution des MAEC au réseau écologique global est très faible en Région limoneuse, région à forte concentration agricole (Bellayachi et al., 2017). Cette contribution équivaut à la part de la superficie agricole utilisée dédiée aux MAEC favorables à la biodiversité (à savoir MB1 a, b et c, MB2, MC4, MB5 et MC8 de l'Annexe 1). Pour que les MAEC puissent être efficaces à la conservation de la biodiversité en paysage agricole, elles doivent également être comprises et acceptées par les agriculteurs. Il a pu être remarqué que les MAEC les plus mises en pratique par les agriculteurs sont parfois celles qui nécessitent le moins de gestion et d'investissement (Batáry et al., 2015). Or, ce ne sont pas forcément les plus efficaces en matière de maintien de la biodiversité. La position des agriculteurs quant aux MAEC est donc importante dans la prise en compte de leur impact sur la situation biologique, puisqu'un exploitant peu convaincu pourrait ne pas gérer l'aménagement de manière optimale (Uthes & Matzdorf, 2013). De plus, l'expérience des agriculteurs est d'une grande utilité pour décider au mieux de la mesure à mettre en place (Natagiriwal, s. d.-a). Le facteur humain et l'encadrement des agriculteurs dans leur démarche sont donc au cœur des MAEC.

1.7. Contexte de l'étude : le projet Plaines de vie de Faune & Biotopes

La présente étude concerne les sites de grandes cultures de Hesbaye liégeoise, et s'inscrit dans la suite du projet Plaines de vie mené par l'asbl Faune & Biotopes entre mai 2017 et juillet 2019. Ce projet, situé en Hesbaye liégeoise à la frontière flamande, au niveau d'Orp-Jauche, Jodoigne et Hélécinne (Figure 4), constitue un périmètre englobant 6070 hectares. Il vise à l'amélioration des habitats en zones agricoles, principalement ceux des Busards, Bruants proyers et Perdrix grises, en respectant les trois composantes suivantes : humaine, spatiale et agroéconomique (Lehane, Delalieux, & Cristofoli, 2019). L'axe humain consiste en une gestion exercée de concert par différents acteurs de la ruralité : agriculteurs, chasseurs, naturalistes, sylviculteurs, communes, etc. ; la composante spatiale implique une gestion de territoires de 2000 hectares au minimum, ce qui correspond à un réseau cohérent vis-à-vis des besoins vitaux de la faune des plaines ; enfin, l'agroéconomie est représentée par un conseil spécifique de professionnels.

Le projet Plaines de vie prend la forme d'un programme d'actions. La première action est la mobilisation des chasseurs et autres acteurs locaux. Des aménagements ont été installés sur les territoires de chasse de la zone de projet à la suite d'un audit. Les chasseurs sont alors encadrés

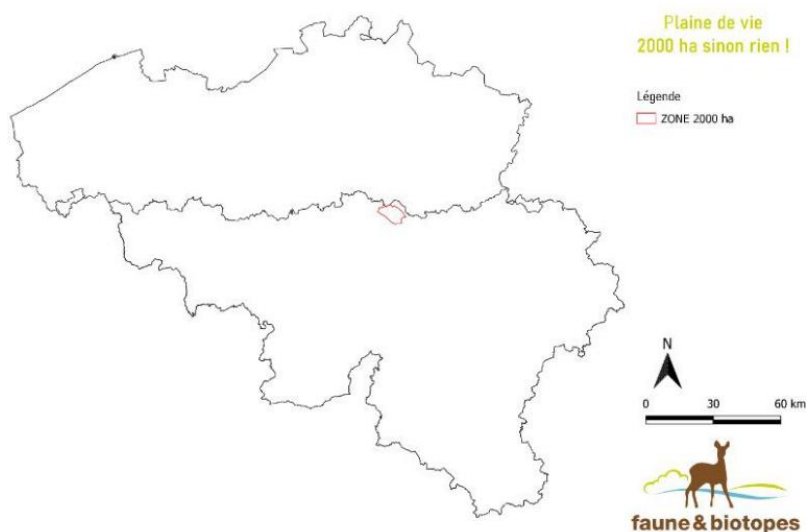


Figure 4. Situation géographique du projet Plaines de vie de Faune & Biotopes (Lehane et al., 2019).

dans un plan de gestion sur plusieurs années. Des comptages de gibier ont été mis en place : comptages Indice Kilométrique d'Abondance (IKA, dont un pour le grand public) permettant de connaître l'évolution d'une population de Lièvres d'Europe dans une zone donnée, recensements par le chant des Faisans de Colchide (*Phasianus colchicus*) mâles et suivis de la Perdrix grise. Des suivis d'autres espèces d'oiseaux (Busards, Bruant proyer, etc.) ont également été réalisés, de même qu'une gestion de la prédation du Renard roux et de la Corneille noire sur l'avifaune de la plaine. Des agriculteurs ont été contactés et rencontrés afin de les convaincre de s'engager pour des MAEC. Les promesses d'aménagements de la part des agriculteurs se sont élevées à 109.03 hectares de MAEC dont des tournières enherbées (MB5), des cultures favorables à l'environnement (variante « céréales sur pied », MB6), des parcelles aménagées (MC7) et des bandes aménagées (MC8). Ont aussi été installés 2415 mètres de haies, 860 mètres d'alignements d'arbres, quatre mares, un étang de 60 ares, 78 ares de prairies extensives, 10 ares de bosquets, 73 îlots arbustifs et 1.2 hectares de couvert fleuri, ainsi que 10 nichoirs à Faucon crécerelle (*Falco tinnunculus*). Cette liste englobe les aménagements réalisés par des agriculteurs et des chasseurs. Les terres agricoles occupent 82% du territoire du projet, et sont composées de terres arables (à hauteur de 81%) et de prairies et assimilés (19%). Les territoires artificialisés occupent quant à eux 14% du sol, les forêts et milieux semi-naturels 4%, et enfin moins de 1% du territoire est occupé par des surfaces aquatiques. Au moins un tiers des parcelles de la zone de projet ont une ampleur de plus de 10 hectares. Il s'agit donc d'une plaine cible de limitation de la taille des parcelles par un redécoupage. Les agriculteurs ont ainsi été informés de cette volonté dans le cadre du projet. Le maillage écologique de la zone de projet a été évalué, sur base des besoins vitaux de la Perdrix

grise. Au terme du projet, l'alimentation d'été/hiver et les zones favorables à la reproduction ont été multipliées par trois, les refuges d'hiver par quatre, et les refuges d'été par cinq. A noter que 34% de la surface aménagée au cours du projet se situe en dehors du périmètre initial. Le maillage écologique de la plaine a ainsi été nettement amélioré, mais le niveau actuel n'est pas suffisant pour booster les populations de Perdrix grises et assurer leur survie à long terme. Il reste cependant un potentiel important, qui pourra être exploité par la suite, au fur et à mesure des rencontres avec les agriculteurs.

La deuxième action, plus secondaire dans le projet, consiste en la création d'un réseau d'agriculteurs référents. A la suite d'une entrevue entre différents acteurs de la plaine, des fiches techniques ont été rédigées pour répondre aux besoins spécifiques de chacun d'eux.

La troisième action, plus secondaire elle aussi, concerne l'activation d'un réseau d'experts autour des agriculteurs. Ceux-ci peuvent en effet demander un accompagnement, que ce soit en vue d'un engagement futur dans le programme MAEC de Natagriwal (le plus courant), une éventuelle conversion en agriculture biologique, un questionnement sur les coulées boueuses ou encore les techniques culturales simplifiées.

La communication correspond à la quatrième action. Des fiches techniques ont été rédigées dans le cadre du projet. Elles portent par exemple sur la plantation de haies ou de ronciers, la création de mares ou d'un étang. L'objectif est de compiler des informations quant à l'aménagement d'une plaine agricole. Une vidéo promotionnelle a également été tournée, afin de transmettre les enjeux et les actions autour du projet Plaines de vie (https://www.youtube.com/watch?v=46scvKCY_ow) (Gerd, 2019). Un séminaire à destination des étudiants a eu lieu en faculté des sciences de Gembloux et aux Hautes Ecoles Ath Condorcet et La Reid, tandis que les Journées de la Chasse 2019 ont permis de parler du projet avec des chasseurs. Pour les plus jeunes, un jeu de cartes éducatif, Animalix, a été conçu par Faune & Biotopes. Il est basé sur les principales caractéristiques des espèces animales des campagnes wallonnes. Un livret guide a également été créé pour aider les acteurs de terrains à l'identification des espèces communes des campagnes. Enfin, une journée fermes ouvertes a été organisée avec le soutien du Parc naturel Burdinale Mehaigne, donnant l'occasion au Parc et à l'asbl de faire découvrir leurs actions auprès du public, et une visite des territoires pilotes de l'Association nationale de conservation du petit gibier a été planifiée. Lors de cette dernière, les agriculteurs ont pu se rendre compte des problématiques de réalisation des aménagements, ainsi que de la gestion des adventices des cultures sur ceux-ci.

Enfin, la cinquième action était la préparation d'une candidature dans le cadre d'un futur appel à projet LIFE Biodiversité, réalisée en juin 2018. Ses objectifs principaux sont le développement de

collaborations avec des entreprises agro-alimentaires, de contrats verts les liant aux agriculteurs, et l'expérimentation de nouveaux types d'aménagements en plaine agricole. La candidature n'a cependant pas été retenue.

1.8. Objectifs de recherche

Au sein du contexte illustré dans les chapitres précédents, il apparaît clair que le soutien des populations de la faune des plaines est un enjeu majeur en Wallonie. Le cas des oiseaux est particulièrement critique, et l'avenir de certaines espèces telles que le Bruant proyer dépend des actions que les professionnels de terrain parviendront à mettre en place aujourd'hui et dans un futur proche. De plus, la présence d'oiseaux des plaines est particulièrement utile en période de reproduction car ils débarrassent les cultures d'insectes indésirables (Bataille, 2009). Les oiseaux des plaines sont également de bons indicateurs de l'état de santé du milieu agricole, et leur présence témoigne de la qualité de l'accueil pour d'autres espèces sauvages. La bibliographie a déjà démontré dans certaines mesures l'intérêt que représentent les MAEC pour l'avifaune des plaines, et ce notamment pour le soutien des populations en alimentation pendant et en fin d'hiver (Baker, Freeman, Grice, & Siriwardena, 2012). Les mécanismes sous-jacents ne sont cependant pas toujours compris. Or, pour viser une gestion la plus efficace possible, il est indispensable d'être conscient non seulement de l'attrait des aménagements pour l'avifaune, mais également du lien entre ces aménagements et d'autres éléments structurels du paysage. Un aménagement pourrait par exemple être affaibli par la présence d'une route à passage fréquent ou d'un type de culture en particulier. L'efficacité des MAEC se doit d'être monitorée pour ajuster le programme, et ainsi obtenir un équilibre satisfaisant entre les montants financiers que ces aménagements représentent, et l'attrait qu'ils ont pour les oiseaux.

Dans cette optique, l'objectif général de cette étude consiste à **identifier la relation entre la localisation et la densité d'individus nicheurs de quatre espèces d'oiseaux inféodées aux plaines agricoles, et la structure spatiale du paysage en Hesbaye liégeoise**. Plus spécifiquement, cette étude est notamment destinée à **identifier l'effet des aménagements agro-environnementaux sur une guildes d'oiseaux des plaines**. Afin de faire ressortir d'éventuelles synergies positives ou négatives, il sera aussi question d'étudier l'impact d'autres variables paysagères sur l'abondance en individus. Enfin, ce travail a également pour but de comparer ces abondances entre des paires de zones en Hesbaye très similaires du point de vue de la couverture du sol, mais dont la quantité de MAEC diffère significativement. Cette étude s'inscrivant dans la suite d'un projet en particulier,

elle pourra fournir à Faune & Biotopes un suivi des réponses faunistiques aux efforts réalisés dans le périmètre du projet.

1.9. Présentation des espèces modèles

Quatre espèces modèles ont été étudiées dans le cadre de cette étude. Trois sont typiques des plaines agricoles : l'Alouette des champs (*Alauda arvensis*), la Bergeronnette printanière (*Motacilla flava*) et le Bruant proyer (*Emberiza calendra*). La quatrième espèce, le Bruant jaune (*Emberiza citrinella*), est davantage liée aux ligneux. Une cinquième espèce, la Caille des blés (*Coturnix coturnix*), a été sélectionnée pour le protocole mais n'a pas été contactée pendant la période de terrain. Excepté pour le Bruant jaune qui peut aussi nidifier dans un buisson, ce sont toutes des espèces nicheuses au sol. Les quatre espèces modèles sont nidicoles, la période suivant la ponte est donc fortement à risque parce que les petits sont particulièrement vulnérables face aux prédateurs et aux passages des machines agricoles. Enfin, si le Bruant jaune ne fait que se nourrir dans les plaines agricoles, les trois autres espèces y trouvent également de quoi nicher et s'abriter.

1.9.1. Le Bruant proyer

Le Bruant proyer (*Emberiza calendra*, Passériforme, Emberizidé) est une espèce migratrice partielle à sédentaire (DGO3, 2015). Il s'agit d'un oiseau des plaines d'origine steppique, qui recherche les milieux ouverts à végétation basse munis de quelques perchoirs sur lesquels le mâle s'installe pour chanter. Morphologiquement, le Bruant proyer est relativement grand, avec un corps lourd et un bec fort (Figure



Figure 5. Bruant proyer (*Emberiza calendra*) (Audevard, 2013).

5) (Svensson, Mullarney, & Zetterström, 2016) montrant un régime en partie granivore (Pensis, 2017). Son plumage est brun-gris et strié au niveau du dos, et blanc chamois au niveau du ventre. Il a un bec jaunâtre, le distinguant du Bruant jaune immature, et la gorge entourée de stries foncées, de même que sur les côtés de la poitrine et des flancs. Contrairement à l'Alouette des champs, sa queue et le bord de ses ailes sont dépourvus de blanc. Il vole souvent sur de courtes distances avec les pattes pendantes. Il n'y a pas de dimorphisme sexuel, mais les mâles sont plus grands et plus lourds que les femelles (Pensis, 2017). Durant la période de reproduction, soit de

mai à août, le Bruant proyer est insectivore, de même que pendant les premières semaines de sa vie. Le chant du Bruant proyer est similaire au son d'une bille rebondissant de plus en plus vite sur une surface métallique (DGO3, 2015). Dans les milieux agricoles, le Bruant proyer recherche surtout des céréales d'hiver, comme du froment ou de l'orge, qui lui permettent de s'installer pendant la période de nidification et sur lesquels il compte pour un apport de nourriture pour la nichée. En période de reproduction, les éléments verticaux de grande taille comme les arbres et les bâtiments sont évités. Le Bruant proyer est une espèce bioindicatrice de l'état des paysages de cultures agricoles, et donc l'une des premières touchées par les pratiques modernes. Il est menacé par la réduction des limites entre les parcelles suite à leur agrandissement, ce qui réduit l'apport d'insectes pour les jeunes offert par les accotements, talus et chemins enherbés (Cornier, 2019), la destruction des nids par collision directe avec les machines agricoles, ainsi que par le labour des prairies et la diminution d'apport alimentaire due à l'utilisation d'insecticides. Son déclin est également dû à la prédation par des corvidés et rapaces, facilitée par la diminution des zones refuges (Pensis, 2017), et aux conditions météorologiques. Celles-ci impactent le taux de survie des jeunes en influençant l'abondance d'insectes et via des périodes froides et humides fin printemps – début été, qui les fragilisent. Ces deux derniers facteurs empêchent les effectifs de population de remonter, même dans les zones les plus riches. Le Bruant proyer est considéré comme l'espèce d'oiseaux des plaines cultivées la plus en déclin en Wallonie, sa tendance annuelle est de -15.45% entre 1990 et 2017 (Derouaux & Paquet, 2018). Son aire de répartition est impactée par les pratiques agricoles intensives qui visent à maximiser le rendement sur un minimum de surface (Thierry Ory et al., 2015), on le retrouve aujourd'hui essentiellement en zones de grandes cultures (Bataille, 2009). La Wallonie est une des dernières zones habitées par le Bruant proyer dans le Benelux, celui-ci ne nichant plus aux Pays-Bas et étant éteint au Grand-Duché de Luxembourg (Thierry Ory et al., 2015). Il est principalement concentré en Hesbaye. Bien que le Bruant proyer soit de statut UICN vulnérable en Wallonie (Pensis, 2017), il est de préoccupation mineure à l'échelle européenne (« Liste rouge européenne des espèces menacées (2019.3) », 2019), la majorité des populations se trouvant dans les pays les plus au sud de l'Europe (Th. Ory, Van Damme, Leruth, Le Roi, & Walot, 2011).

1.9.2. L'Alouette des champs

L'Alouette des champs (*Alauda arvensis*, Passériforme, Alaudidé) est une espèce migratrice partielle typique des plaines cultivées et des milieux ouverts secs notamment à dominance

céréalière (DGO3, 2015). Morphologiquement, l'Alouette des champs a un ventre blanc non rayé, une poitrine striée, et un dos gris brunâtre piqué (Figure 6) (Svensson et al., 2016). Le mâle possède une courte huppe sur le dessus de la tête, qu'il peut dresser. Le bord de fuite de ses ailes est blanc sale, avec des rectrices externes blanches. Elle chante le plus souvent en volant sur place, moins fréquemment depuis un



Figure 6. Alouette des champs (*Alauda arvensis*) (Marques, 2010).

perchoir. L'Alouette vole très haut et stationne à 50 à 150 mètres du sol. Elle descend ensuite en chantant encore, avant de se laisser tomber ailes fermées en silence. Lorsqu'elle se pose après un vol tout près du sol, sa queue est souvent à demi étalée et abaissée. Son chant est très riche, composé de sons roulés, de trilles, de sifflements et de répétitions de motifs ainsi que d'imitations. Cet oiseau se tient à distance des zones boisées et de tout perchoir qui pourrait attirer un prédateur. Il est observé dans une grande diversité de paysages agricoles et désertiques. En fin d'année, l'Alouette des champs se nourrit de graines. De sa naissance à l'automne, les ressources alimentaires sont principalement composées d'insectes. L'Alouette des champs est favorisée par le maintien des chaumes après la moisson, les champs non désherbés à l'automne ainsi que les couvertures végétales en inter-cultures. Elle est néanmoins impactée par les fauches fréquentes sur les prairies et l'embroussaillage des parcelles en jachère, ainsi que par la perte des paysages de champs morcelés et la prédation. En Wallonie, l'Alouette des champs connaît une diminution importante de ses populations (DGO3, 2015). Les plus fortes densités sont de 3 à 5 couples par 10 hectares. L'espèce n'est actuellement pas menacée et très répandue, mais son déclin reste important. Elle est principalement menacée par l'avancement des dates de semis, lesquels s'effectuent la plupart du temps avant l'hiver grâce aux progrès du machinisme agricole. Le milieu est alors plus dense au printemps, avec une végétation plus haute, à laquelle l'Alouette n'est pas très bien adaptée en période de nidification. Les herbicides et insecticides réduisent également l'apport alimentaire de la population en été.

1.9.3. La Bergeronnette printanière

La Bergeronnette printanière (*Motacilla flava*, Passériforme, Motacillidé) est la plus petite de son genre, avec une queue plus courte que les autres Bergeronnettes (Svensson et al., 2016). Le mâle est doté d'une teinte jaune citron en dessous, tandis que la femelle est plus terne, notamment au

niveau de la poitrine (Figure 7). Le dos de la Bergeronnette printanière est de teinte vert grisâtre à gris brunâtre, avec des barres alaires étroites et nettes jaune pâle ou blanc sale sur les ailes. Ses pattes sont noires, de même que son bec, et elle possède un sourcil blanc. Son chant est composé de sons grinçants de une à trois strophes. La plupart du temps, elle balance sa queue et hoche la tête d'avant en arrière



Figure 7. *Bergeronnette printanière* (*Motacilla flava*) (Fasol, 2011).

(DGO3, 2015). Elle apprécie les perchoirs et n'est pas farouche vis-à-vis de l'homme. La Bergeronnette printanière est présente en Wallonie de la fin du mois d'avril à la fin du mois d'août (DGO3, 2015). Elle apprécie les milieux plats et ouverts à semi-ouverts et les paysages à végétation naturelle rase ou bien discontinue afin d'installer son nid discrètement dans une zone plus touffue. On la retrouve le plus souvent dans des champs de céréales de grande taille, ou des milieux composés de céréales, cultures sarclées, fumiers et chemins agricoles. De même que l'Alouette des champs, la Bergeronnette printanière évite les zones boisées. A l'inverse, elle préfère nidifier dans des céréales d'hiver ou des cultures industrielles (Bataille, Walot, & Le Roi, 2008). C'est une espèce impactée par les traitements chimiques fréquents qui diminuent l'apport de nourriture en insectes (DGO3, 2015). Elle est également sensible à la fauche, le piétinement par le bétail et la prédation. La Bergeronnette printanière n'est pas une espèce menacée, elle est assez répandue malgré son déclin.

1.9.4. Le Bruant jaune

Le Bruant jaune (*Emberiza citrinella*, Passériforme, Emberizidé) est une espèce migratrice partielle appréciant les zones de transition entre des milieux composés de cultures, prés, haies et buissons (DGO3, 2015). Le Bruant jaune a une queue longue et un croupion de couleur brun-roux uniforme (Figure 8) (Svensson et al., 2016). Son dos est brun-olivâtre avec de nombreuses stries noires et son plumage contient du



Figure 8. *Bruant jaune* (*Emberiza citrinella*) (Dumoulin, 2011).

jaune au niveau du ventre et de la tête. Contrairement au Bruant proyer, le bec est relativement petit et bleu-gris clair au niveau de la mandibule inférieure. Les coins de sa queue contiennent beaucoup de blanc, caractère visible lorsque l'oiseau est en vol. Son vol forme de longues

ondulations et est un peu sautillant. Le Bruant jaune fréquente les plaines de grandes cultures dans lesquelles se trouve une strate herbacée riche en graminées comme des talus, fossés ou bords de chemins, associée à des éléments ligneux tels que des arbres, bosquets et buissons. Il est également lié aux haies en été pendant la période de nidification, car il a besoin de ligneux pour nicher (communication de Simon Lehane, Faune & Biotopes). Il est granivore, mais se nourrit également l'été d'insectes, d'araignées et de vers de terre. Le Bruant jaune n'est pas menacé, il s'agit d'un nicheur commun très répandu en Wallonie. Sa population est néanmoins en diminution, de 16% en Wallonie en trente ans (DGO3, 2015). Cette diminution est principalement due à l'arrachage de ligneux (haies, buissons, bosquets, etc.) et à la conversion de prairies en parcelles cultivées de plus en plus grandes (Bataille, 2009), ce qui réduit les bordures de champs enherbées et réduit ainsi l'apport en insectes. Le Bruant jaune est également sensible à l'utilisation d'insecticides et à la réduction de la végétation spontanée causée par un entretien excessif des limites de parcelles.

2. Matériels et méthodes

2.1. Design expérimental

Le design expérimental a été réalisé dans le contexte particulier de confinement imposé par la pandémie de Covid-19, ce qui a engendré sa réduction. Les sous-parties suivantes présentent ce qui a effectivement été réalisé, et l'Annexe 2 précise ce qui était prévu dans le protocole mais n'a pas pu se faire.

2.1.1. Zones d'étude

Deux paires de zones ont été établies en Hesbaye liégeoise. Chaque paire contient une zone située dans le périmètre du projet Plaines de vie, les zones 1 et 2, ainsi qu'une deuxième zone témoin ailleurs en Hesbaye, correspondant aux zones 4 et 5 (voir Annexe 2 pour le choix de numérotation). Les zones sont organisées en paires de la façon suivante : zones 1-4 et zones 2-5. Chaque zone représente une surface d'environ 1000 hectares. Les zones 1 et 2 ont été placées dans le périmètre du projet Plaines de vie via le logiciel de cartographie QGIS Desktop 3.8.3 with GRASS 7.6.1 (QGIS.org, 2019). Grâce à une couche shapefile reprenant les écotopes (unité écologique d'une surface moyenne de 1.3 hectares) de la Wallonie de 2015, fournie par Thomas Coppée (Radoux, Coppée, Bourdouxhe, Dufrêne, & Defourny, 2019a), elles ont été dessinées en suivant les plaines

agricoles et en évitant au maximum les zones boisées et artificialisées. Les zones 1 et 2 représentent des paysages aux MAEC renforcées, étant donné qu'elles sont le siège des efforts du projet Plaines de vie. Une fois ces zones, que l'on appellera zones-projet, placées, il a été possible de récolter les informations paysagères nécessaires au placement de leurs zones paires. Celles-ci, que l'on appellera zones-hors projet, ont été placées de sorte à correspondre à certains critères paysagers, afin de réduire la variabilité paysagère au sein d'une paire de zones. Dans la couche shapefile des écotopes, les variables Longueur d'alignement d'arbres par hectare, Longueur de haies, Arbres isolés et Couverture du sol ont été retenues. Un tableau croisé dynamique réalisé via le logiciel Microsoft Excel 2013 (Microsoft Corporation, 2013) a permis de réaliser des groupements par classes, et ainsi d'obtenir une classe de valeurs dominante dans chaque zone-projet et pour chacune des variables. Ensuite, la fonction QGIS « sélection des entités en utilisant une expression » a été utilisée pour chaque zone afin de sélectionner les parties du territoire compatibles, c'est-à-dire présentant les mêmes classes de valeurs dominantes pour les paramètres sélectionnés. Les zones-hors projet ont ainsi été dessinées dans la zone géographique comprenant le plus de territoire compatible. La plaine de Thorembais-les-Béguines a été évitée car de nombreux aménagements y sont déjà installés. Il n'y a donc pas une différence assez marquée avec les zones-projet en termes de quantité d'aménagements. Les zones sont également suffisamment espacées entre elles pour limiter le risque d'une autocorrélation spatiale. En effet, la distance minimale entre les zones a été préalablement définie sur base des territoires ou distances de déplacement de chaque espèce modèle, afin que le territoire d'un individu ne puisse pas être établi à cheval sur deux zones, et que les zones-projet aient peu de chance d'être responsables par proximité de l'abondance des espèces dans les zones-hors projet. D'après la littérature, les mâles Bruant proyer défendent un territoire allant jusqu'à 6 hectares (Walot, 2017) (Bataille, Lievens, Paquet, & Jacob, 2009), tandis que les Bergeronnettes printanières ont un territoire moyen de deux hectares (Bataille et al., 2009), et les Alouettes des champs d'environ quatre hectares. Concernant les Bruants jaunes, la littérature indique un à trois cantons par km² en moyenne en Hesbaye occidentale (Jacob et al., 2010). Le territoire le plus grand, celui du Bruant jaune, correspond à un rayon de 564 mètres environ pour un à trois cantons, si on considère le territoire comme un cercle. Il est donc considéré qu'un rayon de 500 mètres pour un territoire est suffisant pour les quatre espèces modèles. Une distance minimale de 1000 mètres entre les zones a ainsi été respectée.

Une fois les quatre zones placées, quelques vérifications ont été effectuées afin de s'assurer de la validité du protocole. Le site internet LifeWatch

(<http://maps.elie.ucl.ac.be/lifewatch/ecotopes.html>) (Radoux, Coppée, Bourdouxhe, Dufrêne, & Defourny, 2019b) permet de voir la distribution de l'abondance de quelques espèces sur base de carrés cartographiés dont la couleur correspond à une abondance (exemple en Annexe 3). Le but est ici de s'assurer que les zones-projet n'étaient pas, avant 2017 (début du projet d'aménagement de Faune & Biotopes), déjà des cœurs de densité des espèces modèles. Les données du site ne pouvant pas être extraites, les densités ont été comparées à l'œil nu, et sont de 2006 pour le Bruant proyer et de 2015 pour le Bruant jaune, l'Alouette des champs et la Bergeronnette printanière. Pour les deux paires de zones, les abondances sont similaires pour les deux espèces de Bruants, assez hétérogènes pour la Bergeronnette printanière en faveur des zones-hors projet, et hétérogènes pour l'Alouette des champs, en faveur des zones-hors projet également. Excepté pour le Bruant jaune, il y a parfois de fortes disparités entre des carrés de données voisins. Sachant qu'une zone du protocole s'étend sur environ neuf carrés sur LifeWatch, cette analyse est donc peu exploitable et ne suffit pas à imposer un déplacement des zones hors-projet. De plus, la zone 4 se situe au niveau de Boneffe, qui est une plaine régulièrement prospectée par les ornithologues. C'est pourquoi il y a un grand nombre d'observations, même si on y trouve les mêmes espèces que dans les plaines voisines. En second lieu, il a été vérifié que les zones-projet étaient bel et bien plus riches en MAEC que les zones-hors projet. Une comparaison a donc été faite sur base du nombre de points d'écoute (voir 2.1.2) comportant des MAEC dans

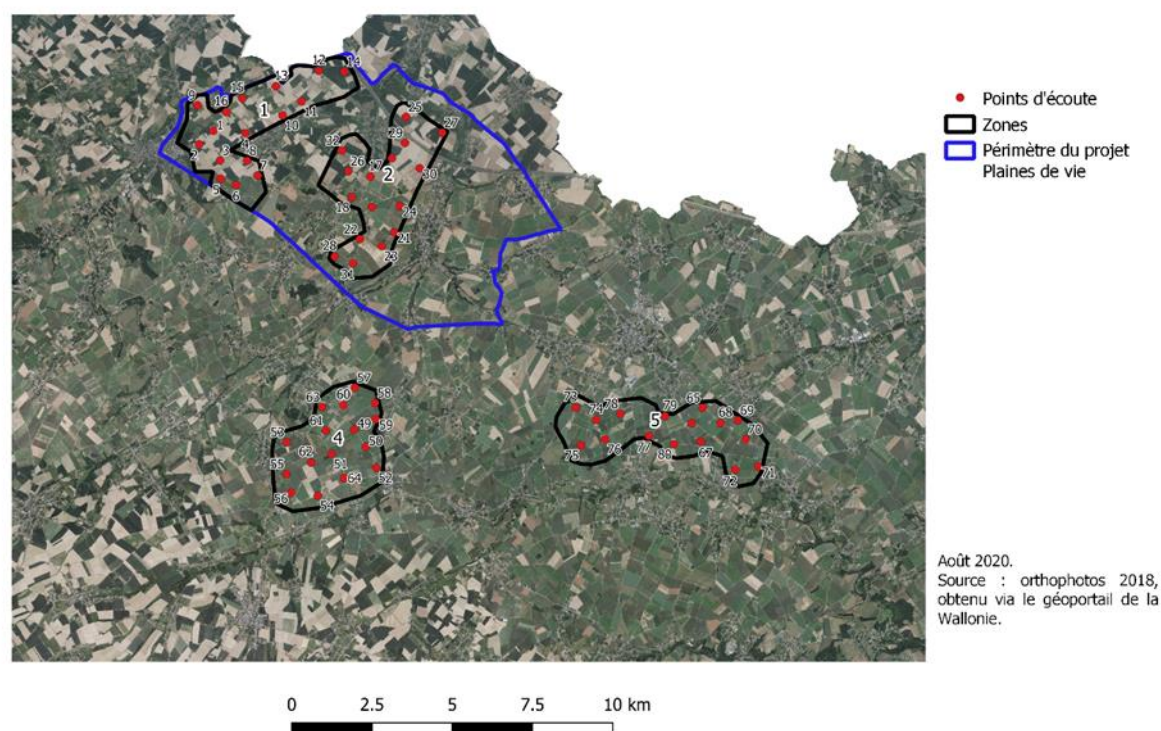


Figure 9. Design expérimental de l'étude.

un rayon de 250 mètres, de la superficie de MAEC dans ce même rayon, calculée grâce à la calculatrice de champ dans QGIS, ainsi que du nombre de MAEC par zone. Pour cela les couches shapefile des MAEC de Natagriwal et des aménagements du projet plaines de vie ont été utilisées. D'après ces calculs, il y a au moins cinq fois plus de points d'écoutes comportant des aménagements dans les zones-projet. La superficie totale de ces aménagements est 2.10 (zones 1-4) et 4.45 (zones 2-5) fois supérieure en zones-projet, et il y a au moins 14 fois plus d'aménagements dans les zones-projet par rapport aux zones-hors projet. La tendance est donc cohérente et les positions des zones ont été fixées. Celles-ci sont présentées en Figure 9.

2.1.2. Echantillonnage faunistique

Les abondances d'individus des espèces modèles au sein des zones sont recensées grâce à des points d'écoute, comme on peut le voir sur la Figure 9. Un protocole par mailles de 500 par 500 mètres a également été considéré. Contrairement au point d'écoute qui donne un résultat relatif, la maille est une méthode d'estimation absolue (Fonderflick, 2006). Le principe est de parcourir un terrain délimité et de cartographier tous les contacts réalisés. Les mailles donnent un résultat très fiable mais représentent un investissement de terrain très lourd (Simar, s. d.), qui est peu compatible avec une zone d'étude de grande taille et une période de terrain limitée. Les points d'écoute permettent quant à eux d'obtenir un plus grand nombre d'unités d'échantillonnage, de couvrir un plus grand territoire (Barussaud, 2016) et donc d'avoir l'occasion de répéter les observations. Néanmoins le recensement est moins précis car limité à quelques minutes d'écoute par session. De plus, cette méthode est bien adaptée aux paysages agricoles, elle est reproductible, donne des résultats fiables et représente un outil adapté pour relier les tendances de l'avifaune à la structure spatiale du paysage (Raison, 2007). Une méthodologie par points d'écoutes est également compatible avec les espèces modèles, lesquelles ont des chants singuliers et audibles (Aves, s. d.) (MEEDDAT & MNHN, s. d.) (Svensson et al., 2016). Les deux protocoles sont valides pour cette étude, mais pour les raisons précédemment expliquées, le choix s'est porté sur un échantillonnage par points d'écoute. Seize points d'écoute sont disposés dans chaque zone, aléatoirement dans un premier temps, puis replacés le long de routes ou chemins afin de faciliter l'accès en voiture, grâce à l'orthophotoplan de 2018 (obtenu via le géoportail de la Wallonie - <https://geoportail.wallonie.be/home.html>) et Google maps (<https://www.google.be/maps/>). Les points d'écoute sont éloignés entre eux d'au moins 500 mètres, ce qui correspond à une distance suffisante pour éviter le double comptage d'individus sur plusieurs points d'écoute (Aves, 2014),

et sont répartis de sorte à occuper toute la zone pour en obtenir une bonne représentation (Barussaud, 2016). Chaque point a été échantillonné deux fois. Les points d'écoute ont été réalisés du 3 au 11 juin 2020. Pour faciliter la prise de notes sur le terrain, une fiche basée sur celle du programme SOCWAL (surveillance des oiseaux nicheurs communs par relevés ponctuels) (Paquet, 2012) a été construite (Annexe 4). Celle-ci reprend les informations qui seront encodées par la suite : la date, l'heure, les conditions météorologiques, l'observateur, le numéro du point d'écoute et le numéro de la répétition. Sur chaque point d'écoute, cinq minutes sont passées à écouter les oiseaux et à les observer à l'aide de jumelles, sans limite spatiale (Fonderflick, 2006) (Simar, s. d.). En cas de doute, le contact n'est pas noté puisqu'une absence affecte moins le résultat qu'une erreur d'identification (Raison, 2007). Les points ont été échantillonnés du lever du soleil (heure minimale 05h38) à quatre heures après environ (heure maximale 10h47), ce qui correspond au pic d'activité vocale des oiseaux (Barussaud, 2016). Les visites des zones-projet et hors projet ont été alternées afin de ne pas favoriser un type de zone par le gain en expérience de l'observateur. Au sein de chaque zone les points ont été ordonnés pour former une chaîne qui a été suivie dans un sens lors de la première répétition, et dans le sens inverse lors de la deuxième répétition, afin d'éviter un effet du moment de la journée (Burgess et al., 2014). Les chaînes ont été ordonnées de la manière suivante pour la première répétition (Figure 9) :

- Zone 1 : 14 – 12 – 11 – 13 – 10 – 4 – 15 – 16 – 9 – 2 – 1 – 3 – 8 – 7 – 6 – 5.
- Zone 2 : 25 – 27 – 29 – 30 – 19 – 17 – 24 – 26 – 21 – 23 – 22 – 31 – 28 – 18 – 26 – 32.
- Zone 4 : 53 – 62 – 55 – 56 – 54 – 64 – 51 – 52 – 50 – 49 – 61 – 63 – 60 – 57 – 58 – 59.
- Zone 5 : 72 – 71 – 70 – 69 – 68 – 65 – 66 – 67 – 80 – 79 – 77 – 78 – 73 – 76 – 75 – 74.

Les zones ont été visitées dans l'ordre suivant : zone 1, zone 4, zone 2, zone 5. Entre les deux répétitions il s'est écoulé quatre jours pour les zones 1 (3 et 7 juin 2020) et 4 (4 et 8 juin 2020), et cinq jours pour les zones 2 (5 et 10 juin 2020) et 5 (6 et 11 juin 2020). Etant donné que la période des points d'écoute a été très courte, il n'y a pas de biais temporel (Goulem, 2017). Les jours de pluie, de vent fort et de brouillard ont été évités, mais les jours nuageux et une fine bruine sur quelques points d'écoute ont dû être tolérés pour ne pas prendre encore plus de retard (cfr Annexe 2).

2.1.3. Variables paysagères

Afin de déterminer les facteurs ayant une influence sur l'abondance des espèces modèles dans les zones échantillonnées, différentes variables ont été recensées dans un rayon de 250 mètres

autour de chaque point d'écoute. En premier lieu, les variables concernent directement les aménagements présents, qu'ils soient issus du programme de Natagriwal ou qu'ils aient été installés au cours du projet Plaines de vie de Faune & Biotopes. En second lieu, elles concernent les variables agricoles. D'autres variables ont également été ajoutées à l'étude, afin de rendre compte d'une influence externe qui pourrait bloquer le potentiel d'un aménagement. Les variables sont détaillées ci-dessous :

➔ Variables aménagements

- **Densité de MAEC** : aire de la totalité des MAEC dans le rayon de 250 mètres du point d'écoute, divisée par l'aire du rayon. Calculée sur QGis en coupant la couche des MAEC avec celle des rayons des points, puis en calculant la superficie des MAEC avec la calculatrice de champ ;
- **Bande aménagée** (en m²) ;
- **Haie** (en m² pour simplifier le calcul des variables Densité de MAEC et Pourcentage de haies/éléments ligneux) ;
- **Maïs** (en m²) ;
- **Parcelle aménagée** (en m²) ;
- **Tournière enherbée** (en m²) ;
- **Arbres isolés** (en m² pour simplifier le calcul des variables Densité de MAEC et Pourcentage de haies/éléments ligneux) ;
- **Prairie naturelle** (en m²) ;
- **Pourcentage de haies/éléments ligneux** (en %) : calculé sur Excel sur base des variables Haie et Arbres isolés ;
- **Nombre de mètres de lisière entre les parcelles** (en m) : le terme « lisière » est entendu ici par le périmètre séparant les parcelles agricoles entre elles, et non pas des milieux différents. Les routes, parties boisées, habitations, etc. ne sont pas prises en compte. Chaque lisière est mesurée sur QGis et la somme est réalisée sur Excel.

➔ Variables agricoles

Les différents types de cultures agricoles ont été organisés en catégories en prenant en compte l'attrait qu'ils représentent pour les oiseaux des plaines agricoles en général, la période de semis et de récolte ainsi que la quantité de points d'écoutes concernés. Dans le cadre de ce dernier point, les cultures présentes sur très peu de points d'écoute n'ont pas été prises en compte, car elles ne pourront pas être reliées avec les abondances d'oiseaux dans l'analyse statistique. Dans le rayon de chaque point d'écoute, les parcelles agricoles sont dessinées avec un polygone dans un shapefile sur QGis. Les surfaces de chaque polygone sont calculées avec la calculatrice de champ.

- **Céréales d'hiver** (en m²) : très intéressants pour la nidification (communication de Simon Lehane), comprennent le froment d'hiver, l'épeautre et l'orge d'hiver. Le Bruant proyer se nourrit dans le froment d'hiver et peut y faire son nid (« Les oiseaux des champs », 2018), de même que dans l'orge d'hiver à six rangs (Bataille, 2009). Certaines parcelles de froment sont également sous statut MAEC « parcelle aménagée » (voir variable Parcelle aménagée dans la section précédente) ;
- **Céréales de printemps** (en m²) : comprennent l'avoine de printemps, pouvant servir d'habitat pour une deuxième ponte (communication de Simon Lehane) ;
- **Maïs total** (en m²) : comprend les parcelles agricoles et celles considérées comme des aménagements, c'est-à-dire les parcelles de maïs installées dans le cadre de contrats avec des chasseurs ;
- **Pommes de terre** (en m²) : impropres au nourrissage des oiseaux car présence de petites doses de cyanures à l'état cru ;
- **Lin textile** (en m²) : a priori pas d'attrait pour les espèces modèles, mais sa présence sur les points d'écoute est suffisamment fréquente pour qu'il soit conservé dans l'analyse ;
- **Pois et fèves** (en m²) : lieux de construction du nid du Bruant proyer (« Les oiseaux des champs », 2018) ;
- **Betterave sucrière** (en m²) : utile à la construction du nid pour le Bruant proyer (« Les oiseaux des champs », 2018), même si dans les faits on retrouve peu de nids en betterave en Wallonie (communication de Simon Lehane). Elle est évitée par l'alouette des champs (« Alouette des champs », 2007) ;
- **Chicorée à inuline** (en m²) : utile au nourrissage des oiseaux ;
- **Sol nu** (en m²) ;
- **Culture fruitière** (en m²) ;
- **Fourrage** (en m²) : comprend prairie et fourrages, herbe, luzerne et mélanges. Ces espaces représentent un apport d'insectes ainsi que des sites possibles de nidification.

➔ Variables paysagères

- **Surface industrialisée** (en m²) : les zones peu et intensément industrialisées visualisables sur l'orthophotoplan 2018 sont dessinées en polygones dans un shapefile sur QGIS. Les surfaces y sont calculées avec la calculatrice de champ ;
- **Distance à la route** (en km) : la couche shapefile des routes a été obtenue avec l'extension QuickOSM sur QGIS. Ce shapefile contient différentes tailles de route, seules les autoroutes, routes primaires, secondaires et tertiaires ont été retenues car de fréquentation supérieure aux routes/chemins le long desquels les points d'écoute ont été réalisés. L'extension NNJoin a permis d'obtenir la distance en km de chaque point à la route la plus proche.

Les sommes de toutes ces informations ont été réalisées sur Excel pour obtenir une unique valeur par point d'écoute et par variable. Préalablement à la période de terrain destinée à l'échantillonnage des espèces, des visites ont été effectuées (du 25 au 31 mai 2020, dès

l'autorisation de terrain par l'Université de Liège) pour confirmer la position des points d'écoute (facilitation d'accès en voiture, bruit ambiant ne recouvrant pas le chant des espèces et absence d'obstacles physiques au son au niveau du point d'écoute) et recueillir les données paysagères dans le périmètre des points d'écoute. Certains points ont dû être déplacés à la suite des visites de terrain car ils étaient trop proches d'une forêt (impact sur la visibilité), d'une route limitée à 70 km/h ou d'une éolienne (impact sur le son), étaient placés sur une route présente sur carte mais inexistante sur le terrain ou bien sur un chemin trop infréquentable pour s'en approcher d'au moins 500 mètres en voiture. Une première cartographie a été faite sur base du parcellaire agricole anonyme de Wallonie (2018) afin d'avoir pour base les limites des cultures, peu changeantes au cours du temps. Les visites de terrain ont alors permis d'actualiser les données en mettant à jour les espèces végétales cultivées. Les aménagements du projet Plaines de vie ont été cartographiés sur base du fichier shapefile constitué par Simon Lehane et contenant les aménagements du projet prévus avec les agriculteurs. La visite a dans ce cas permis de confirmer ou d'infirmer leur présence actuelle sur le terrain. Il a ainsi pu être mis en évidence que de nombreux aménagements ne sont pas encore installés ou opérationnels pour la faune des plaines (sol encore nu). Enfin, les MAEC de Natagriwal ont été vérifiées à partir du fichier de 2019 de l'asbl fourni par Julien Piqueray. Grâce aux aménagements de Natagriwal et malgré le peu d'aménagements du projet Plaines de vie en place, il y a d'une manière générale plus d'aménagements dans les zones-projet que dans les zones-hors projet, ce qui permet au protocole de rester valable. En ce qui concerne la formation ornithologique de l'observateur, une sortie d'entraînement à la reconnaissance visuelle et auditive des espèces modèles a été organisée avec un collègue de Faune & Biotopes, Antoine Goderniaux, en complément d'un entraînement sur vidéos et fichiers audio.

2.2. Analyses statistiques des données de terrain

Les données récoltées sur le terrain ont été reprises dans un tableau Excel dont chaque colonne correspond à une variable (informations sur le point d'écoute et variables espèces, aménagements, agricoles et paysagères) et chaque ligne correspond à une répétition de point d'écoute. Le jeu de données complet de 129 lignes et 36 colonnes a été importé dans le logiciel RStudio 3.6.0 (R core team, 2019) pour être traité statistiquement. L'Annexe 5 présente un aperçu de ce jeu de données. Les données d'abondance d'espèces constituent les variables dépendantes quantitatives discrètes, composées de valeurs entières positives ou nulles (Hervé, 2016). Les

données des variables aménagements/agricoles/paysagères ont dans un premier temps été récoltées comme données quantitatives continues. Les variables PE (point d'écoute), zone et paire (paires de zones-projet et hors projet) contiennent quant à elles des données qualitatives ordinales. Les analyses ont été réalisées espèce par espèce, et également toutes espèces confondues, ainsi que paire de zones par paire de zones, puisqu'il s'agit d'une répétition du protocole initial comparant deux zones, et enfin toutes zones confondues.

Dans un premier temps, des tests de comparaison de moyennes entre les abondances relevées dans les zones-projet et hors projet ont été réalisés, afin de savoir si l'abondance en oiseaux diffère entre ces zones. Les données sont des mesures d'abondance, et suivent donc une loi de Poisson. Des tests non paramétriques de Wilcoxon ont été réalisés. Ceux-ci sont compatibles avec de petits échantillons ($n < 30$) dans une variable ne suivant pas une loi normale (Poinsot, 2005). Ce test a été effectué sur chaque espèce et toutes espèces confondues dans trois configurations : comparaison entre les zones 1 et 4, les zones 2 et 5, et les zones-projet (1 et 2) et hors projet (4 et 5).

Dans un second temps et pour analyser les données récoltées, il convient d'utiliser un modèle mixte qui permet de spécifier dans le modèle l'appartenance des points d'écoute à une zone. Les modèles mixtes fonctionnent avec des variables prédictives fixes et aléatoires (B. M. Bolker, 2015). Un modèle linéaire généralisé mixte (GLMM) combine cet effet mixte avec un modèle linéaire généralisé (GLM). Les GLMM permettent de traiter des données qui ne suivent pas une loi normale, souvent récoltées en écologie, telles que des présences/absences ou des abondances comme c'est le cas ici (B. M. Bolker et al., 2009). Ils permettent également de prendre en compte les effets aléatoires tels que la variation générée par la réplication du protocole sur plusieurs sites, ou la variation parmi les individus. La prise en compte de cette variabilité permet aux biologistes d'extrapoler les résultats obtenus à une population plus grande que l'échantillon d'étude. Dans le cas présent, les effets fixes sont les variables aménagements, agricoles et paysagères, et les effets aléatoires sont le point d'écoute et la zone d'étude. Les modèles linéaires simples sont proscrits lorsque l'indépendance au sein des données n'est pas respectée (Della Vedova, 2019), comme c'est le cas ici avec deux observations par point d'écoute et la liaison entre un point d'écoute et sa zone. Etant donné qu'il s'agit de mesures d'abondance, un modèle log-Poisson est indiqué pour l'analyse des données. Des modèles utilisant un glmmTMB (Generalized Linear Mixed Model using Template Model Builder) ont été ainsi créés. Il s'agit d'un package R qui permet d'ajuster des modèles et des extensions mixtes linéaires généralisés (B. Bolker, 2020) et qui prend en compte les abondances d'individus. Il y a plusieurs points d'écoute visités par zone, les points d'écoute sont donc « nestés » dans une zone au sein de l'analyse statistique (B. M. Bolker, 2015). Les codes

uniques donnés aux points d'écoute permettent au logiciel d'identifier automatiquement le « nesting ». Pour parvenir à créer ces modèles, plusieurs choses ont dû être prises en compte. Premièrement, il y a surparamétrisation du modèle lorsque les 23 variables sont incluses, ce qui est trop pour le nombre d'observations. Les modèles ont donc été réduits grâce à une sélection de variables par matrice de corrélation, avec méthode de Pearson étant donné que les données ne suivent pas une loi normale. Seules les variables explicatives présentant une corrélation significative avec la variable dépendante ont été retenues et intégrées au modèle. Deuxièmement, les variables ont été transformées en binaire ou en log. Les variables comprenant un grand nombre de zéros et quelques hautes valeurs posent problème pour le modèle, il vaut donc mieux les transformer en variables binaires (communication d'Alain Hambuckers, Université de Liège). Les variables Bande aménagée, Haie, Maïs, Parcelle aménagée, Tournière enherbée, Arbres isolés, Prairie naturelle, Pourcentage d'éléments ligneux, Céréales de printemps et Chicorée sont celles qui ont été transformées en binaire parmi les variables corrélées. Les variables explicatives avec de trop grands nombres ont été transformées en log pour régler le problème d'échelle engendré, c'est le cas des variables Mètres de lisières, Céréales d'hiver, Pommes de terre, Fourrage, Surface industrialisée, Maïs total, Distance à la route et Lin textile. Les effets aléatoires ont été définis comme variables catégorielles à l'aide de *as.factor* afin d'intégrer les modèles. Quinze modèles ont été créés de manière à couvrir chaque espèce et toutes espèces confondues pour les trois configurations évoquées plus haut. Les modèles ont pris la forme suivante :

```
modele<-glmmTMB(variable_dépendante~1+var_explicative1+var_explicative2+...+(1|PE/zone),
data=data, family = poisson (link = "log"), ziformula=~1)
```

Dans le cas des cinq modèles comparant les zones-projet aux zones-hors projet, le « nesting » se fait sur le point d'écoute, la paire de zones ainsi que l'appartenance à une zone-projet ou hors projet. Ziformula permet de préciser un modèle zero-inflated Poisson, dans les cas où les espèces présentent beaucoup de zéros dans leur jeu de données (communication d'Alain Hambuckers), soit toutes les espèces excepté l'Alouette des champs et les modèles reprenant toutes les espèces d'oiseaux. Dans le cas des modèles non zero-inflated Poisson, les résidus de Pearson ont été testés avec un test de Shapiro pour vérifier qu'ils suivent une loi normale. Pour ces mêmes modèles la surdispersion a été testée. Celle-ci survient quand la variance des données de terrain est supérieure à la variance théorique définie par la loi de Poisson, et peut conduire à des résultats faussement significatifs (Della Vedova, 2019). Enfin et pour tous les modèles, la correction de Holm a été appliquée pour obtenir les p-valeurs ajustées. La méthode de Holm permet de prendre en compte l'augmentation du risque global de se tromper suite à un modèle à plusieurs variables,

donc à plusieurs tests (Della Vedova, 2018a). Avec cette méthode, très utilisée en écologie, la correction s'adapte à la valeur de la p-valeur. La fonction p.adjust a ainsi été appliquée sur les p-valeurs brutes, et les résultats significatifs en p-valeurs brutes uniquement ont été jugés non significatifs. Afin d'interpréter les résultats, les Estimate ont été passés à l'exponentiel pour revenir à une valeur sans log (imposé par un modèle log-Poisson) (Della Vedova, 2018b).

2.3. Partie sociale

Afin d'intégrer une dimension sociale à cette étude, une enquête a été diffusée auprès des agriculteurs-trices wallon(ne)s afin de connaître leur ressenti vis-à-vis des populations d'oiseaux sur les aménagements agro-environnementaux. Cette enquête semi-directive a été constituée sur Google Forms (<https://docs.google.com/forms/>) et est composée de questions ouvertes ou à choix multiples. Elle est présentée en Annexe 6. Elle est organisée en trois parties : une partie générale demandant des renseignements sur la région et l'activité agricole de l'agriculteur, une partie concernant les agriculteurs ayant installé des MAEC, ainsi qu'une autre concernant les agriculteurs ne faisant pas partie du programme. L'enquête a été mise en ligne du 3 mai au 11 juin 2020 et a pu être diffusée via différents canaux repris ci-dessous :

- **Pages Facebook** : @Place des saveurs, SPW Agriculture Ressources Naturelles Environnement, Accueil champêtre en Wallonie, Environnement Wallonie, Fourrages Mieux asbl, Agra-Ost, Agri-Info, groupes d'étudiants en biologie de l'Université de Liège (1^{ère} et 2^e année de master en Biologie des organismes et écologie, et page Biologie de la conservation) et en publication publique.
- **Syndicat** : Fugea (Fédération Unie de Groupements d'Éleveurs et d'Agriculteurs) par publication dans leur newsletter.
- **Forum** : agri-web.
- **Contacts directs** : mails envoyés aux contacts de Faune & Biotopes, et relais auprès des contacts de Marie Manguette (attachée qualité du Service Public de Wallonie).
- **Journaux** : article publié par Marc Gérardy dans La Meuse Huy-Waremme, annonce dans le mensuel Wallonie Elevages de Elevéo asbl et publication dans Le Sillon Belge (Annexe 7).

Les réponses obtenues ont été chargées sur Excel et ont été analysées en fonction de la région et de l'activité agricole concernées.

3. Résultats

3.1. Résultats des données de terrain

L'Alouette des champs a été contactée 157 fois lors du premier passage sur les points d'écoute, et 175 fois lors du second passage. La Bergeronnette printanière a été contactée 61 puis 56 fois, le Bruant proyer 8 puis 11 fois et le Bruant jaune 9 puis 7 fois. 235 individus de ces quatre espèces ont ainsi été contactés lors du premier passage, puis 249 lors du second. Les Figure 10, Figure 11 et Figure 12 montrent qu'il y a significativement plus d'Alouettes des champs dans les zones-hors projet, que ce soit dans les paires de zones 1-4, 2-5 ou toutes les zones réunies. La Bergeronnette printanière est d'abondance similaire entre les zones-projet et hors-projet dans toutes les paires de zones. Le Bruant jaune est quant à lui significativement plus abondant dans la zone-projet 2 par rapport à la zone-hors projet 5, mais également plus représenté en zones-projet lorsque toutes les zones sont considérées (Figure 12). En ce qui concerne le Bruant proyer, il y a significativement plus d'individus dans la zone-hors projet 5 par rapport à la zone-projet 2, et la tendance est la même pour toutes les zones réunies. Toutes espèces confondues (Figure 13), il y a plus d'individus dans la zone-hors projet 4 par rapport à la zone-projet 1, de même que dans le cas de toutes les zones. La différence n'est pas significative dans la paire de zones 2-5.

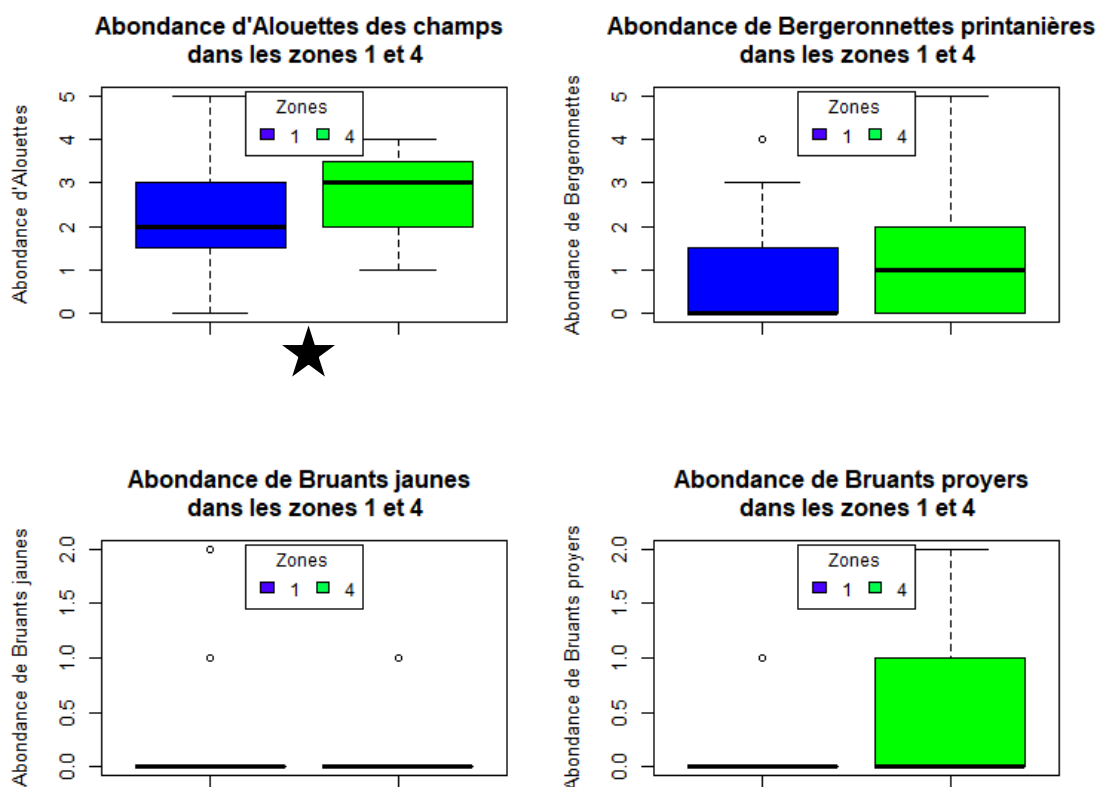


Figure 10. Comparaison des abondances en oiseaux par espèce sur la zone-projet 1 et la zone hors-projet 4. Une différence significative (p -valeur < 0.05) est indiquée par une étoile.

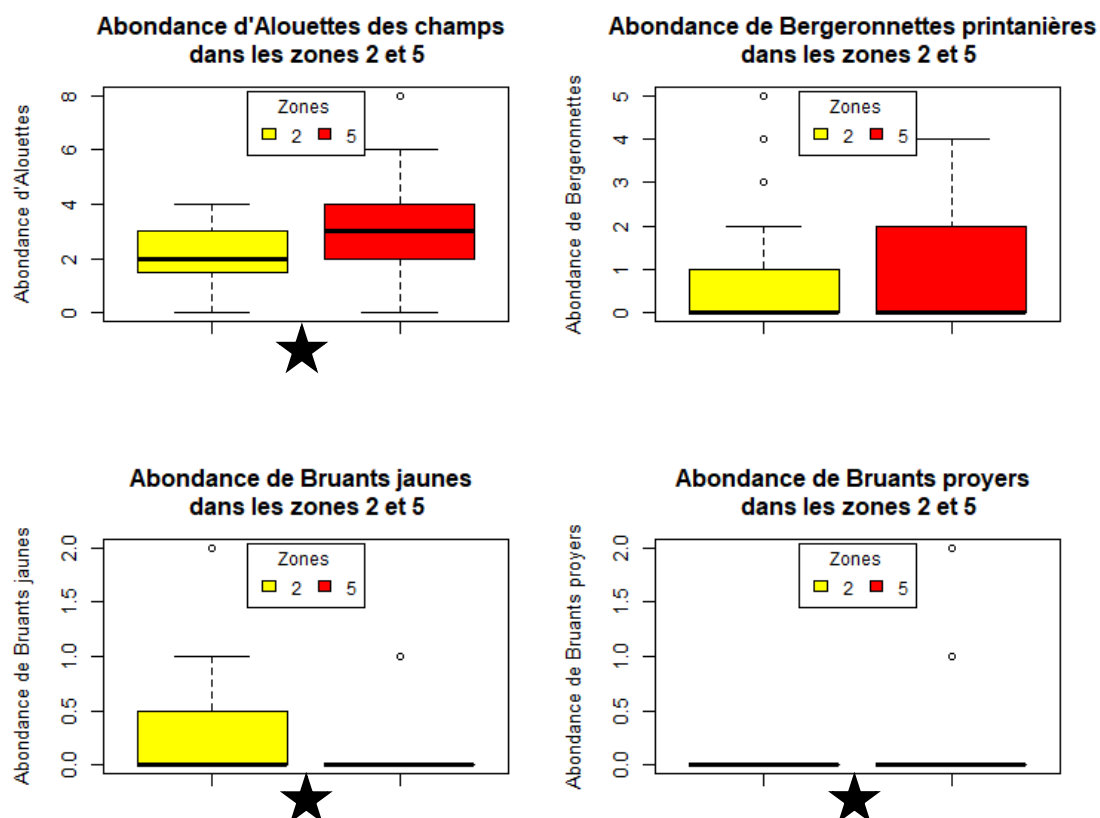


Figure 11. Comparaison des abondances en oiseaux par espèce sur la zone-projet 2 et la zone hors-projet 5. Une différence significative (p -valeur < 0.05) est indiquée par une étoile.

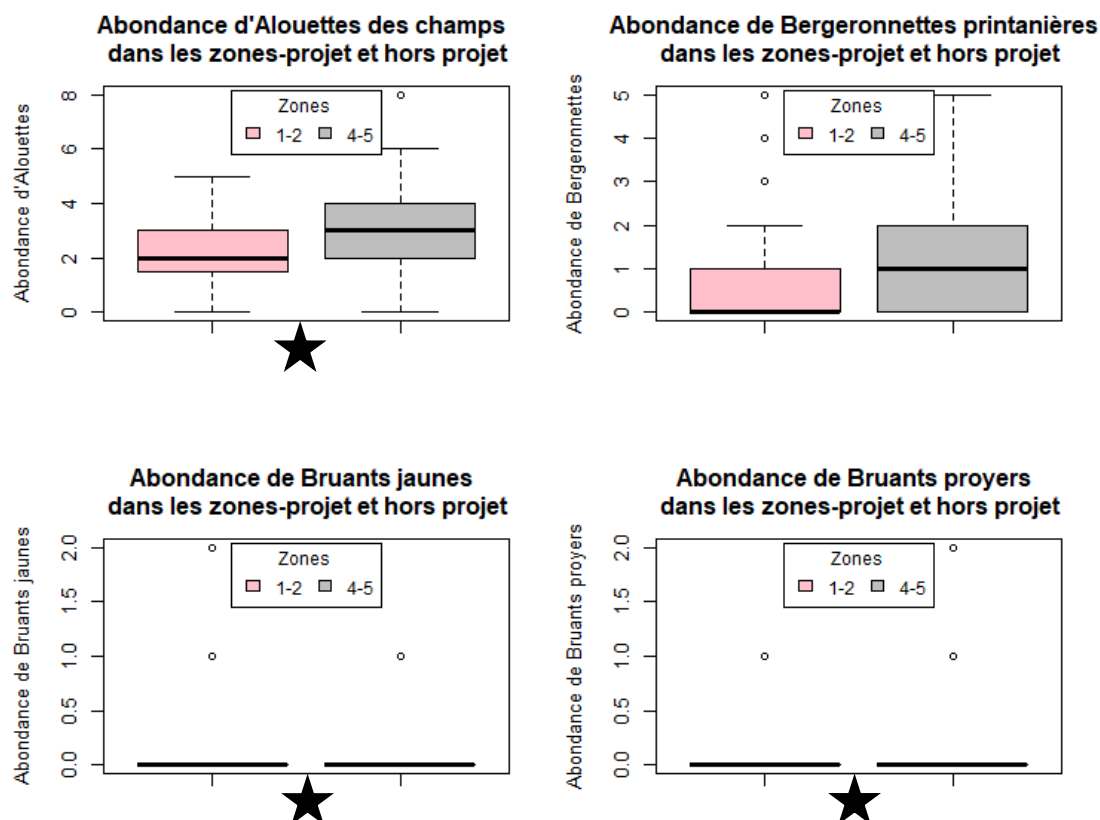


Figure 12. Comparaison des abondances en oiseaux par espèce sur les zones-projet (1-2) et hors projet (4-5). Une différence significative (p -valeur < 0.05) est indiquée par une étoile.

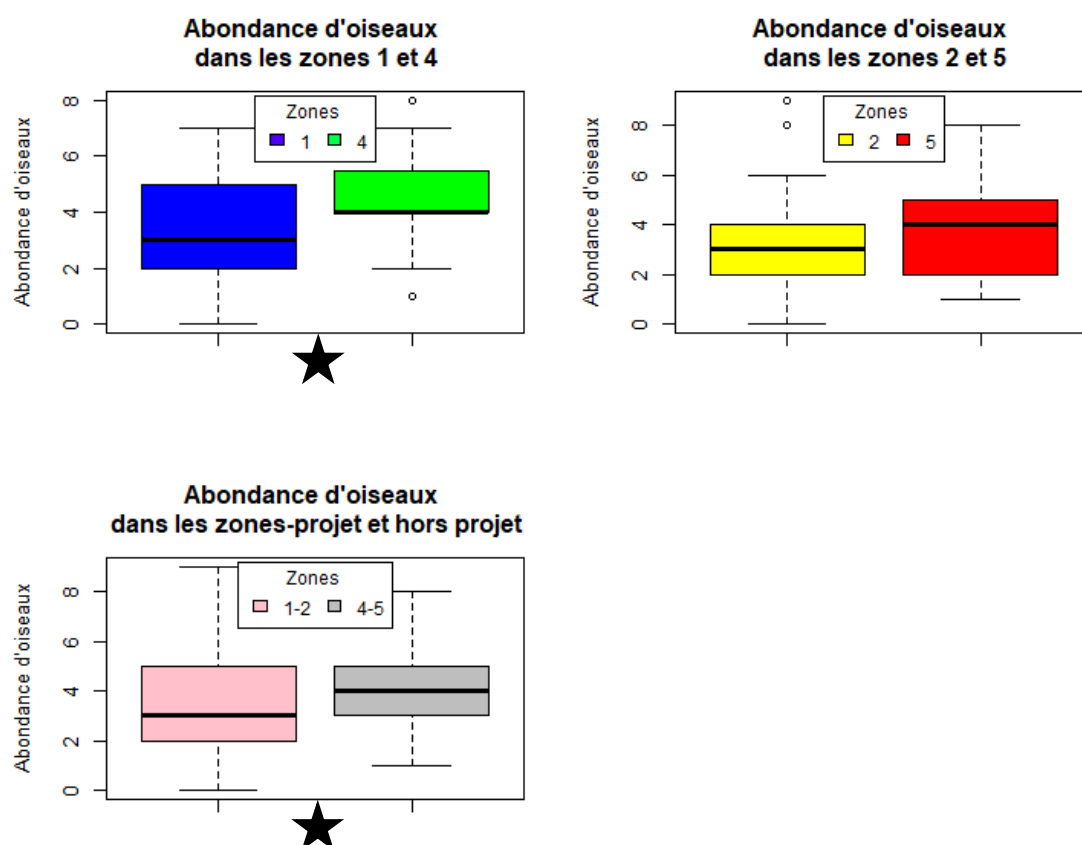


Figure 13. Comparaison des abondances en oiseaux des quatre espèces confondues sur les paires de zones d'étude 1-4, 2-5 et sur les zones-projet (1-2) et hors projet (4-5). Une différence significative (p -valeur <0.05) est indiquée par une étoile.

Le Tableau 1 présente les résultats ayant été obtenus avec les modèles glmmTMB. Le modèle 2 montre qu'il y a en moyenne 4 Bergeronnettes printanières de plus ($\exp(\text{Estimate}) = 4.42$) sur les points où une bande aménagée est présente au sein de la paire de zones 1-4, ainsi que 0.41 de moins en moyenne (ce qui est plus proche d'aucun individu) lorsque $\log(\text{mètres de lisières})$ augmente de 1 mètre. Le modèle 3 indique qu'il y a en moyenne 18 Bruants jaunes de plus ($\exp(\text{Estimate}) = 17.63$) sur les points où une parcelle aménagée est présente au sein de la paire de zones 1-4. Le modèle 4 montre que le nombre de Bruants proyers augmente en moyenne de 318 individus ($\exp(\text{Estimate}) = 317.98$) lorsque la distance à la route en km est multipliée par 10 (une unité en \log_{10} correspondant à un facteur 10 (Della Vedova, 2018b)) au sein de la paire de zones 1-4. Enfin, le modèle 10 indique que le nombre d'oiseaux toutes espèces confondues augmente en moyenne de un individu ($\exp(\text{Estimate}) = 0.91$) lorsque $\log(\text{surface industrialisée})$ diminue de 1 m^2 dans la paire de zones 2-5. Les autres modèles n'ont présenté aucune p -valeur ajustée significative pour une variable environnementale.

Tableau 1. Résultats obtenus par glmmTMB (p/a = présence/absence).

Espèce(s) et zones prise en compte	Variables explicatives sélectionnées et résultats significatifs du glmmTMB (indiqués par un *)
Alouette des champs, zones 1 et 4 (Modèle 1)	Densité de MAEC ; Haies (p/a) ; Parcelle aménagée (p/a) ; Tournière enherbée (p/a) ; Prairie naturelle (p/a) ; Ligneux en MAEC (p/a) ; Log(mètres de lisières) ; Log(céréales d'hiver) ; Log(surface industrialisée) ; Log(fourrage) ; Log(pommes de terre). (Les arbres isolés n'ont pas pu être intégrés au modèle car surparamétrisation, les données ne contiennent pas assez d'information)
Bergeronnette printanière, zones 1 et 4 (Modèle 2)	Bande aménagée (p/a) * (Estimate 1.48502, p-valeur ajustée 0.02130) ; Parcelle aménagée (p/a) ; Log(mètres de lisières) * (Estimate -0.89939, p-valeur ajustée 0.01296) ; Log(pommes de terre) ; Log(fourrage).
Bruant jaune, zones 1 et 4 (Modèle 3)	Parcelle aménagée (p/a) * (Estimate 2.8696, p-valeur ajustée 0.02217) ; Céréales de printemps (p/a) ; Log(maïs).
Bruant proyer, zones 1 et 4 (Modèle 4)	Log10(distance à la route) * (Estimate 5.762, p-valeur ajustée 0.047).
Toutes espèces, zones 1 et 4 (Modèle 5)	Densité de MAEC ; Haies (p/a) ; Parcelle aménagée (p/a) ; Tournière enherbée (p/a) ; Prairie naturelle (p/a) ; Ligneux en MAEC (p/a) ; Log(mètres de lisières) ; Log(céréales d'hiver) ; Log(surface industrialisée) ; Log(fourrage) ; Log(pommes de terre). (Les arbres isolés n'ont pas pu être intégrés au modèle car surparamétrisation)

Alouette des champs, zones 2 et 5 (Modèle 6)	Densité de MAEC ; Haies (p/a) ; Tournière enherbée (p/a) ; Log(pommes de terre) ; Chicorée (p/a) ; Log(surface industrialisée). (la présence de ligneux dans les MAEC n'a pas pu être intégrée au modèle car surparamétrisation)
Bergeronnette printanière, zones 2 et 5 (Modèle 7)	Log(céréales d'hiver) ; Log(lin textile).
Bruant jaune, zones 2 et 5 (Modèle 8)	Maïs en MAEC (p/a) ; Ligneux en MAEC (p/a) ; Log(pommes de terre).
Bruant proyer, zones 2 et 5 (Modèle 9)	Aucune variable corrélée.
Toutes espèces, zones 2 et 5 (Modèle 10)	Densité de MAEC ; Haies (p/a) ; Tournière enherbée (p/a) ; Chicorée (p/a) ; Log(surface industrialisée) * (Estimate -0.09806, p-valeur ajustée 0.0371).
Alouette des champs, zones-projet (1-2) et hors projet (4-5) (Modèle 11)	Densité de MAEC ; Haies (p/a) ; Parcelle aménagée (p/a) ; Tournière enherbée (p/a) ; Prairie naturelle (p/a) ; Ligneux en MAEC (p/a) ; Log(céréales d'hiver) ; Log(pommes de terre) ; Chicorée (p/a) ; Log(fourrage) ; Log(surface industrialisée). (le nombre de mètres de lisières n'a pas pu être intégré au modèle car surparamétrisation)
Bergeronnette printanière, zones-projet (1-2) et hors projet (4-5) (Modèle 12)	Log(pommes de terre) ; Log(lin textile) ; Log(fourrage). (le nombre de mètres de lisières n'a pas pu être intégré au modèle car surparamétrisation)
Bruant jaune, zones-projet (1-2)	Maïs en MAEC (p/a).

et hors projet (4-5) (Modèle 13)	
Bruant proyer, zones-projet (1-2) et hors projet (4-5) (Modèle 14)	Log10(distance à la route) ; Densité de MAEC (cette variable n'est pas corrélée mais le modèle ne fonctionne pas avec la distance à la route seulement).
Toutes espèces, zones-projet (1-2) et hors projet (4-5) (Modèle 15)	Densité de MAEC ; Haies (p/a) ; Parcelle aménagée (p/a) ; Tournière enherbée (p/a) ; Arbres isolés (p/a) ; Prairie naturelle (p/a) ; Ligneux en MAEC (p/a) ; Log(céréales d'hiver) ; Log(pommes de terre) ; Log(fourrage) ; Log(surface industrialisée). (le nombre de mètres de lisières n'a pas pu être intégré au modèle car surparamétrisation)

3.2. Résultats de l'enquête en ligne

Un total de 43 agriculteurs-trices wallon(ne)s répartis sur le territoire a répondu à l'enquête en ligne, en provenance de toute la Wallonie, selon les parts suivantes : Région limoneuse (65%), Ardenne (12%), Condroz (11%), Pays de Herve (7%) et Fagne/Famenne (5%). La part de chaque région excepté la Région limoneuse est trop faible pour en tirer une quelconque tendance sur

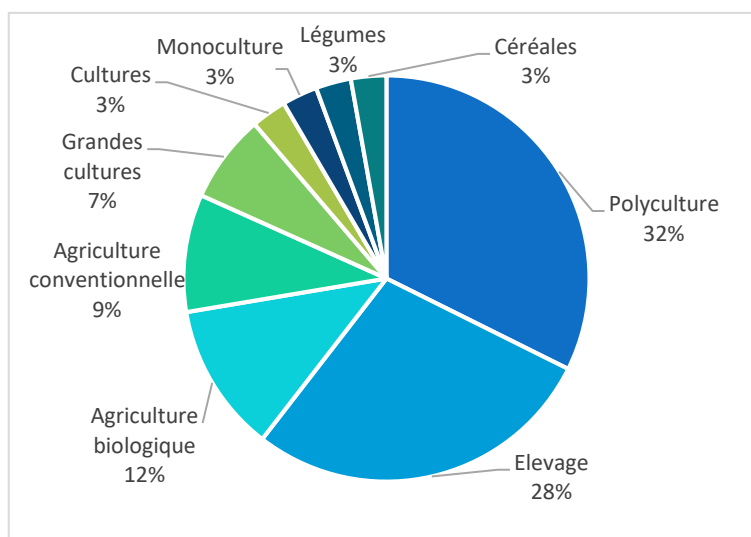


Figure 14. Part des activités pratiquées par les agriculteurs sondés.

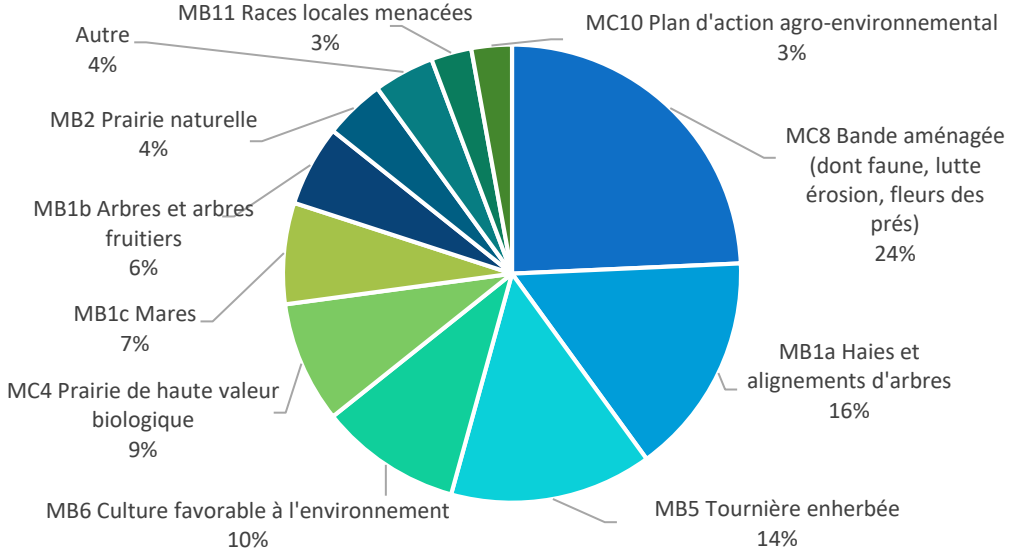
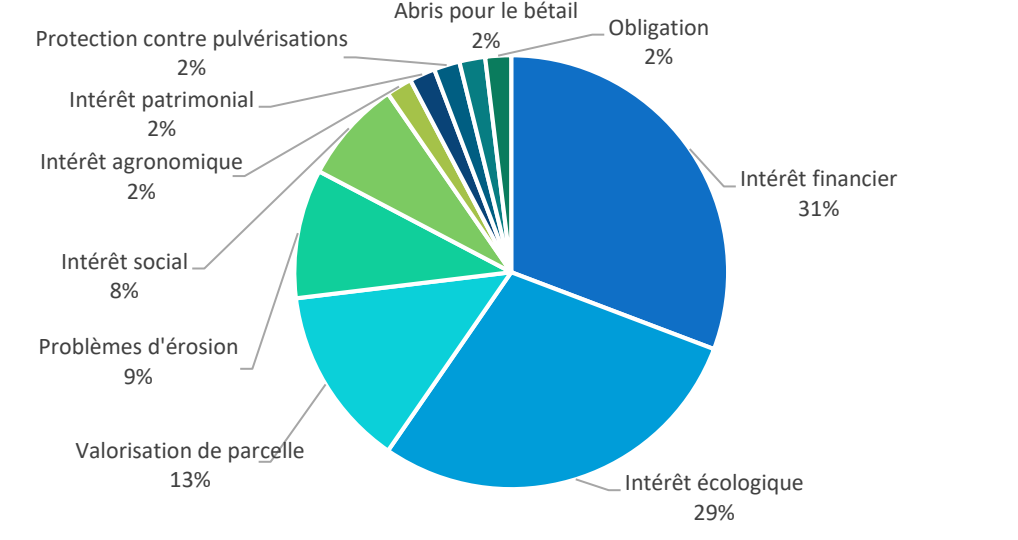
l'opinion de la communauté agricole, étant donné qu'il est question ici de 2 à 5 agriculteurs. La Figure 14 présente les activités pratiquées par au moins deux agriculteurs. 32% des activités citées

sont représentées par la polyculture, pour 3% seulement de monoculture, et 28% par l'élevage. Lorsque le type d'agriculture était précisé, l'agriculture biologique a été plus souvent citée que l'agriculture conventionnelle. Le Tableau 2 résume les réponses obtenues par l'enquête. Lorsqu'un type de réponse donné a surtout ou exclusivement été observé dans une région ou une activité agricole particulière, c'est précisé entre parenthèses.

Tableau 2. Synthèse des réponses obtenues par l'enquête sociale auprès des agriculteurs-trices de Wallonie.

Thème de la question	Tendances des réponses reçues
Implication dans la sauvegarde de la biodiversité.	→ 81% des agriculteurs se sentent impliqués ; → 12% se sentent très impliqués (Région limoneuse et Ardenne / monoculture, polyculture, élevage) ; → 5% se sentent peu impliqués (Condroz et Pays de Herve / élevage et polyculture).
Familiarité avec la notion de MAEC encadrées par Natagriwal.	→ 51% des agriculteurs y sont très familiers ; → 35% y sont assez familiers ; → 14% ne connaissent pas trop (Région limoneuse et Pays de Herve / élevage et polyculture en agriculture conventionnelle) ; → Aucun agriculteur ne connaît pas du tout le programme.
Représentation personnelle des MAEC.	→ 50% des sondés voient les MAEC comme une valorisation de la biodiversité et une opportunité d'améliorer le maillage écologique de la région. → 33% : source de revenus pour aider l'agriculteur à valoriser le territoire ou diversifier son apport financier. → 20% : contraintes en termes de processus administratif, de maintenance et de contrôle des aménagements. → Quelques agriculteurs : <ul style="list-style-type: none"> • opportunité d'équilibrer l'agronomie et l'écologie : produire de quoi nourrir les citoyens tout en protégeant le milieu de vie ; • « arnaque », beaucoup trop contraignant et avec peu de compensation et de reconnaissance ; • pas beaucoup d'intérêt, surtout hors zones de grandes cultures.
Avis sur l'abondance d'oiseaux sur les MAEC des plaines agricoles wallonnes.	→ 63% des agriculteurs : abondance plutôt moyenne ; → 14% : plutôt faible ; → 12% : plutôt forte (élevage, polyculture et agriculture biologique) ; → 12% des agriculteurs n'ont pas d'avis sur la question.
Tendance de cette abondance sur ces dix dernières années.	→ 35% des sondés estiment que cette abondance augmente ; → 33% : tendance stable ; → 19% : elle diminue (Région limoneuse et Fagne/Famenne) ; → 14% des agriculteurs n'ont pas d'avis sur la question.

Observation d'une espèce d'oiseau en particulier sur les MAEC.	<p>→ 37% des agriculteurs n'ont pas répondu ou ne sont pas en mesure d'identifier les oiseaux présents sur les aménagements ;</p> <p>→ 12% des agriculteurs n'en ont pas observé.</p> <p>→ Espèces évoquées par 5% au moins des agriculteurs :</p> <ul style="list-style-type: none"> • 28% : rapaces (Région limoneuse dans 91% des cas) dont Busards cendré (<i>Circus pygargus</i>), Saint-Martin (<i>Circus cyaneus</i>) et des roseaux (<i>Circus aeruginosus</i>), Buse variable (<i>Buteo buteo</i>), Faucon crécerelle (<i>Falco tinnunculus</i>), Milans (<i>Milvus sp.</i>) ; • 12% : Bergeronnette printanière (Région limoneuse dans 80% des cas) ; • 9% : Bruant jaune et Alouette des champs (Région limoneuse) ; • 7% : Moineaux (<i>Passer sp.</i>) (en parts égales dans Condroz, Ardenne et Pays de Herve), Tarier pâtre (<i>Saxicola rubicola</i>) (50% en polyculture et 25% en élevage), Vanneau huppé (<i>Vanellus vanellus</i>), corvidés (Région limoneuse) dont le Corbeau freux (<i>Corvus frugilegus</i>) (zones de cultures et grandes cultures).
Utilité des MAEC au maintien des populations d'oiseaux.	<p>→ 63% des sondés estiment que les MAEC sont utiles à très utiles au maintien des populations d'oiseaux ;</p> <p>→ 23% des agriculteurs sont plus mitigés (Région limoneuse) ;</p> <p>→ 12% ne sont plutôt pas d'accord.</p> <p>Les agriculteurs ardennais sont tous tout à fait d'accord avec le fait que les MAEC maintiennent les populations d'oiseaux, les agriculteurs de Fagne/Famenne sont quant à eux d'accord à tout à fait d'accord. La majorité des réponses venant du Pays de Herve indiquent un désaccord. Plus de la moitié des agriculteurs pratiquant l'agriculture biologique sont tout à fait d'accord.</p>
Avis sur l'aménagement le plus accueillant pour les oiseaux.	<p>→ 40% des agriculteurs sondés : la haie car elle offre un lieu de nidification, de refuge contre les prédateurs, un apport de nourriture et un perchoir. Un agriculteur a précisé que la plantation de haies était l'aménagement le moins contraignant. Cet aménagement permet le morcellement du paysage. La haie est le seul aménagement cité par toutes les régions et toutes les activités agricoles.</p> <p>→ 17% : bandes aménagées, fleuries ou enherbées et les couverts enherbés et 9% tournières enherbées car ces aménagements sont durables, la fauche tardive permet un apport de nourriture ainsi qu'un refuge et une zone de repos pour les oiseaux. Leur présence toute l'année assure une diversité de couverts. La bande aménagée est citée particulièrement intéressante parce qu'adaptable aux buts recherchés et à la faune locale.</p> <p>→ 6% : céréales sur pied comme source de nourriture et lieu de nidification.</p> <p>→ 4% : bois et les arbres dans les prairies et qui se distinguent dans un bois (pour la protection), et les nichoirs.</p>
Agriculteurs-trices ayant installé une/plusieurs MAEC chez eux	
Type d'aménagement installé.	79% des agriculteurs interrogés ont installé une ou plusieurs MAEC.

	 <p>Diagramme circulaire illustrant la répartition des motivations pour l'installation d'aménagements agro-environnementaux :</p> <ul style="list-style-type: none"> MC8 Bande aménagée (dont faune, lutte érosion, fleurs des prés) : 24% MB1a Haies et alignements d'arbres : 16% MB5 Tournière enherbée : 14% MB6 Culture favorable à l'environnement : 10% MC4 Prairie de haute valeur biologique : 9% MB1c Mares : 7% MB1b Arbres et arbres fruitiers : 6% MB2 Prairie naturelle : 4% Autre : 4% MB11 Races locales menacées : 3% MC10 Plan d'action agro-environnemental : 3%
<p>Motivation à l'installation.</p>	 <p>Diagramme circulaire illustrant la répartition des motivations pour l'installation d'aménagements agro-environnementaux :</p> <ul style="list-style-type: none"> Intérêt financier : 31% Intérêt écologique : 29% Valorisation de parcelle : 13% Problèmes d'érosion : 9% Intérêt social : 8% Intérêt agronomique : 2% Intérêt patrimonial : 2% Protection contre pulvérisations : 2% Abris pour le bétail : 2% Obligation : 2% <p>La valorisation de parcelle concerne des terrains peu productifs ou difficiles d'accès. L'intérêt social est notamment évoqué dans le cadre d'un souci d'image. Certains agriculteurs font en effet leur possible pour que leur métier ne soit plus associé à une exploitation irrespectueuse de la terre et de l'environnement. La démarche cherche également à répondre à la volonté des citoyens.</p>
<p>Satisfaction.</p>	<p>→ 53% des agriculteurs sont satisfaits des aménagements installés ;</p> <p>→ 20% : assez satisfaits ;</p> <p>→ 15% : peu satisfaits des aménagements ;</p> <p>→ 9% ne sont pas satisfaits, principalement en raison de la dureté des contrôles et du cahier des charges jugé compliqué et parfois incohérent. Les différentes dates de fauche sont évoquées par un agriculteur car elles rendent difficile son organisation. Les aménagements permettent parfois à des adventices ou à de l'humidité de s'installer, ce qui rend difficile le nettoyage de l'aménagement et la lutte contre les maladies des cultures. Les agriculteurs estiment qu'un allègement du cahier des</p>

	charges permettrait une meilleure efficacité de leur part et donc un impact plus positif pour l'environnement. → 3% : très satisfaits.
Souhait d'installer d'autres MAEC par la suite.	La moitié des agriculteurs pensent installer davantage de MAEC par la suite. L'autre moitié trouve notamment les contrôles trop durs, fréquents et donc stressants. Le plafond de 9% de la SAU en MAEC finançable par la Région Wallonne est également un frein, et l'entretien est jugé tellement important qu'il limite voire annule la rentabilité des aménagements.
Agriculteurs-trices n'ayant pas installé de MAEC chez eux	
Projet d'aménagement dans les 5 ans.	Aucun des agriculteurs sondés ne possédant pas de MAEC ne souhaite en installer dans les cinq années à venir, surtout pour une question administrative, par peur des contraintes et de l'aspect financier et par manque d'intérêt.

4. Discussion

4.1. Réponses des espèces modèles aux aménagements agro-environnementaux et autres variables paysagères dans les zones d'étude

Les résultats obtenus dans le cadre de cette étude ont mis en évidence une influence des MAEC bande aménagée et parcelle aménagée, ainsi que de la distance à la route, de la surface industrialisée et du nombre de mètres de lisières entre les parcelles sur une ou toutes les espèces modèles. Aucune culture agricole n'est ressortie comme significativement favorable ou défavorable à une ou plusieurs espèce(s). Les analyses menées dans chaque paire de zones et sur les zones-projet et hors projet ensemble ne présentent aucun résultat en commun, ce qui pose question sur la pertinence de ces résultats. Il est tout à fait possible que des tendances se soient répétées sur au moins deux modèles si la taille de l'échantillon avait été plus importante. Les Bruants proyers et jaunes sont représentés en particulièrement faible effectif dans cette étude, respectivement $n=8/11$ et $n=9/7$ (premier/deuxième passage), sur 64 localisations en Hesbaye. Les résultats les concernant sont donc les plus discutables.

L'espèce la plus représentée sur les points d'écoute (points échantillonnés sur le terrain, voir Figure 9 et chapitre 2.1.2), l'Alouette des champs, est également celle qui n'a présenté aucun lien entre son abondance et une variable paysagère dans aucun des modèles. D'après la littérature, l'Alouette des champs est liée au type de culture agricole (MEEDDAT & MNHN, s. d.). Elle constitue un indicateur de la qualité des grandes plaines cultivées. Les cultures de pommes de terre et de chicorée présentaient une corrélation positive avec l'abondance d'Alouettes via le test de

corrélation préliminaire, mais les GLMM ont montré que ces variables n'expliquent pas significativement l'abondance de l'espèce. De même, les GLMM n'ont pas corroboré la corrélation négative entre l'Alouette et les céréales d'hiver, obtenue avec le test de corrélation.

La Bergeronnette printanière s'est révélée positivement influencée par la présence de bandes aménagées. Il s'agit de bandes de céréales non récoltées de type froment ou triticale de préférence, ou bien d'un mélange de ces céréales avec du radis, du chou ou du colza par exemple (Thierry Ory et al., 2015). Elles permettent de laisser un apport de nourriture aux oiseaux des champs et à la petite faune en général. Ces cultures sont cultivées sans engrais ni traitement chimique et sont ainsi riches en insectes et en adventices, qui permettent de nourrir les oiseaux pendant la bonne saison. Pendant la mauvaise saison, ces bandes conservent une disponibilité en graines (Thierry Ory et al., 2015), alimentation essentielle des oiseaux des plaines en hiver. L'abondance de Bergeronnettes printanières est aussi légèrement affaiblie par l'augmentation du nombre de mètres de lisières entre les parcelles. Cette variable rend compte du morcellement du paysage et donc du nombre et de la taille des parcelles. Ce résultat indique que la Bergeronnette printanière a une préférence pour les plaines avec de grandes parcelles monospécifiques, ce qui correspond à un des habitats dans lesquels elle est souvent observée (cfr partie 1.9.3), et auquel elle est très bien adaptée depuis la deuxième moitié du XXe siècle (Bataille et al., 2008). La Bergeronnette installe en effet son nid à l'abri dans le couvert céréalié. Bien que le fractionnement du paysage soit considéré comme une mesure de conservation pour la biodiversité, la Bergeronnette printanière est un exemple montrant que ce n'est pas favorable à toute espèce des paysages agricoles.

La distance à la route est une variable qui peut rendre compte du dérangement visuel et sonore. Un des modèles statistiques a mis en évidence une influence relativement forte de la distance à la route sur l'abondance en Bruants proyers. Contrairement aux autres espèces modèles de l'étude, le Bruant proyer est un oiseau farouche, facilement effrayé par les mouvements (Aves, s. d.). Comme évoqué précédemment, le Bruant proyer a été recensé en faible effectif lors des relevés de terrain. De plus, la puissance du résultat – une augmentation de 318 individus – est très anormalement élevée, la validité statistique de ce résultat est donc discutable. Néanmoins, cela corrobore avec l'effarouchement de l'espèce, ce qui redonne confiance en la tendance obtenue. La Hesbaye est un lieu d'action prioritaire pour améliorer les conditions locales de l'espèce en périodes de nidification et d'hivernage (Thierry Ory et al., 2015). Lors d'un mémoire datant de 2017 sur l'évaluation de l'efficacité des MAEC sur les populations d'oiseaux agricoles en Wallonie limoneuse (Goulem, 2017), le Bruant proyer avait été particulièrement observé sur du froment

d'hiver, et était bien observé également sur des bandes aménagées. Cet intérêt est corroboré par une étude de 2014 en Angleterre, dans laquelle des chercheurs ont mis en évidence l'influence des bandes aménagées/enherbées dans la sélection du territoire par le Bruant proyer (Burgess et al., 2014). Il apprécie également les couverts en jachère, qui sont intéressants pour le nourrissage, et les plantes nectarifères, qui lui fournissent des invertébrés au moment du pic de nidification. Les bandes aménagées du projet Plaines de vie sont cependant trop récentes pour attirer le Bruant proyer, qui préfère les bandes plus anciennes qui contiennent plus d'invertébrés pour les poussins (Laudelout et al., 2020). Un projet-pilote mené à Perwez entre 2016 et 2019 a mis en évidence l'attrait des cultures de betterave et de chicorée pour l'espèce (Laudelout et al., 2020). La taille des parcelles impacte quant à elle négativement la présence du Bruant proyer, car celle-ci est inversement proportionnelle à la présence d'éléments du paysage tels que les herbes hautes et buissons sur lesquels le mâle chante et dans lesquels il trouve des insectes et des graines (Morales, Guerrero, Oñate, & Meléndez, 2012). L'étude montre que les Bruants proyers tolèrent une dominance de cultures de 65.5% (valeur seuil minimale de l'étude), mais évitent les zones complètement cultivées. Ces effets n'ont pas été mis en évidence par les modèles statistiques de la présente étude, mais la littérature montre que l'abondance du Bruant proyer dans les plaines agricoles dépend de bien plus que des voies de circulation.

De même que pour le Bruant proyer, la sélection du territoire par le Bruant jaune serait fortement influencée par les bandes aménagées/enherbées (Burgess et al., 2014). Lorsque le Bruant jaune approvisionne ses jeunes, il préfère se nourrir dans les bandes aménagées non cultivées. La disponibilité et la qualité des haies influencent très fortement son territoire, probablement parce que la fréquence et la durée de la coupe sont réduites par le cahier des charges, ce qui améliore les habitats de nidification et de nourrissage. La présente étude a établi un lien positif entre le Bruant jaune et la présence de parcelles aménagées. Cet aménagement est très proche de la bande aménagée mais peut s'installer de manière non linéaire (Natagriwal, s. d.-c). Il peut prendre des formes variées, étant donné que le couvert et la localisation dépendent de l'enjeu environnemental désiré.

Concernant la guildes d'oiseaux considérée ici, un modèle a mis en évidence que l'abondance d'oiseaux augmente à mesure que la surface industrialisée faiblit dans le paysage. Ce résultat correspond aux modes de vie des quatre espèces modèles, puisque ce sont toutes des espèces inféodées aux plaines de culture. Plus la plaine est industrialisée, moins elle offre de céréales, aménagements et maillage écologique, ce qui diminue l'attrait de la zone pour ces oiseaux.

Plusieurs études ont montré qu'une augmentation de la taille de la zone d'étude augmenterait la relation avec les données du paysage (Borges, Glemnitz, Schultz, & Stachow, 2017). Pourtant, les modèles statistiques réalisés ici reprenant les quatre zones ne montrent aucune relation d'une variable paysagère avec une espèce seule ou pour les quatre espèces confondues. Ces résultats induisent que l'entière du protocole représente un échantillon toujours trop faible pour étudier les relations entre l'avifaune et leur habitat. Les résultats obtenus par les autres modèles sont ainsi de faible fiabilité.

4.2. Abondance des espèces modèles dans les zones avec et sans renforcement des mesures agro-environnementales et climatiques

La première analyse réalisée dans le cadre de cette étude montre que, contrairement à ce qui était attendu, il n'y a pas plus d'oiseaux dans les zones-projet par rapport aux zones-hors projet, alors que l'analyse par GLMM montre que certaines MAEC favorisent leur présence. D'après les modèles, l'abondance de Bergeronnettes printanières est augmentée en présence de bandes aménagées, de même que l'abondance de Bruants jaunes en présence de parcelle aménagée. Or, il y a 4.5 fois plus de points d'écoutes comprenant une bande aménagée (dans leur rayon de 250 mètres) et 8 fois plus de points d'écoute avec parcelle aménagée dans les zones-projet par rapport aux zones-hors projet. La Bergeronnette printanière n'est pourtant pas plus répandue en zones-projet, mais le Bruant jaune y est bel et bien plus observé. La Bergeronnette est légèrement défavorisée par le nombre de mètres de lisières entre les parcelles. Or, celui-ci est 1.26 fois plus élevé en zones-projet. Le Bruant proyer serait plus répandu loin des routes, et les points d'écoute des zones-projet sont 1.11 fois plus éloignés des routes que ceux des zones-hors projet. Pourtant, le Bruant proyer est significativement plus abondant en zones-hors projet. Cette relation est cependant, comme expliqué précédemment, à prendre avec précaution étant donné le faible nombre d'observations de cette espèce dans les zones étudiées. Enfin, l'abondance d'oiseaux en général est légèrement augmentée lorsque la surface industrialisée diminue. La surface industrialisée est en moyenne 4.30 fois plus étendue sur les points d'écoute de zones-projet, ce qui participe à l'abondance plus élevée des oiseaux en zones-hors projet. Les résultats des tests de comparaison de moyennes ne corroborent pas tout à fait les résultats obtenus par GLMM, il est donc difficile d'en déduire des préférences claires de la part des oiseaux étudiés.

Il est possible qu'il soit un peu tôt pour une telle étude, étant donné que les aménagements des zones-projet ont été installés entre 2017 et 2019. Les aménagements ne sont donc probablement

pas suffisamment bien en place pour inciter un changement notable au sein des populations d'oiseaux. Pour plusieurs résultats la tendance est en effet similaire à la situation d'avant-projet telle qu'observée sur LifeWatch. Comme indiqué précédemment, cette analyse est peu exploitable, mais elle a tout de même permis de constater qu'il y avait plus d'Alouettes des champs dans les zones-hors projet par rapport aux zones-projet en 2015. Les résultats montrent donc que les MAEC installées n'ont pas (encore) réussi à rééquilibrer les populations au niveau du périmètre du projet Plaines de vie. La Bergeronnette printanière présentait en 2015 et d'après LifeWatch une légère hétérogénéité en faveur des zones-hors projet. Le fait que ces différences ne soient pas significatives en 2020 pourrait indiquer que la population se porte mieux, peut-être suite à l'installation de bandes aménagées. Il est bien sûr également possible que le jeu de donnée soit simplement trop restreint pour en tirer une quelconque conclusion. Les Bruants proyer et jaune présentaient, respectivement en 2006 et 2015, des abondances assez homogènes sur la Hesbaye avant l'installation des aménagements. Malgré une différence significative d'abondance entre les types de zones, les valeurs sont parfois inférieures à un individu et la taille de l'échantillon est très faible pour ces deux espèces, ce qui n'encourage pas à prendre très au sérieux ces résultats. L'abondance d'oiseaux dans les zones 2 et 5 n'est quant à elle pas significativement différente, éventuellement parce que les tendances de l'Alouette des champs, plus abondante en zone-hors projet, et du Bruant jaune, plus abondant en zone-projet, s'annulent.

Une autre hypothèse est que les aménagements mis en place dans le périmètre du projet Plaines de vie n'ont pas vocation à améliorer l'habitat des espèces cibles de l'étude. Comme expliqué dans la partie 1.7, le projet vise à améliorer la qualité des habitats en zones agricoles, et se base principalement sur les besoins du Bruant proyer, des Busards et de la Perdrix grise. Les Alouettes des champs et Bergeronnettes printanières apprécient des milieux céréaliers plus ouverts, et les Bruants jaunes recherchent les haies et buissons en période de nidification. En améliorant l'habitat en général, le projet ne se focalise pas sur une espèce en particulier, ce qui pourrait engendrer des résultats neutres voire négatifs lors, comme ici, d'une analyse espèce par espèce. Il est également possible que l'influence de la surface industrialisée soit d'une importance telle que les aménagements aujourd'hui mis en place ne sont pas suffisants pour rendre le milieu plus attractif. Il est important d'insister sur le fait que le Bruant proyer, espèce ciblée par les aménagements du projet, est significativement plus abondant en zones-hors projet. D'après ce résultat, il semble que les objectifs du projet le concernant ne soient donc, en 2020, pas encore atteints. Néanmoins, étant donné la faiblesse de l'échantillon, il n'est pas possible de tirer des conclusions quant à l'impact du projet Plaines de vie pour cette espèce.

La répartition des aménagements à apport alimentaire essentiellement en été ou en hiver constitue une piste d'explication supplémentaire. Les MAEC peuvent comprendre des couverts nourriciers – le plus fréquent en plaine agricole –, enherbés ou fleuris. Les aménagements du projet Plaines de vie sont principalement des aménagements favorables en hiver (Communication de Simon Lehane). Le semis se fait au printemps, et le couvert arrive à maturité en septembre, permettant une disponibilité en graines pendant la saison hivernale. Dans ce contexte, le couvert est très insuffisant pour la nidification, poussant les oiseaux à s'établir dans d'autres cultures. Le couvert peut cependant servir de refuge à partir de la fin du mois de juin, jusqu'à sa destruction au mois de mars suivant, et de réserve d'insectes en été pour les jeunes. Au cours de la période de terrain, les couverts commençaient seulement à être intéressants, ce qui pourrait expliquer le peu de réponse des oiseaux les concernant en cette période de l'année.

4.3. L'avifaune des plaines agricoles et les aménagements agro-environnementaux – comparaison avec la littérature

Une étude menée en Allemagne sur quatre ans (1999-2002) a montré qu'une guildes d'oiseaux des plaines agricoles composée de l'Alouette des champs, de la Bergeronnette printanière et du Bruant proyer répond négativement à la densité de bordures dans le paysage (Borges et al., 2017). Cela rejoint le résultat obtenu ici concernant la Bergeronnette printanière. Une étude néerlandaise a mis en évidence que les lisières entre les parcelles sont particulièrement attractives pour l'Alouette des champs pendant la période de reproduction (Kuiper et al., 2013). Les nids sont préférentiellement installés à moins de 100 mètres d'une bordure de champ. Une faible densité de bordures serait ainsi préférée, tout en privilégiant leur proximité. Les auteurs émettent alors l'hypothèse que l'efficacité des MAEC pour les Alouettes des champs serait accrue par une attention particulière portée aux bordures de champs dans le paysage, sur leur répartition et leur entretien, afin qu'elles offrent un apport en insectes suffisant pour le nourrissage des jeunes. L'étude allemande s'est également focalisée sur une guildes d'oiseaux des haies comprenant le Bruant jaune (Borges et al., 2017). La présence de la guildes est positivement corrélée à la densité de bordures, et négativement corrélée avec le pourcentage du paysage occupé par la plus grande parcelle. Le Bruant jaune n'a montré aucune influence d'une variable considérée dans la présente étude, mais les effectifs étaient très faibles. Le Bruant jaune n'étant pas à proprement parler une espèce de milieux ouverts, ces résultats auraient probablement pu être observés avec un échantillon de plus grande taille. En Ecosse, une étude sur sept ans a évalué l'état des populations

de Bruant proyer dans des fermes avec aménagements ciblés pour l'espèce (notamment des céréales laissés sur pied pour l'alimentation hivernale, des cultures extensives pour la nidification suivies de chaume en hiver, la gestion de bandes enherbées pour l'alimentation en été, la fauche tardive pour protéger les nids ainsi que le soutien alimentaire en hiver), des aménagements généraux pour le soutien des oiseaux agricoles ainsi que sans MAEC (Perkins, Maggs, Watson, & Wilson, 2011). La population de Bruant proyer a respectivement augmenté de 5-6% par an, n'a pas évolué, et a diminué de 14-15% par an. Ces résultats sous-entendent que les populations de Bruants proyers ne peuvent être soutenues qu'avec des aménagements adaptés spécialement pour elles. Laudelout et al. (2020) confirment que c'est également le cas en Wallonie. En Angleterre, une analyse sur six ans (2008-2014) a montré que douze espèces prioritaires sur dix-sept présentent une augmentation de leur abondance sur les fermes étudiées comprenant des MAEC, par rapport aux variations de populations dans le paysage agricole global (Walker et al., 2018). Sur ces douze espèces, huit montrent une réponse aux aménagements qui se maintient sur les six ans de l'étude, et quatre présentent des réponses temporaires. Ces dernières sont des espèces granivores dans des terres arables ou des paysages mixtes. Cependant, les réponses temporaires peuvent dans ce cas être reliées à des mauvaises conditions météorologiques en 2012 et 2013. Une seconde étude anglaise a quant à elle mis en évidence des effets positifs significatifs des MAEC qui approvisionnent les oiseaux en nourriture en hiver sur les taux de croissance de plusieurs populations granivores et sur trois échelles spatiales sur la période 2002-2010 (Baker et al., 2012). Cette même étude a montré que les aménagements en faveur de la saison de reproduction pouvaient influencer positivement et négativement les taux de croissance des populations d'oiseaux. En effet, un aménagement non ciblé voire mal conceptualisé pour sa zone d'installation, comme c'est le cas lors d'un manque de connaissance des réalités du terrain, peut aller jusqu'à nuire à la biodiversité (Uthes & Matzdorf, 2013). Aux Pays-Bas par exemple, Kleijn, Berendse, Smit, & Gilissen (2001) ont observé une préférence des populations d'oiseaux (Vanneau huppé (*Vanellus vanellus*), Huîtrier pie (*Haematopus ostralegus*), Chevalier gambette (*Tringa totanus*) et Barge à queue noire (*Limosa limosa*)) pour la recherche de nourriture dans des cultures conventionnelles, parce que la fauche tardive sur des prairies extensives demande aux agriculteurs de réduire les doses d'engrais et entraîne une diminution de l'offre en invertébrés du sol. En conséquence, ces prairies sont perçues comme des habitats de nidification de faible qualité. Autre exemple en France : Bro, Mayot, Corda, & Reitz (2004) ont montré que les bandes aménagées pour la faune en plaines intensives peuvent devenir des pièges écologiques pour la Perdrix grise

en concentrant des individus alors facilement accessibles pour les prédateurs, et ce spécialement en hiver.

Certaines études montrent qu'il est plus efficace d'un point de vue conservationniste de mettre des aménagements dans des zones intensives, mais d'autres présentent des résultats inverses, où l'efficacité est supérieure en zones extensives. Le fait que le paysage alentour soit peu attractif pour les oiseaux peut notamment les encourager à occuper les MAEC (Walker et al., 2018). Cependant, il est plus facile de maintenir la biodiversité là où les conditions de départ sont meilleures (Uthes & Matzdorf, 2013). A rappeler qu'à une échelle européenne, l'objectif est d'améliorer les habitats à l'échelle du paysage pour supporter les populations d'oiseaux sur tout le territoire. Dans ce contexte, il serait plus efficace de penser plus largement qu'à l'échelle de petits aménagements ciblés sur une exploitation. Néanmoins, toutes les échelles sont nécessaires. Des aménagements en suffisance à l'échelle du paysage permettant de maintenir un maillage écologique de qualité sont à coupler avec des mesures ciblées à une échelle locale pour augmenter la performance du plan de conservation de la biodiversité. Calvi, Campedelli, Tellini Florenzano, & Rossi (2018) ont mené une étude dans le nord de l'Italie, et n'ont pas observé de résultat positif significatif des aménagements sur les espèces d'oiseaux agricoles étudiées. Ils établissent donc que la réponse des oiseaux aux MAEC serait accentuée par des aménagements conçus spécifiquement pour les besoins des espèces prioritaires sur le plan de la conservation, comme cela a été expliqué pour le Bruant proyer.

4.4. Les aménagements agro-environnementaux du point de vue de la conservation de l'avifaune des plaines

De nombreux auteurs ont étudié la relation entre les abondances de certaines espèces ou guildes d'oiseaux et la composition des paysages agricoles. Cependant, ces études sont essentiellement menées à des échelles locales et sont donc peu transposables à d'autres situations géographiques. Les études à grande échelle sont plus rares, car plus difficiles à mettre en place, mais seraient de grand intérêt pour atteindre les objectifs de conservation. De plus, les abondances d'oiseaux dépendent d'un grand nombre de facteurs, souvent non pris en compte dans les designs expérimentaux, comme la qualité de l'habitat, la disponibilité en ressources et les différences de reproduction entre les espèces (Borges et al., 2017).

Le Roi, Delalieux, Bontemps, & Walot (2012) estiment que la diversité des aménagements agro-environnementaux installés augmente la qualité de l'habitat de la faune des plaines agricoles. Le

but des MAEC est en effet d'offrir à la fois une bonne ressource alimentaire en automne-hiver, via des graines, et en été, via des insectes et des graines, de fournir un couvert herbacé/arbustif adéquat pour la sélection des sites de nidification ainsi que de procurer des abris pour se protéger des mauvaises conditions météorologiques et des prédateurs (Le Roi et al., 2012). Les aménagements doivent être suffisamment fréquents pour ne pas constituer des pièges écologiques, lesquels attirent les populations proies à un seul endroit qui sera fortement exploité par des prédateurs. Un aménagement seul en zone intensive peut donc se révéler très efficace, mais ultérieurement nuire d'autant plus à la population de par ce phénomène. Il est également important de considérer leur attrait pour les oiseaux en toutes saisons, afin de leur fournir un soutien alimentaire et un habitat de qualité toute l'année. Ceci implique de déterminer plusieurs dates de semis et de fauche pour une même plaine agricole. Concernant la proportion de MAEC en plaine agricole favorable à la conservation de l'avifaune, la littérature anglophone recommande d'installer un hectare de cultures non récoltées pour 100 hectares, afin d'approvisionner les oiseaux en graines durant l'hiver (Le Roi et al., 2012). Les parcelles n'excédant pas huit hectares sont quant à elles indiquées pour garder une hétérogénéité dans le paysage et favoriser la faune des plaines en général (Le Roi et al., 2012). Pour inverser les tendances décroissantes des oiseaux des plaines agricoles, il est estimé qu'il faut au minimum 3 à 5% du territoire occupé par des MAEC (Le Roi et al., 2012). La contribution des MAEC en Région limoneuse est de moins de 1.5% de la SAU, un taux trop faible pour que les MAEC reconstituent vraiment le maillage écologique de la région (Derouaux & Paquet, 2018).

4.5. Biais du protocole

Le protocole comporte un certain nombre de biais, notamment en raison de son allègement et du décalage des relevés de terrain suite à la période de confinement imposée par la propagation de la Covid-19 (Annexe 2). La taille de l'échantillon a été réduite de plus de la moitié, étant donné que 128 observations ont pu être réalisées sur les 288 prévues. En conséquence, la validité statistique des résultats a diminué et les modèles ont été confrontés à des problèmes de surparamétrisation, le nombre de variables étant trop élevé pour le nombre d'observations. De plus, la météo n'a pas été idéale pendant les points d'écoute, ce qui a influencé la détection des individus. La pluie a pu être évitée mais des journées nuageuses et venteuses ont dû être tolérées. En effet les relevés ne pouvaient pas être reportés étant donné la très courte fenêtre de temps

possible une fois le terrain autorisé. Leur réalisation début juin a également pu entraîner un biais dans l'échantillonnage, puisque la période de nidification était plus avancée que prévu.

Indépendamment de ce contexte exceptionnel, les zones-projet et hors projet ne sont pas mélangées entre elles. En effet les zones-projet sont juxtaposées, ce qui n'est pas l'idéal du point de vue de la validité du design expérimental. Malgré le fait que les zones respectent une distance de 1000 mètres au minimum entre elles, il y a donc un risque d'autocorrélation spatiale. Pour aller plus loin, il aurait fallu réaliser un test de Moran sur les modèles afin de vérifier l'éventuelle significativité d'une autocorrélation spatiale. Si c'est le cas, il convient alors d'utiliser une régression autovariée afin de corriger les modèles (communication d'Alain Hambuckers). Cette régression consiste en la création d'une variable supplémentaire qui représente la corrélation entre chaque point et ses plus proches voisins. Cette variable est alors ajoutée au modèle concerné en tant que variable explicative de l'abondance d'individus de l'espèce considérée. Il n'a pas été possible de mieux répartir les zones d'étude, étant donné que Faune & Biotopes n'a qu'un périmètre de projet en Hesbaye, dont la taille ne permet pas un grand espacement de zones d'une taille suffisante. Si plusieurs projets avaient existé, les zones auraient été réparties entre ces projets afin d'avoir des contextes différents.

Dans un deuxième temps, les données de 2015 montrent que l'Alouette des champs et plus secondairement la Bergeronnette printanière sont, préalablement au lancement du projet Plaines de vie, présentes en plus grand nombre dans les zones hors-projet par rapport aux zones-projet (Radoux et al., 2019b). Il est possible que ce déséquilibre initial ait biaisé les données.

Ensuite, le type d'agriculture (biologique ou traditionnelle) n'a pas été pris en compte dans le jeu de données. Or, il aurait été intéressant de constater si la quantité d'intrants utilisée impacte de manière significative l'abondance d'oiseaux des plaines agricoles. Il est cependant possible que parmi les parcelles étudiées le nombre sous agriculture biologique n'ait pas été suffisant pour que cette variable puisse être prise en compte dans l'analyse.

Enfin, le projet Plaines de vie ayant été mené entre 2017 et 2019 et au vu du peu d'aménagements actuellement en place, il est possible que 2020 soit un peu tôt pour estimer l'impact des aménagements. Une nouvelle étude dans quelques années pourrait apporter de meilleurs résultats, de même qu'une analyse en saison hivernale pour cibler la période d'efficacité optimale des MAEC du projet.

4.6. Le point de vue des agriculteurs

Les réponses des agriculteurs obtenues via l'enquête sociale ont permis de dégager des tendances sur le point de vue d'un petit panel d'agriculteurs wallons. Tout d'abord, la plupart des agriculteurs se sentent impliqués dans la sauvegarde de la biodiversité, et tous les agriculteurs interrogés ont, même faiblement, connaissance du programme MAEC de Natagriwal. Les MAEC sont essentiellement vues comme une valorisation du paysage et de la biodiversité, mais également comme une source de revenus et pour une plus faible part comme des contraintes administratives et techniques qui découragent les agriculteurs à s'engager dans le programme. Les sondés ont majoritairement la sensation que les populations d'oiseaux sur ces aménagements sont d'abondance moyenne, et que la tendance sur ces dix dernières années est stable ou augmente. Une petite mais non négligeable proportion des agriculteurs ont cependant eu l'impression de voir les populations diminuer depuis 10 ans. D'après les observations des agriculteurs, les MAEC attirent surtout des rapaces. Trois des espèces modèles de l'étude – la Bergeronnette printanière, l'Alouette des champs et le Bruant jaune – ont également été observées par de nombreux sondés de Région limoneuse, donc proche de la zone d'étude. La majorité des sondés pensent que les MAEC sont utiles au maintien des populations d'oiseaux, et citent surtout la haie comme aménagement le plus accueillant. Dans une moindre mesure, les bandes aménagées, fleuries ou enherbées sont également vues comme des aménagements très accueillants pour les oiseaux des plaines agricoles. La haie est d'ailleurs l'un des aménagements les plus installés par les agriculteurs sondés engagés en MAEC, avec la bande aménagée et la tournière enherbée. Le fait que ces MAEC soient vues comme très accueillantes et soient fréquemment installées peut signifier que les agriculteurs cherchent à mettre en place les MAEC les plus favorables à la biodiversité. Les motivations d'intégration du programme sont en effet essentiellement les intérêts financiers et écologiques, presque à égalité. Mais cela peut aussi montrer que ces aménagements sont bien rémunérés ou peu contraignants par rapport à d'autres, et que les agriculteurs considèrent leurs aménagements comme les plus attrayants pour la faune étant donné qu'ils les connaissent mieux que les autres MAEC. La majorité des agriculteurs sont satisfaits des aménagements installés, mais peu en sont très satisfaits. De nombreuses personnes en sont déçues, par un cahier des charges trop strict et parfois illogique, et par la difficulté d'entretien et de maîtrise vis-à-vis des parcelles cultivées. Ce sont également les principales raisons pour lesquelles les agriculteurs sondés et non engagés en MAEC ne souhaitent pas installer d'aménagement dans les cinq années à venir. Plusieurs études ont montré que les agriculteurs peuvent être réticents à s'engager en raison de

leur âge, de problèmes financiers, du fait qu'ils n'aient pas de successeur pour l'exploitation et d'un scepticisme à l'idée de laisser une terre non cultivée, ce qui est parfois vu comme du gaspillage (Uthes & Matzdorf, 2013).

Globalement, la région et le type d'activité ont montré peu de lien avec les réponses des agriculteurs. Il a cependant pu être remarqué que les agriculteurs du Pays de Herve, représentés par trois personnes, se sentent peu impliqués dans la sauvegarde de la biodiversité et sont plutôt en désaccord avec le fait que les MAEC soient utiles au maintien des populations d'oiseaux. Les aménagements installés dans le Pays de Herve, région de prairies bocagères, sont surtout des prairies naturelles et de haute valeur biologique, qui sont plutôt vues comme intéressantes d'un point de vue botanique et entomologique, ainsi que des haies et des mares (communication d'Antoine Quirynen, Natagriwal).

Cette enquête a mis en évidence un facteur humain important dans le comportement des agriculteurs, celui du regard du grand public. Souvent vus comme irrespectueux de la terre et de la nature, les agriculteurs s'engagent parfois en MAEC pour tenter d'améliorer leur image. Il est cependant important de rappeler que certaines espèces d'oiseaux peuvent représenter une menace pour les exploitations agricoles, notamment les pigeons et corvidés qui souillent les étables et se nourrissent des graines (Bargain, Mechekour, Bignon, & Griffoul, 2020). Il n'est donc pas toujours aisé du point de vue de l'agriculteur d'accepter de laisser une terre cultivable non cultivée dans le but de favoriser l'avifaune.

Les sondés ont pu ajouter un commentaire à la fin de l'enquête pour exprimer leur opinion. Un agriculteur propose d'imposer aux exploitants l'installation de MAEC sur au moins 10% de leur surface agricole. Plusieurs agriculteurs pensent que le programme comporte trop d'interdits, que cela empêche les agriculteurs de se lancer dans des aménagements de peur de ne plus pouvoir en sortir (comme dans le cas des haies par exemple). Certains sont d'avis qu'il est tout à fait possible de mettre soi-même des choses en place, et qu'il n'est pas nécessaire de s'impliquer en MAEC pour se soucier de la nature. Certains auteurs déplorent en effet le manque de liberté des agriculteurs pour exprimer leur créativité, face à la liste de bonnes pratiques que représentent les MAEC (Uthes & Matzdorf, 2013). Cependant, le « sacrifice » d'une partie de terre cultivable est un manque à gagner qui, pour beaucoup d'agriculteurs, doit impérativement être compensé. Quelques personnes interrogées expriment leur mécontentement vis-à-vis de la responsabilité que le public attribue aux agriculteurs dans la perte de biodiversité, celle-ci étant également très impactée par l'augmentation des zones industrialisées. Un agriculteur estime que la perte de biodiversité peut être principalement attribuée au non-respect de l'éco-conditionnalité, de

nombreuses infractions pouvant être observées dans les plaines. Alors que certains voient les subsides MAEC comme une opportunité de compenser la perte de rendement à la non-utilisation d'une parcelle, d'autres les jugent très insuffisants par rapport à la maintenance des aménagements, et ne se sentent pas suffisamment accompagnés par le monde politique.

5. Conclusion

Les mesures agro-environnementales et climatiques demandent un apport financier très conséquent, c'est pourquoi il est indispensable de mener des études sur la réponse de la faune agricole quant à ces aménagements (Baker et al., 2012). Les MAEC doivent être attractives pour l'agriculteur, et donc peu compliquées à gérer et financièrement intéressantes, ainsi que pertinentes dans leur contexte d'installation (Laudelout et al., 2020). Un aménagement installé en lisière de forêt n'aurait par exemple beaucoup de sens si le but est d'agir en faveur d'espèces de milieux ouverts. La compensation financière doit être suffisante pour encourager l'agriculteur à l'implantation en zone très productive, tout en se méfiant des pièges écologiques, et étendre les MAEC pour maximiser leur présence à l'échelle des populations cibles. Jusque-là, la tendance décroissante des populations wallonnes d'oiseaux des plaines agricoles n'a pas pu être inversée par les MAEC. Peu de résultats ont été obtenus via cette étude, et ceux-ci montrent que le projet Plaines de vie n'apporte pas énormément de soutien à l'Alouette des champs, la Bergeronnette printanière et les Bruants proyer et jaune en période de nidification en 2020. Etant donné que les aménagements du projet ont surtout été pensés pour maximiser leur efficacité en hiver, il serait intéressant de reproduire le protocole à cette saison afin de mieux cerner les préférences des oiseaux vis-à-vis des aménagements à leur plus haut potentiel. Une analyse en été et en automne serait également complémentaire. De même, réaliser ce protocole sur un plus grand nombre d'espèces permettrait de cerner la réponse des oiseaux des plaines en général, ce qui serait intéressant pour comprendre l'impact global d'un même aménagement. Enfin, la répétition des points d'écoute de cette étude sur plusieurs années à venir permettrait d'identifier la tendance des populations d'oiseaux au sein du projet Plaines de vie, et ainsi de quantifier son soutien pour l'avifaune agricole de Hesbaye liégeoise.

Bibliographie

- Alouette des champs. (2007). Consulté 29 avril 2020, à l'adresse <http://www.oiseau-libre.net/Oiseaux/Especies/Alouette-des-champs.html>
- Ansary, F., Delescaille, L.-M., Goor, F., & Godin, M.-C. (s. d.). *Les milieux agricoles*.
- Audevard, A. (2013). Bruant proyer - *Emberiza calandra*. Consulté 28 avril 2020, à l'adresse <https://www.oiseaux.net/photos/aurelien.audevard/bruant.proyer.4.html#espece>
- Aves. (s. d.). Comment recenser le Bruant proyer? Consulté 24 février 2020, à l'adresse <https://www.aves.be/index.php?id=1642>
- Aves. (2014). *Le programme de Surveillance des Oiseaux Communs en Wallonie SOCWAL Notice à l'intention des collaborateurs - saison 2014*.
- Baker, D. J., Freeman, S. N., Grice, P. V., & Siriwardena, G. M. (2012). Landscape-scale responses of birds to agri-environment management: A test of the English Environmental Stewardship scheme. *Journal of Applied Ecology*, 49(4), 871-882. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2664.2012.02161.x>
- Bargain, V., Mechekour, F., Bignon, E., & Griffoul, B. (2020). Comment clouer le bec aux nuisibles. *Réussir Lait*, 343, 20-35.
- Barussaud, E. (2016). Les Indices Ponctuels d'Abondance (I.P.A) : intérêts et limites de la méthode. Consulté 21 février 2020, à l'adresse B.E.T. Eviter l'impact website: <https://bet-barussaud.fr/indices-ponctuels-dabondance-i-p-a-interets-limites-de-methode/>
- Bataille, B. (2009). *PARTIE 5 Fiches techniques relatives aux oiseaux des champs*.
- Bataille, B., Lievens, E., Paquet, J.-Y., & Jacob, J.-P. (2009). *Evaluation de la mesure agro-environnementale « Bande aménagée » sur l'avifaune des plaines*.
- Bataille, B., Walot, T., & Le Roi, A. (2008). *Les oiseaux des plaines de cultures* (AGRINATURE). Service public de Wallonie | Direction générale de l'Agriculture, des Ressources naturelles et de l'Environnement.
- Batáry, P., Dicks, L. V., Kleijn, D., & Sutherland, W. J. (2015). The role of agri-environment schemes in conservation and environmental management. *Conservation Biology*, 29(4), 1006-1016. <https://doi.org/10.1111/cobi.12536>
- Bayet, B. (2019). *Elaboration d'un réseau écologique local en adaptant une méthodologie mise au point par la Région wallonne et comparaison d'outils méthodologiques - Cas de la ville de Namur*. Université de Liège Gembloux Agro-Bio Tech.
- BdM. (2011). Le réseau écologique. Consulté 10 novembre 2019, à l'adresse <http://biodiversite.wallonie.be/fr/le-reseau-ecologique.includehtml?IDC=3650>
- Bedoret, H. (2019). *Agriculture. Ateliers de la biodiversité*. Namur: Natagriwal.
- Bellayachi, A., Cuvelier, C., Dejemeppe, J., Généreux, C., Maes, E., Marzo, G., ... Thiry, V. (2017). *Rapport sur l'état de l'environnement wallon 2017* (SPW, Éd.). DEMNA, DGO3, SPW.
- Bolker, B. (2020). *Getting started with the glmmTMB package*.
- Bolker, B. M. (2015). Linear Mixed and Generalized Linear Mixed Models. In *Ecological*

statistics: contemporary theory and applications.
<https://doi.org/10.1201/9781351165761-5>

- Bolker, B. M., Brooks, M. E., Clark, C. J., Geange, S. W., Poulsen, J. R., Stevens, M. H. H., & White, J. S. S. (2009). Generalized linear mixed models: a practical guide for ecology and evolution. *Trends in Ecology and Evolution*, 24(3), 127-135. <https://doi.org/10.1016/j.tree.2008.10.008>
- Borges, F., Glemnitz, M., Schultz, A., & Stachow, U. (2017). Assessing the habitat suitability of agricultural landscapes for characteristic breeding bird guilds using landscape metrics. *Environmental Monitoring & Assessment*, 189(4), 1-21.
- Bro, E., Mayot, P., Corda, E., & Reitz, F. (2004). Impact of habitat management on grey partridge populations: assessing wildlife cover using a multisite BACI experiment. *The journal of applied ecology*, Vol. 41, p. 846-857. <https://doi.org/10.1111/j.0021-8901.2004.00939.x>
- Burgess, M. D., Bright, J. A., Morris, A. J., Field, R. H., Grice, P. V., Cooke, A. I., & Peach, W. (2014). Influence of agri-environment scheme options on territory settlement by Yellowhammer (*Emberiza citrinella*) and Corn Bunting (*Emberiza calandra*). *Journal of Ornithology*, 156(1), 153-163. <https://doi.org/10.1007/s10336-014-1113-1>
- Calvi, G., Campedelli, T., Tellini Florenzano, G., & Rossi, P. (2018). Evaluating the benefits of agri-environment schemes on farmland bird communities through a common species monitoring programme. A case study in northern Italy. *Agricultural Systems*, 160, 60-69. <https://doi.org/10.1016/j.agsy.2017.09.002>
- Chamberlain, D. E., Fuller, R. J., Bunce, R. G. H., Duckworth, J. C., & Shrubbs, M. (2000). Changes in the abundance of farmland birds in relation to the timing of agricultural intensification in England and Wales. *Journal of Applied Ecology*, 37(5), 771-788. <https://doi.org/10.1046/j.1365-2664.2000.00548.x>
- Collin, D., & Le-Dantec, D. (2005). Bergeronnette printanière - *Motacilla flava*. Consulté 9 mars 2020, à l'adresse Oiseaux.net website: <https://www.oiseaux.net/oiseaux/bergeronnette.printaniere.html>
- Cornier, B. (2019). *Impact de la mise en place des parcelles ou des bandes aménagées dans la matrice agricole sur le choix du bruant proyer (Emberiza calandra)*. Université de Liège.
- Covone, L. (2017). *Mise en place d'un Réseau écologique intégrant le concept d'Infrastructure verte au sein d'un paysage anthropisé - Cas de la Commune de Fernelmont*. Université de Liège Gembloux Agro-Bio Tech.
- CPDT, Cawoy, V., & Istaz, D. (2019). *Atlas des Paysages de Wallonie La Vallée de la Meuse* (A. Fourmeaux, Éd.). Quériat, Stéphanie.
- Della Vedova, C. (2018a). Comparaisons multiples et ajustement des p-values avec le logiciel R. Consulté 27 juillet 2020, à l'adresse Statistiques et logiciel R website: <https://statistique-et-logiciel-r.com/comparaisons-multiples-et-ajustement-des-p-values-avec-le-logiciel-r/>
- Della Vedova, C. (2018b). Tutoriel : GLM sur données de comptage (régression de Poisson) avec R. Consulté 30 juillet 2020, à l'adresse Statistiques et logiciel R website: <https://statistique-et-logiciel-r.com/tutoriel-glm-sur-donnees-de-comptage-regression-de-poisson-avec-r/>

- Della Vedova, C. (2019). Introduction aux GLMM avec données de proportion. Consulté 12 juillet 2020, à l'adresse Statistiques et Logiciel R website: <https://statistique-et-logiciel-r.com/introduction-aux-glmm-avec-donnees-de-proportion/>
- Derouaux, A., & Paquet, J. (2018). L'évolution préoccupante des populations d'oiseaux nicheurs en Wallonie : 28 ans de surveillance de l'avifaune commune. *Aves*, 55(1), 1- 31.
- DGO3 (Éd.). (2015). *La faune des plaines agricoles Mieux la connaître pour la préserver* (SPW / Edit). Service public de Wallonie et DGO3.
- Donald, P. F., Green, R. E., & Heath, M. F. (2001). Agricultural intensification and the collapse of Europe's farmland bird populations. *The Royal Society*, 268, 25- 29. <https://doi.org/10.1098/rspb.2000.1325>
- Dufrêne, M. (s. d.). La structure écologique principale (SEP). Consulté 21 décembre 2019, à l'adresse <http://biodiversite.wallonie.be/fr/structure-ecologique-principale.html?IDC=2997>
- Dufrêne, M. (2004). *Réseau écologique - Structure écologique principale*.
- Dumoulin, R. (2011). Bruant jaune - *Emberiza citrinella*. Consulté 28 avril 2020, à l'adresse <https://www.oiseaux.net/photos/rene.dumoulin/bruant.jaune.14.html#espece>
- Fasol, M. (2011). Bergeronnette printanière - *Motacilla flava*. Consulté 28 avril 2020, à l'adresse <https://www.oiseaux.net/photos/marc.fasol/bergeronnette.printaniere.5.html#espece>
- Faune & Biotopes. (2019). *Identifier facilement la faune des plaines agricoles*. Asbl Faune & Biotopes.
- Fischer, M., & Rounsevell, M. (2018). *The regional assessment report on BIODIVERSITY AND ECOSYSTEM SERVICES FOR EUROPE AND CENTRAL ASIA* (Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services (IPBES), Éd.). <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.32932.58248>
- Fonderflick, J. (2006). *Suivi de la faune : méthodes de dénombrement des oiseaux* (N° 83).
- Franche, F. (2016). Aperçu du monde agricole belge: vers une augmentation de la productivité (infographies). Consulté 25 novembre 2019, à l'adresse https://www.rtbf.be/info/societe/detail_apercu-du-monde-agricole-belge-vers-une-augmentation-de-la-productivite-infographies?id=9358099
- Fuller, R. J., Gregory, R. D., Gibbons, D. W., Marchant, J. H., Wilson, J. D., Baillie, S. R., & Carter, N. (1995). Population Declines and Range Contractions Among Lowland Farmland Birds in Britain. *Conservation Biology*, 9(6), 1425- 1441.
- Gerd, H. (2019). *Plaine de vie : 2000 ha sinon rien !*
- Goulem, N. (2017). *Evaluation de l'efficacité des mesures agri-environnementales sur les populations d'oiseaux agricoles en Wallonie limoneuse*. Université catholique de Louvain.
- Hance, T., Demeter, S., Le Roi, A., Walot, T., Mahy, G., Rouxhet, S., ... Mulders, C. (2010). *Agriculture & biodiversité* (AGRINATURE). Service public de Wallonie | Direction générale de l'Agriculture, des Ressources naturelles et de l'Environnement.
- Hatna, E., & Bakker, M. M. (2011). Abandonment and Expansion of Arable Land in Europe.

- Ecosystems*, 14(5), 720- 731. <https://doi.org/10.1007/s10021-011-9441-y>
- Hervé, M. (2016). *Aide-mémoire de statistique appliquée à la biologie*.
- Histoire de la politique agricole commune. (2017). Consulté 23 février 2020, à l'adresse <https://www.touteurope.eu/actualite/histoire-de-la-politique-agricole-commune.html>
- Jacob, J.-P., Dehem, C., Burnel, A., Dambiermont, J.-L., Fasol, M., Kinet, T., ... Jean-Yves, P. (2010). *Atlas des oiseaux nicheurs de Wallonie 2001-2007*. Gembloux: Aves et Région Wallonne.
- Kleijn, D., Berendse, F., Smit, R., & Gilissen, N. (2001). Agri-environment schemes do not effectively protect biodiversity in Dutch agricultural landscapes. *Nature*, 413(6857), 723- 725. <https://doi.org/10.1038/35099540>
- Kuiper, M. W., Ottens, H. J., Cenin, L., Schaffers, A. P., van Ruijven, J., Koks, B. J., ... de Snoo, G. R. (2013). Field margins as foraging habitat for skylarks (*Alauda arvensis*) in the breeding season. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 170, 10- 15. <https://doi.org/10.1016/j.agee.2013.03.001>
- Laudelout, A., Paquet, J., Causse, F., Choppin, B., Lledo, A., Robert, V., & Walot, T. (2020). Sauvegarde d'une population de Bruant proyer *Emberiza calandra* à l'aide de mesures agro-environnementales et climatiques (MAEC) dans une zone d'agriculture intensive de Hesbaye. *Aves*, 57/1, 3- 25.
- Le Roi, A., Delalieux, A., Bontemps, P.-Y., & Walot, T. (2012). *Rencontre entre conseillers MAE, chasseurs et agriculteurs - Visite de trois territoires de chasse équipés de bandes aménagées (Racour, Perwez et Lonzée), le 8 mars 2012*.
- Lehane, S., Delalieux, A., & Cristofoli, S. (2019). *Rapport final du projet Plaines de vie*.
- Les oiseaux des champs. (2018). Consulté 7 avril 2020, à l'adresse Natagora website: <https://www.natagora.be/reconnect/oiseaux-des-champs>
- Liste rouge européenne des espèces menacées (2019.3). (2019). Consulté 29 juillet 2020, à l'adresse Inventaire National du Patrimoine naturel website: <https://inpn.mnhn.fr/espece/listerouge/EU>
- Maillard, J.-F., Suffran, Y., & Omnès, F. (2011). Machinisme agricole et faune sauvage. *Faune sauvage*, 291, 49- 54.
- Marques, D. (2010). Alouette des champs - *Alauda arvensis*. Consulté 28 avril 2020, à l'adresse <https://www.oiseaux.net/photos/dominique.marques/alouette.des.champs.1.html#espece>
- MEEDDAT, & MNHN. (s. d.). *Alouette des champs, Alauda arvensis (Linné, 1758)*.
- Microsoft Corporation. (2013). *Microsoft Excel*.
- Morales, M. B., Guerrero, I., Oñate, J. J., & Meléndez, L. (2012). Inter-specific association and habitat use in a farmland passerine assemblage. *Ecological Research*, 27(4), 691- 700. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.1007/s11284-012-0946-4>
- Natagriwal. (s. d.-a). En quelques mots. Consulté 7 décembre 2019, à l'adresse Natagriwal website: <https://www.natagriwal.be/fr/mesures-agro-environnementales/en-quelques->

mots

- Natagriwal. (s. d.-b). Le déclin de la biodiversité. Consulté 6 mars 2020, à l'adresse Natagriwal website: <https://www.natagriwal.be/fr/biodiversite-agriculture-forets/declin-biodiversite>
- Natagriwal. (s. d.-c). Liste des MAEC. Consulté 8 mars 2020, à l'adresse Natagriwal website: <https://www.natagriwal.be/fr/mesures-agro-environnementales/liste-des-mae/fiches>
- Ory, Th., Van Damme, P., Leruth, Y., Le Roi, A., & Walot, T. (2011). *Aménagements agro-environnementaux dédiés aux oiseaux des champs : Evaluation*.
- Ory, Thierry, Hermand, P., Walot, T., Derouaux, A., & Paquet, J.-Y. (2015). Le Déclin continu du Bruant proyer *Emberiza calandra* en Wallonie : constats et perspectives de conservation. *Aves*, 52/1, 29- 44.
- Paquet, J.-Y. (2012). La Surveillance des Oiseaux Communs nicheurs en Wallonie (SOCWAL). Consulté 10 août 2020, à l'adresse La biodiversité en Wallonie website: <http://biodiversite.wallonie.be/fr/socwal.html?IDC=3730>
- Pensis, Z. (2017). *Suivi avifaunistique du Bruant proyer et étude du réseau écologique dans la plaine agricole des vallées Burdinale-Mehaigne*. Haute Ecole Louvain en Hainaut.
- Perkins, A. J., Maggs, H. E., Watson, A., & Wilson, J. D. (2011). Adaptive management and targeting of agri-environment schemes does benefit biodiversity: a case study of the corn bunting *Emberiza calandra*. *Journal of Applied Ecology*, 48(3), 514- 522. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.1111/j.1365-2664.2011.01958.x>
- Poinsot, D. (2005). *R pour les statophobes*.
- QGIS.org. (2019). *Open Source Geospatial Foundation Project*.
- R core team. (2019). *R: A language and environment for statistical computing*. Vienna, Austria: R Foundation for Statistical Computing.
- Radoux, J., Coppée, T., Bourdouxhe, A., Dufrêne, M., & Defourny, P. (2019a). Lifewatch Ecotopes. Consulté 13 mars 2020, à l'adresse <http://maps.elie.ucl.ac.be/lifewatch/ecotopes.html>
- Radoux, J., Coppée, T., Bourdouxhe, A., Dufrêne, M., & Defourny, P. (2019b). Lifewatch Modèle d'habitat. Consulté 13 mars 2020, à l'adresse <http://maps.elie.ucl.ac.be/lifewatch/habitat.html?lang=fr&year=2015&species=Emberiza-citrinella>
- Raison, L. (2007). L'inventaire des oiseaux nicheurs par la méthode des points d'écoute dans les paysages agricoles. *Cahier des techniques de l'Inra*, (Numéro spécial), 79-86.
- Scharlemann, J. P. W., Balmford, A., & Green, R. E. (2005). The level of threat to restricted-range bird species can be predicted from mapped data on land use and human population. *Biological Conservation*, 123(3), 317-326. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2004.11.019>
- Simar, J. (s. d.). *Procédure d'évaluation de l'impact des parcs éoliens sur l'avifaune : étude préalable dans le cadre de la réalisation de l'Etude d'Incidence sur l'Environnement*.
- Surface agricole utile (SAU). (2019). Consulté 25 août 2020, à l'adresse Celagri website:

<http://www.celagri.be/surface-agricole-utile-sau/>

- Svensson, L., Mullarney, K., & Zetterström, D. (2016). *Le guide ornitho* (Delachaux).
- Taylor, P. D., Fahrig, L., Henein, K., & Merriam, G. (1993). Connectivity Is a Vital Element of Landscape Structure. *Oikos*, 68(3), 571-573. <https://doi.org/10.2307/3544927>
- Ustaoglu, E., & Collier, M. J. (2018). Farmland abandonment in Europe: An overview of drivers, consequences, and assessment of the sustainability implications. *Environmental Reviews*, 26(4), 396-416. <https://doi.org/10.1139/er-2018-0001>
- Uthes, S., & Matzdorf, B. (2013). Studies on Agri-environmental Measures: A Survey of the Literature. *Environmental Management*, 51(1), 251-266. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.1007/s00267-012-9959-6>
- Walker, L. K., Morris, A. J., Cristinacce, A., Dadam, D., Grice, P. V., & Peach, W. J. (2018). Effects of higher-tier agri-environment scheme on the abundance of priority farmland birds. *Animal Conservation*, 21(3), 183-192. <https://doi.org/10.1111/acv.12386>
- Walot, T. (2017). *Le bruant proyer dans les cultures - Mise au point écologique et relative aux actions agroenvironnementales à mener en Wallonie*.

Annexes

Annexe 1. Méthodes Agro-Environnementales et Climatiques (Natagriwal, s. d.-c).

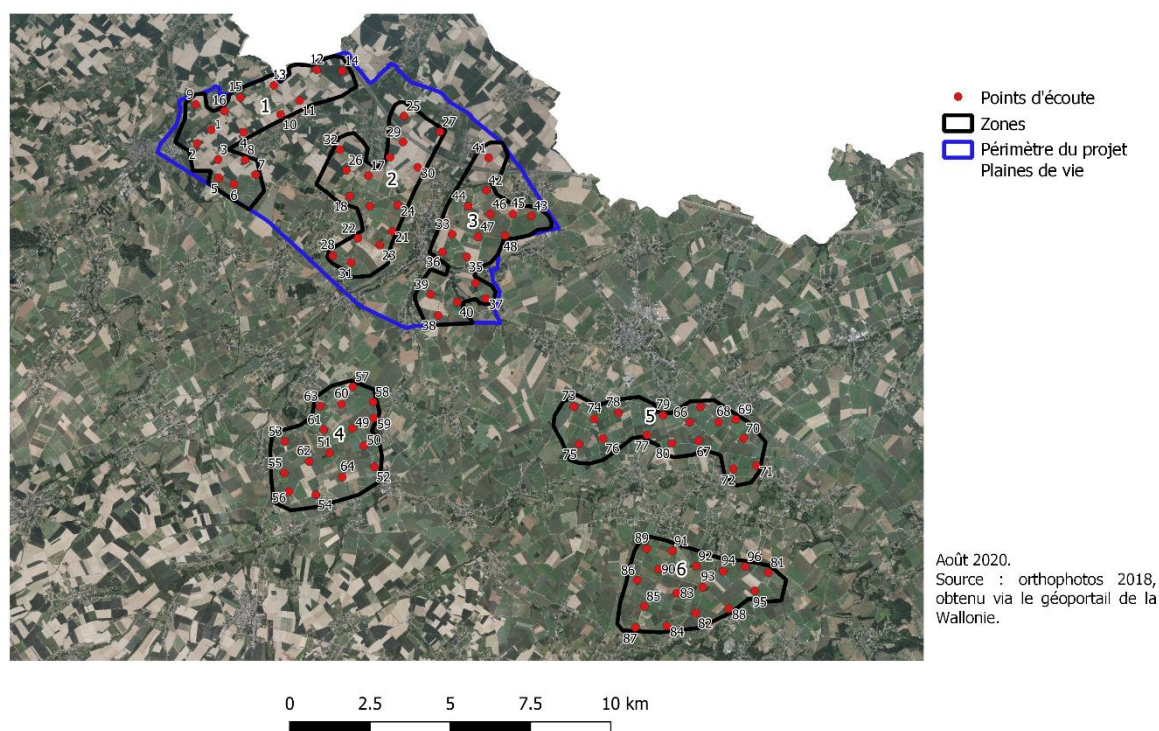
Axe	Mesure	Nom
Éléments du maillage écologique	Haies et alignements d'arbres – maintien et entretien de haies composées d'espèces feuillues indigènes. Permet de maintenir des éléments propres aux paysages ruraux, de favoriser la biodiversité, de limiter l'érosion et d'apporter de l'ombrage et un abri au bétail.	MB 1a
	Arbres, buissons, bosquets isolés et arbres fruitiers – maintien et entretien de ligneux d'essences feuillues indigènes. Permet de maintenir des éléments propres aux paysages ruraux et le patrimoine en arbres fruitiers, de favoriser la biodiversité et de limiter l'érosion.	MB 1b
	Mares – surface minimale de 25 m ² du 1 ^{er} novembre au 31 mars. Permet de préserver la biodiversité, de protéger les ressources en eau et de maintenir des éléments propres aux paysages ruraux.	MB 1c
Prairies	Prairie naturelle – prairie permanente gérée peu intensivement. Permet de préserver la biodiversité et de protéger les sols et les eaux souterraines et de surface.	MB 2
	Prairie inondable – réserve d'une surface de prairie temporairement inondable ou gorgée d'eau lors de forts événements pluvieux. Permet de protéger la qualité des eaux (interdiction d'intrants et de produits phytosanitaires) et de limiter le ruissellement et le débordement en aval du terrain.	MC 3
	Prairie de haute valeur biologique – complète la prairie naturelle, avec un cahier des charges renforcé. Permet de préserver la biodiversité et de protéger les sols et les eaux souterraines et de surface.	MC 4
Cultures	Tournière enherbée – maintien d'une bande enherbée en bordure d'une culture sous labour. Permet de préserver la biodiversité en renforçant le maillage écologique, de protéger les sols et les eaux souterraines et de surface.	MB 5
	Culture favorable à l'environnement – se décline en plusieurs variantes relatives à la composition végétale de la culture. Permet de diversifier les espèces végétales utilisées en culture et contribue à la protection des eaux souterraines et de surface et de la biodiversité.	MB 6
	Parcelle aménagée – parcelle dont la composition dépend de l'enjeu environnemental. Permet de favoriser la biodiversité,	MC 7

	de lutter contre l'érosion et de protéger les eaux souterraines et de surface.	
	Bande aménagée pour la faune – bande installée en culture sous labour, ensemencée d'un couvert favorable aux oiseaux des champs et/ou à la petite faune des plaines. Permet d'améliorer le maillage écologique en limitant l'érosion.	MC 8a
	Bande aménagée de lutte contre le ruissellement érosif – bande installée en culture sous labour, dans les coupures de pentes ou le thalweg ¹ . Permet de protéger les sols en réduisant le risque d'érosion, de renforcer le maillage écologique et d'améliorer la capacité d'accueil pour la faune sauvage.	MC 8b
	Bande aménagée à fleurs des prés – bande ensemencée de graminées et légumineuses, installée en bordure de culture sous labour. Permet de renforcer le maillage écologique et de favoriser la biodiversité, les insectes butineurs et les plantes à fleurs notamment.	MC 8c
	Bande aménagée à fleurs des champs – bande ensemencée de céréales et fleurs des champs, installée en bordure de culture sous labour. Permet de structurer le paysage agricole et de densifier le maillage écologique, ainsi que de favoriser la biodiversité, des fleurs des champs notamment.	MC 8d
Approche globale à l'échelle de l'exploitation	Autonomie fourragère – incitation des éleveurs à s'inscrire dans un système de production animale autonome basé sur les productions de la ferme en herbe et cultures fourragères. Permet de favoriser l'autonomie fourragère des éleveurs et de protéger la qualité de l'eau et la biodiversité, ainsi que de limiter la production de gaz à effet de serre.	MB 9
	Plan d'action agro-environnemental – approche environnementale à l'échelle de l'exploitation, diagnostic donnant lieu à des objectifs spécifiques. Permet de protéger la biodiversité et les ressources en eau, de limiter l'érosion des sols et de diminuer les émissions de gaz à effet de serre, ainsi que de favoriser l'autonomie fourragère et de maintenir les paysages ruraux.	MC 10
Animaux	Races locales menacées – conservation des races menacées de disparition en Wallonie. Permet de protéger la diversité du patrimoine agricole.	MB 11

¹ Ligne la plus basse de la parcelle qui collecte les écoulements (Natagriwal, s. d.-c).

Annexe 2. Parties du protocole expérimental prévues mais annulées suite au confinement.

Design expérimental initial de l'étude



Le protocole expérimental a été réduit en raison du confinement imposé par la pandémie de Covid-19, et de l'interdiction de terrain ayant eu lieu du 20 mars au 24 mai 2020 inclus. Le protocole prévoyait initialement trois paires de zones (figure ci-dessus). Les zones 3 et 6 n'ont pas pu être échantillonnées. De plus, il était prévu de réaliser trois passages et non deux sur chaque point d'écoute. Les zones 3 et 6 ont été choisies pour être exclues de l'analyse parce qu'il s'agit de la paire de zones la moins contrastée en MAEC, c'est-à-dire qu'elle contient la zone-hors projet la plus riche en MAEC. Etant donné le peu d'aménagements du projet Plaines de vie présents et avec un stade attractif, il a été jugé judicieux de sélectionner les zones conservées sur base de ce critère. L'échantillonnage était initialement prévu sur la période de mi-avril à fin mai, période à partir de laquelle toutes les espèces modèles peuvent être contactées (Faune & Biotopes, 2019). En effet la Bergeronnette printanière revient sur son lieu de nidification courant avril (Collin & Le-Dantec, 2005), l'Alouette des champs revient au plus tard en février-mars (Svensson et al., 2016) et le Bruant jaune est présent toute l'année (Faune & Biotopes, 2019), tout comme le Bruant proyer. Les mâles Bruant proyer commencent à chanter en avril, afin d'attirer les femelles pour la reproduction (Pensis, 2017). La Caille des blés est quant à elle présente de mai à septembre. Comme mentionné dans la partie 1.9, la Caille des blés n'a pas été contactée sur le terrain, mais

elle a fait partie de la conception du protocole. Afin d'avoir au moins deux possibilités de contact avec chaque espèce sur les trois répétitions de points d'écoute, il était donc estimé qu'il était nécessaire de réaliser deux répétitions sur le même point après le 20 avril pour correspondre aux calendriers du Bruant proyer et de la Bergeronnette printanière, et deux répétitions après le 1^{er} mai pour correspondre à celui de la Caille des blés. Il était donc prévu de visiter chaque point une fois en avril, puis de faire les deux autres visites sur le mois de mai.

LifeWatch Open e-Data for Biodiversity

2006 2015 Évolution

Choisir une espèce
Alouette des champs

Par © Rene Dumoulin

L'Alouette des champs, chanteur infatigable de nos campagnes, est très facile à détecter. Les densités signalées ici sont probablement proche des densités réelles. Cette espèce est liée à la fois aux grandes cultures, où on observe les meilleures densités, mais aussi aux ensembles très ouverts de prairies. C'est dans ces derniers

Mené par

maps.elie.ucl.ac.be/lifewatch/habitat.html?lang=fr&year=2015&species=Alauda-arvensis#

Annexe 4. Fiche terrain pour les points d'écoute.

FICHE DE TERRAIN : POINTS D'ÉCOUTE

Numéro du point d'écoute :	Numéro de la répétition :
Date : / / 2020	Heure de début du point : h
Météo :	

Espèce observée	Nombre (symboles terrain)	Nombre (chiffre)	Commentaires
Alouette des champs (A)			
Bergeronnette printanière (B)			
Bruant jaune (BJ)			
Bruant proyer (BP)			
Caille des blés (C)			

Si trop d'oiseaux en même temps, noter leur position par rapport à moi (au centre).

Annexe 5. Aperçu du jeu de données chargé dans RStudio.

	identifiant	PE	repetition	zone	paire	alouette	bergeronnette	bruant_jaune	bruant_proyer	oiseaux	densite_MAE	bande_amenagee	haie	mai
1	1	1	1	1	1	2	0	0	0	2	0.045195667	0.0000	0.0000	0.00
2	2	1	2	1	1	2	0	1	0	3	0.045195667	0.0000	0.0000	0.00
3	3	2	1	1	1	0	0	0	0	0	0.063290859	0.0000	12427.1311	0.00
4	4	2	2	1	1	2	0	0	0	2	0.063290859	0.0000	12427.1311	0.00
5	5	3	1	1	1	2	0	0	0	2	0.000000000	0.0000	0.0000	0.00
6	6	3	2	1	1	4	1	0	0	5	0.000000000	0.0000	0.0000	0.00
7	7	4	1	1	1	2	0	0	0	2	0.011050190	2169.6997	0.0000	0.00
8	8	4	2	1	1	2	0	0	0	2	0.011050190	2169.6997	0.0000	0.00
9	9	5	1	1	1	2	1	0	0	3	0.000000000	0.0000	0.0000	0.00
10	10	5	2	1	1	2	0	0	0	2	0.000000000	0.0000	0.0000	0.00
11	11	6	1	1	1	3	1	0	0	4	0.000000000	0.0000	0.0000	0.00
12	12	6	2	1	1	3	2	0	0	5	0.000000000	0.0000	0.0000	0.00
13	13	7	1	1	1	3	1	2	0	6	0.000000000	0.0000	0.0000	0.00
14	14	7	2	1	1	2	0	0	0	2	0.000000000	0.0000	0.0000	0.00
15	15	8	1	1	1	2	2	0	0	4	0.026588936	5220.7254	0.0000	0.00
16	16	8	2	1	1	4	2	0	0	6	0.026588936	5220.7254	0.0000	0.00
17	17	9	1	1	1	1	0	0	0	1	0.202195721	0.0000	38489.7642	0.00
18	18	9	2	1	1	0	0	0	0	0	0.202195721	0.0000	38489.7642	0.00
19	19	10	1	1	1	1	0	1	0	2	0.050618068	0.0000	0.0000	0.00



Enquête auprès d'agriculteurs-trices wallon(ne)s : Les oiseaux dans les aménagements agro-environnementaux des plaines agricoles

Cette enquête de quelques minutes destinée aux agriculteurs-trices servira à apporter une dimension sociale à mon mémoire de fin d'étude. Celui-ci porte sur la réponse de 5 espèces d'oiseaux des plaines à l'aménagement agro-environnemental en Hesbaye liégeoise (bruant proyer, bruant jaune, alouette des champs, bergeronnette printanière et caille des blés). L'enquête est anonyme et sera utilisée uniquement dans le cadre de mon mémoire, afin d'avoir un aperçu de l'opinion des agriculteurs-trices sur les aménagements agro-environnementaux et l'état des populations d'oiseaux en Wallonie.

Merci beaucoup pour votre temps !

Noémie Pierret, étudiante en conservation et gestion de biodiversité à l'Université de Liège.

Dans quelle région se situe votre exploitation agricole ?

Votre réponse

Quelles sont les activités et le type d'agriculture pratiqués dans votre exploitation agricole ? (poly- ou monoculture, élevage, agriculture biologique ou non, etc.)

Votre réponse

En tant qu'agriculteur-trice, vous sentez-vous impliqué(e) dans la sauvegarde de la biodiversité ?

Votre réponse _____

Êtes-vous familier(e) avec la notion de mesures agro-environnementales (MAE) encadrées par l'asbl Natagriwal ?

- ☐ Très bien
- ☐ Assez oui
- ☐ Pas trop
- ☐ Je ne connais pas du tout

Que représentent les MAE pour vous ?

Votre réponse _____

Que pensez-vous de l'abondance d'oiseaux en général sur les aménagements agro-environnementaux des plaines agricoles wallonnes ?

- ☐ Elle est plutôt forte
- ☐ Elle est plutôt moyenne
- ☐ Elle est plutôt faible
- ☐ Je n'ai pas d'avis

Que pensez-vous de la tendance de cette abondance par rapport à ces 10 dernières années ?

- ☐ Elle augmente
- ☐ Elle est stable
- ☐ Elle diminue
- ☐ Je n'ai pas d'avis

Avez-vous remarqué une espèce d'oiseau en particulier sur ces aménagements ?
Si oui laquelle ?

Votre réponse _____

Pensez-vous que les MAE sont utiles au maintien des populations d'oiseaux ?

	1	2	3	4	5	
Pas du tout	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Tout à fait

Quel est selon vous l'aménagement le plus accueillant pour les oiseaux ?
Pourquoi ?

Votre réponse _____

Questions concernant les agriculteurs-trices qui ont installé une/plusieurs MAE sur leur(s) parcelle(s).

Quel(s) aménagement(s) avez-vous installé ?

Votre réponse

Qu'est-ce qui vous a motivé(e) à les installer ?

Votre réponse

En êtes-vous satisfait(e) ?

Votre réponse

Souhaitez-vous en installer davantage par la suite ?

☐ Oui

☐ Non

Si non : qu'est-ce qui vous limite ?

Votre réponse

Questions concernant les agriculteurs-trices qui n'ont pas installé de MAE sur leur(s) parcelle(s).

Pensez-vous en installer dans les 5 années à venir ?

- ☐ Oui
- ☐ Non
- ☐ Je ne sais pas

Pour quelle(s) raison(s) ?

Votre réponse

En conclusion

Souhaitez-vous ajouter d'autres éléments à vos réponses pour exprimer votre opinion ?

Votre réponse

Envoyer



Enquête auprès des agriculteurs

Les oiseaux et les MAEC en Hesbaye liégeoise

En collaboration avec l'asbl Faune & Biotopes, Noémie Pierret, étudiante à l'Université de Liège, rédige un mémoire sur la réponse de 5 espèces d'oiseaux des plaines à l'aménagement agro-environnemental en Hesbaye liégeoise.

Pour ce faire, un questionnaire de quelques minutes à l'attention des agriculteurs et agricultrices de Wallonie a été mis en ligne. Il lui permettra de recueillir leur opinion sur les aménagements agro-environnementaux et l'état des populations d'oiseaux en Wallonie.

Le questionnaire est accessible via le lien suivant : <https://miniurl.be/r-30q6>.