

# Rapport Agrifaune

## RESULTATS DE LA CAMPAGNE 2022

*En partenariat avec la Fédération des Chasseurs de l'Allier*



FÉDÉRATION DES  
CHASSEURS  
de L'ALLIER

## Table des matières

|                                                                                                                                              |    |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Contexte de l'étude .....                                                                                                                    | 3  |
| Introduction.....                                                                                                                            | 4  |
| 1. Les bords de champs : des habitats semi-naturels importants au sein des écosystèmes agricoles.....                                        | 4  |
| 2. Etude de l'influence des bordures semées sur des enjeux agronomiques et de biodiversité....                                               | 5  |
| 3. Objectifs de l'étude .....                                                                                                                | 6  |
| Matériels et méthodes .....                                                                                                                  | 7  |
| 1. Présentation du site d'étude .....                                                                                                        | 7  |
| 2. Relevés floristiques et faunistiques.....                                                                                                 | 9  |
| 3. Analyses statistiques .....                                                                                                               | 10 |
| Résultats .....                                                                                                                              | 12 |
| 1. Caractérisation des communautés floristiques des bandes semées .....                                                                      | 12 |
| 2. Effets des bordures semées sur l'entomofaune : pollinisateurs et arthropodes rampants .....                                               | 15 |
| Discussion .....                                                                                                                             | 19 |
| 1. Effets sur la végétation de l'implantation de bordures semées : structure des communautés floristiques et régulation des adventices ..... | 19 |
| 2. Bordure semée et populations d'arthropodes : abondance en pollinisateurs et auxiliaires de cultures.....                                  | 20 |
| Conclusion .....                                                                                                                             | 22 |
| Bibliographie .....                                                                                                                          | 23 |

## Liste des figures

|                                                                                                                |    |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Figure 1 : Schéma d'un suivi floristique.....                                                                  | 9  |
| Figure 2 : Schéma du suivi des arthropodes rampants .....                                                      | 10 |
| Figure 3: AFC sur les quadrats regroupés selon leur position dans la bordure .....                             | 12 |
| Figure 4 : Relation entre la flore des bordures semées et celles retrouvée dans la parcelle (107 espèces)..... | 13 |
| Figure 5 : Recouvrement moyen des espèces dans les quadrats de la bordure intérieure .....                     | 14 |
| Figure 6 : Boxplots de l'abondance en groupes de pollinisateur selon le type de bordure .....                  | 15 |
| Figure 7 : ACP sur l'abondance en différents groupes de pollinisateur au sein des bordures semées              | 16 |
| Figure 8 : Répartition de grands groupes d'arthropodes au sein des deux types de bordure.....                  | 17 |
| Figure 9 : Abondances en certains groupes d'arthropodes selon le type de bordure.....                          | 17 |
| Figure 10 : Abondances en prédateurs (et fourmis) selon la localisation dans la bordure .....                  | 18 |
| Figure 11 : Représentation schématique des communautés végétales associées aux deux types de bordure.....      | 19 |

## Liste des tableaux

|                                                                                                |    |
|------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Tableau 1 : Mélanges de semences testés pour les saisons 2021 et 2022 .....                    | 7  |
| Tableau 2: Tests de Kruskal-Wallis sur les coordonnées de la première dimension de l'AFC ..... | 13 |
| Tableau 3 : Espèces indicatrices de chaque type de bordure .....                               | 14 |

## Liste des cartes

|                                                                |   |
|----------------------------------------------------------------|---|
| Carte 1 : Contexte agricole du département de l'Allier .....   | 8 |
| Carte 2 : Contexte écologique du département de l'Allier ..... | 8 |

## Contexte de l'étude

Aujourd'hui, dans les régions fortement agricoles, les habitats semi-naturels sont souvent réduits à des bandes entre les cultures, il peut alors s'agir de bandes enherbées ou de haies. S'intéresser à ces espaces interstitiels, et particulièrement à leurs interactions avec les cultures en place, permet une meilleure compréhension de la structuration des communautés floristiques et animales au sein de l'agroécosystème. Ainsi, l'intégration du patrimoine naturel au sein des écosystèmes agricoles, qui aujourd'hui représente un enjeu de plus en plus important, nécessite de prendre en compte ces éléments paysagers dans les systèmes culturels. La traduction de ceci passe par différentes politiques environnementales propres à chaque pays pour favoriser le maintien des infrastructures agro-écologiques telles que les bords de champs (Haaland et al., 2011).

En France, les politiques publiques agricoles ont, à partir des années 2000, essayé d'intégrer des enjeux environnementaux au développement du système agricole en soutenant par exemple des pratiques comme celles de l'agriculture biologique ou de l'agriculture de conservation (Deverre & Marie, 2014). Par exemple, la mise en place de ZNT (Zones Non Traitées) afin d'éviter la dérive des produits phytosanitaires, ou l'intégration des bordures de champs dans les SIE (Surfaces d'Intérêts Ecologiques) dans le cadre du « paiement vert » de la dernière PAC (2015-2022), a souvent impliqué la création de bord de champ au sein des exploitations. Les agriculteurs sont les premiers acteurs de la mise en place de ces politiques. Si bien que l'on observe depuis quelques années une dynamique des acteurs agricoles autour des enjeux de préservation de la biodiversité en milieu rural. Ceci peut se traduire par des partenariats avec d'autres acteurs du milieu rural, comme c'est le cas pour le programme Agrifaune mis en place en 2006. Ce programme est né d'un partenariat au niveau national entre les acteurs agricoles, représenté par l'APCA (Assemblée permanente des Chambres d'Agriculture) et la FNSEA (Fédération Nationale des Syndicats d'Exploitants Agricoles), et les acteurs du domaine cynégétique, représenté par la FNC (Fédération Nationale des Chasseurs) et anciennement ONCFS (Office National de la Chasse et de la Faune Sauvage) aujourd'hui intégré dans l'OFB (Office Français de la Biodiversité). Le programme travaille sur 5 thématiques principales, appelées Groupes Techniques, s'intéressant à la viticulture, le machinisme, les intercultures, les bords de champs et le pastoralisme. L'ambition du projet est de soutenir une agriculture productive et performante économiquement tout en favorisant la prise en compte de la faune sauvage. Le développement d'un tel projet se traduit par la réalisation d'expérimentations sur le terrain au sein même d'exploitations agricoles.

Ainsi, la coordination entre Symbiose Allier et la Fédération de chasse de l'Allier a permis, à partir de 2020 et pour une période de 3 ans, de développer le programme Agrifaune sur le département en s'intéressant tout particulièrement à la gestion des bords de champs en contexte céréalier. L'objectif est d'accompagner les agriculteurs dans l'analyse des pratiques liées aux bordures en mettant en place des expérimentations sur leurs parcelles. L'étude se focalise donc sur l'influence de mélanges d'espèces végétales semés dans les bordures sur la dissémination des adventices dans la culture, et la biodiversité.

## Introduction

### 1. Les bords de champs : des habitats semi-naturels importants au sein des écosystèmes agricoles

#### 1.1. Structuration des communautés floristiques des espaces agricoles

Dans les espaces agricoles, les communautés floristiques sont primordiales dans la structuration des autres communautés faunistiques de l'écosystème en procurant des ressources et des habitats propices à leur conservation (Fried et al., 2009). Cependant, certaines espèces peuvent devenir prioritaires dans la conduite d'exploitation agricole en représentant un risque fort de concurrence avec les cultures mises en place, provoquant des pertes de rendements (Bastiaans et al., 2000; Storkey, 2006). Ces espèces potentiellement problématiques sont couramment appelées adventices. On retrouve par exemple de nombreuses espèces dites rudérales comme *Galium aparine*, *Ambrosia artemisiifolia*, *Lolium perenne*, *Bromus sterilis*... Ainsi, afin de mieux comprendre la dissémination de ces espèces et ainsi contrôler leur impact sur les cultures, l'étude de la structuration des communautés floristiques dans les paysages agricoles est devenue primordiale. L'un des premiers à étudier cet écosystème agricole est Marshall (1989), qui montre que les communautés floristiques des milieux agricoles se regroupent selon 4 grands patterns de distribution :

- Les espèces n'occupant que la bordure du champ
- Les espèces limitées majoritairement au cœur du champ
- Les espèces occupant les bordures du champ et se dispersant vers le centre du champ
- Les espèces présentent en bordure et ayant une forte densité dans la marge intérieure du champ (jusqu'à 10 mètres de la bordure) mais pas au-delà

Différentes plantes utilisent donc comme habitat les bordures de champ et le champ lui-même, en impliquant une relation forte entre ces deux entités paysagères. La bordure représente un refuge pour de nombreuses espèces floristiques (Cordeau et al., 2012). Cependant, comme vue précédemment, selon les espèces présentes, la bordure peut être vue comme un réservoir à adventices par les agriculteurs (Cordeau et al., 2012). Ainsi, le cortège d'espèces trouvé dans un bord de champ peut être différent d'une bordure à l'autre selon des facteurs locaux (gestion...) et paysagers (présence de haies...) (Baudry et al., 1998). Par exemple, certaines bordures présentent des communautés forestières, alors que d'autres accueillent des communautés rudérales souvent plus problématiques car elles abritent plus d'espèces adventices.

#### 1.2. Gestion des bords de champs

Ainsi, la structuration des communautés floristiques au sein de l'agroécosystème est complexe et les bordures de champ représentent des habitats importants pour toute une partie d'espèces. Néanmoins, ces bordures ne sont pas homogènes en termes de structure et présentent une diversité de composition floristique, ce qui peut rendre compliqué la compréhension du fonctionnement écologique de ces espaces. En ce sens, la mise en œuvre d'outil simple, pouvant servir de clé de compréhension sur l'état des bordures au sein d'une exploitation, est importante pour préciser les modes de gestion. Par exemple, l'outil ECOBORDURE s'attache à créer un indicateur de l'état de la bordure en s'appuyant sur une liste de 31 plantes indicatrices simples à identifier (Lanoë et al., 2015). Les espèces sont classées selon leur affinité à trois grands groupes (forestière, prairiale, adventice), la présence ou non de ces espèces permettant d'évaluer l'état agroécologique de la bordure (forestière,

prairiale, adventice). Cet outil permet avant tout d'informer l'agriculteur de l'effet de ces pratiques, ainsi que sur les services environnementaux procurer par les bords de champs au sein de son exploitation (Lanoë et al., 2015). Ce diagnostic dressé, une évolution des pratiques peut être envisagée selon les objectifs souhaités :

- Contrôle des adventices
- Favoriser la lutte biologique en attirant des auxiliaires de cultures
- Favoriser la pollinisation

Ainsi, différentes expérimentations sur la gestion des bords de champs ont pu être testées, parmi elles la mise en place de bordures semées apparaît comme un moyen accessible d'atteindre ces objectifs. Différents mélanges de semences existent, certains essayent de se rapprocher des communautés prairiales naturelles en mélangeant graminées et dicotylédones typiques des prairies, alors que d'autres mélanges se composent exclusivement de plantes à fleurs ou de graminées. On peut aussi trouver des mélanges mellifères se concentrant sur des espèces riches en nectar et en pollen (Haaland et al., 2011). Une fois les bordures semées et le couvert mis en place, elles sont entretenues par broyage au minimum une fois par an (Cordeau et al., 2012).

## 2. Etude de l'influence des bordures semées sur des enjeux agronomiques et de biodiversité

### 2.1. Effet sur la richesse floristique et la dispersion des adventices

Les bordures semées ont une grande influence sur la structure de la flore dans la bordure elle-même et la bordure intérieure des champs représentés par les dix premiers mètres dans la culture. Néanmoins, son effet est moindre sur la flore présente dans le cœur du champ (Cordeau et al., 2012). Au niveau des adventices, la bordure semée n'offre pas un habitat favorable à ces espèces qui souffrent d'une compétition accrue avec d'autres espèces (Cordeau et al., 2012). De plus, une expérimentation sur plusieurs mélanges menée dans la Beauce en plaine céréalière semble montrer que plus le mélange contient d'espèces plus la régulation des adventices est efficace (Chevalier et al., 2018). La bordure semée agit comme un filtre sur la flore sauvage en favorisant des espèces compétitrices et en bloquant les espèces rudérales majoritairement adventices des cultures. Cependant, on observe des différences de richesse floristique selon le type de bordures semées. Les mélanges avec une association de graminées et de dicotylédones favorisent une plus grande richesse spécifique de la flore que des mélanges exclusivement composés de graminées (Chevalier et al., 2018; Cordeau et al., 2012). Le suivi sur 4 ans des couverts implantés dans la Beauce va dans ce sens : plus le ratio graminées, dicotylédones se rapproche de l'équilibre (50/50), plus la diversité floristique d'espèces spontanées est grande (Chevalier et al., 2018). Cette augmentation de richesse spécifique est expliquée par la mise en place d'une communauté floristique prairiale au sein de la bordure les années qui suivent. Le choix des espèces dans la composition du mélange est donc un facteur déterminant dans la restauration du fonctionnement écologique de la bordure.

### 2.2. Effet sur l'entomofaune

En milieu agricole, l'entomofaune joue un rôle primordial en apportant des services environnementaux tels que la pollinisation (Pywell et al., 2011), la lutte biologique (Pollier, 2016; Rouabah, 2018), ainsi qu'une ressource vitale à l'avifaune (Vickery et al., 2009). Les études de l'influence des bordures semées se focalisent particulièrement sur deux grands groupes d'arthropodes

qui sont les pollinisateurs et les prédateurs d'insectes ravageurs. On peut retrouver de nombreuses familles d'insectes comme des hyménoptères (abeilles, bourdons...), diptères (syrphes), lépidoptères, et coléoptères. L'étude de ces groupes permet donc de mesurer qualitativement les services environnementaux fournis par la bordure.

Les bordures semées ont un effet positif quant à l'abondance d'insectes par rapport aux bordures spontanées. Les mélanges composés exclusivement de fleurs semblent plus efficaces que ceux composés de graminées pour les pollinisateurs tels que les abeilles, bourdons et syrphes (Haaland et al., 2011). Les auxiliaires de cultures sont aussi plus abondants et divers lorsque des bandes fleuries sont semées (Pollier, 2016). Il semble donc que la lutte biologique soit favorisée par les bandes fleuries qui offrent un refuge aux prédateurs des ravageurs. Néanmoins, la bande semée n'éradique pas la présence de ravageurs mais limite leur action en la maintenant sous le seuil de nuisibilité (Morel & Brun, 2019). On a donc bien un effet positif des bandes semées sur l'abondance et la richesse en arthropodes, qui trouvent un habitat plus favorable au sein des bordures. Les bordures fleuries semblent aussi plus bénéfiques pour les insectes, et particulièrement pour les pollinisateurs.

### 3. Objectifs de l'étude

Pour la première année du programme Agrifaune, un stage avait été mis en place durant le printemps-été 2021. L'étude s'était concentrée sur l'influence des bordures semées issues d'un mélange à base de 8 dicotylédones dont 5 sont annuelles. Au niveau de la diversité floristique et entomologique (pollinisateurs, arthropodes rampants), les résultats tendaient à montrer que l'établissement d'une bordure semée permettait un meilleur contrôle des adventices, et une plus grande abondance en arthropodes en lien avec une plus grande diversité floristique. Pour la deuxième année, l'étude s'est orientée sur une amélioration du mélange de semences en y intégrant plus d'espèces et en augmentant la proportion de plantes vivaces. Ainsi, un mélange constitué de 15 espèces a été choisi, dont 9 sont vivaces. Le mélange étant constitué de plantes pluriannuelles, il serait intéressant de suivre son implantation les années suivantes et voir l'évolution de la diversité floristique et entomologique.

Les objectifs restent les mêmes que l'année précédente, le test de ce nouveau mélange venant compléter l'analyse soutenue par la problématique suivante :

**Les bords de champs semés peuvent-ils favoriser la restauration écologique des bordures tout en répondant à des attentes agronomiques, environnementales et cynégétiques ?**

- Evaluer l'effet d'une bordure semée sur la diversité floristique et en particulier sur la présence d'adventices à la fois au sein de la bordure extérieure et intérieure
- Evaluer l'effet de cette même bordure sur la diversité des arthropodes et en particulier sur les pollinisateurs et les prédateurs des ravageurs

## Matériels et méthodes

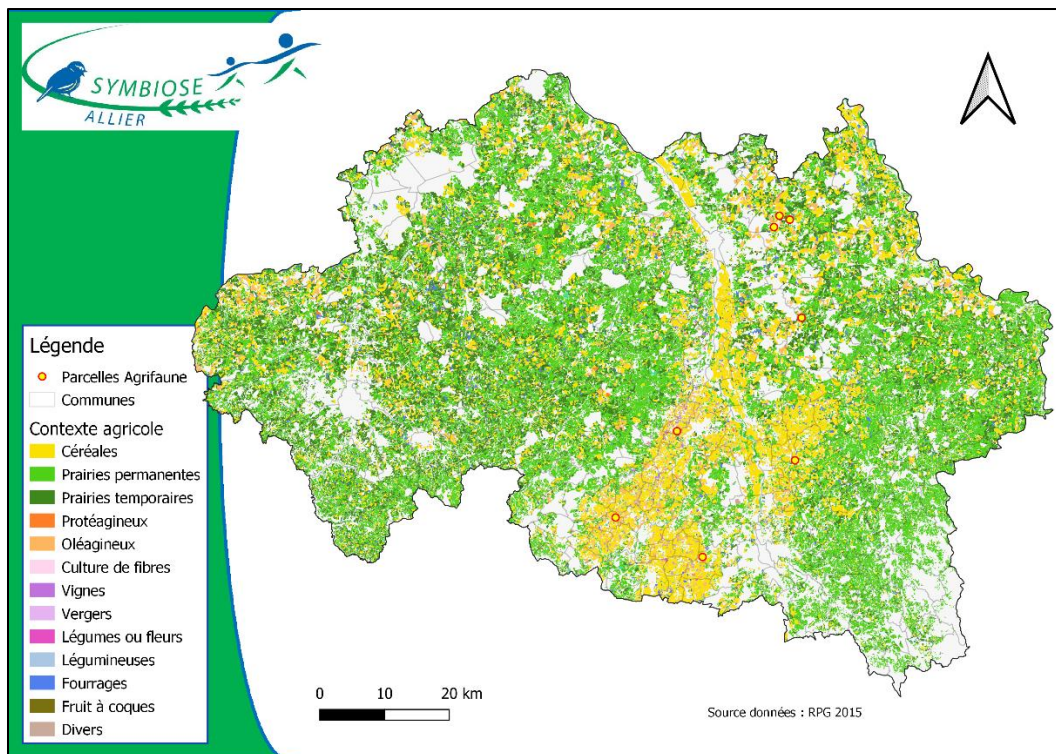
### 1. Présentation du site d'étude

Les parcelles étudiées restent celles de l'année dernière à l'exception d'une parcelle qui est rejetée pour des raisons organisationnelles. On a donc un total de 8 parcelles, cultivées en céréales, chez 6 agriculteurs. A chaque parcelle est attribuée une bordure semée et une bordure spontanée. Les bordures ont été sélectionnées afin d'avoir une largeur de 5m minimum et une longueur de 100m minimum. La moitié des parcelles a été semée fin avril avec le mélange sélectionné (Tableau 1). L'autre moitié n'a pas été semée pour que la régénération du mélange de 2021 puisse être étudiée.

Tableau 1 : Mélanges de semences testés pour les saisons 2021 et 2022

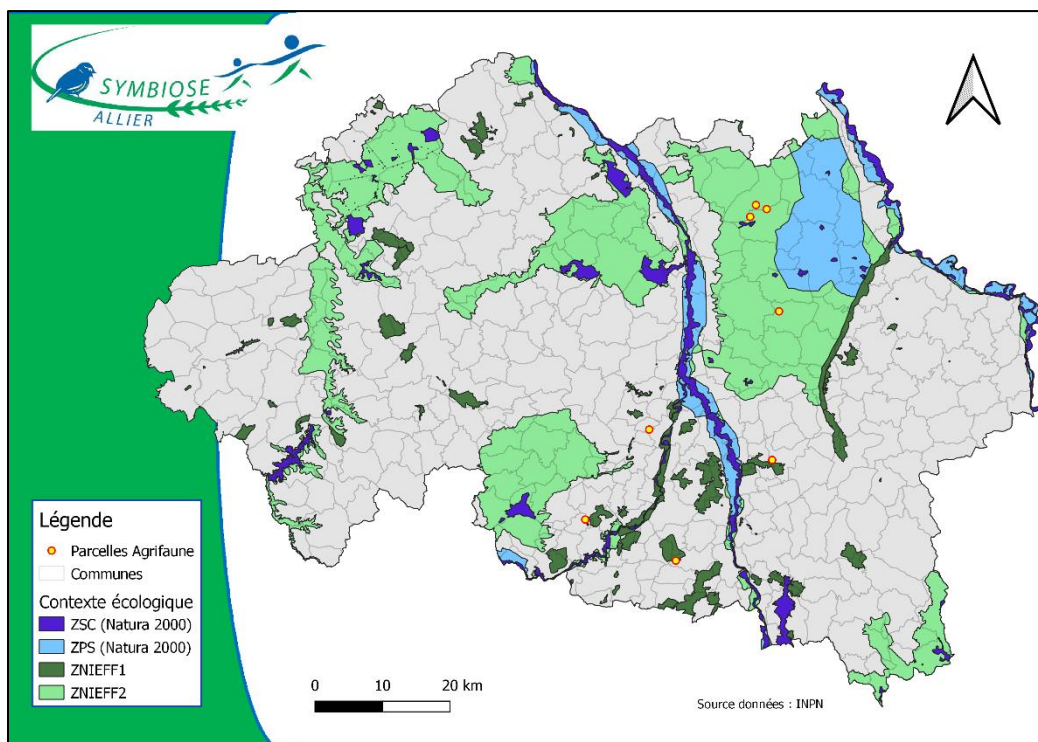
| Nom commun            | Nom scientifique       | Cycle de vie        | 2021 | 2022 |
|-----------------------|------------------------|---------------------|------|------|
| Trèfle blanc          | Trifolium repens       | vivace              | X    | X    |
| Phacélie              | Phacelia tanacetifolia | annuelle-biannuelle | X    | X    |
| Trèfle de perse       | Trifolium resupinatum  | annuelle-biannuelle | X    | X    |
| Trèfle incarnat       | Trifolium incarnatum   | annuelle-biannuelle | X    | X    |
| Sainfoin              | Onobrychis vicifolia   | vivace              | X    | X    |
| Sarrasin              | Fagopyrum esculentum   | annuelle-biannuelle | X    | X    |
| Mélilot               | Melilotus sp.          | annuelle-biannuelle | X    | X    |
| Lotier                | Lotus corniculatus     | vivace              | X    | X    |
| Achillée millefeuille | Achillea millefolium   | vivace              |      | X    |
| Centauree jaccée      | Centaurea jacea        | vivace              |      | X    |
| Millepertuis          | Hypericum perforatum   | vivace              |      | X    |
| Sauge des prés        | Salvia pratensis       | vivace              |      | X    |
| Mauve des bois        | Malva sylvestris       | annuelle-biannuelle |      | X    |
| Plantain lancéolé     | Plantago lanceolata    | vivace              |      | X    |
| Pâquerette            | Bellis perennis        | vivace              |      | X    |

Les exploitations sélectionnées sont comprises dans le sud et l'est de l'Allier regroupant deux régions naturelles : la Limagne bourbonnaise et la Sologne bourbonnaise. Ces deux régions ont connues une intensification des pratiques agricoles ces 15 dernières années, instaurant un agrandissement des parcelles et une suppression progressive du bocage. Néanmoins, elles présentent des différences en termes de structures paysagères. La Limagne se caractérise par des grandes plaines agricoles dominées par des cultures céréalières, tandis que la Sologne se caractérise par un réseau bocager discontinu et est ponctuée de nombreux étangs en fond de vallon (Conservatoire Botanique National du Massif-Central). Ces deux entités paysagères se distinguent donc par leur occupation du sol : la Limagne présente une certaine homogénéité en étant constituée de grandes parcelles agricoles, tandis que la Sologne est plus hétérogène en se découpant entre espaces agricoles et espaces semi-naturels (étangs, massifs forestiers). Ainsi, au sein du projet Agrifaune, 4 exploitations sont comprises dans les plaines céréalières de la Limagne bourbonnaise au sud du département, et 4 autres exploitations au nord-est dans la Sologne bourbonnaise plus hétérogènes en termes de cultures (Carte 1).



Carte 1 : Contexte agricole du département de l'Allier

Au niveau écologique, les exploitations choisies sont comprises au sein de zonages environnementaux. Les 4 parcelles au nord-est sont intégrées au sein de la ZNIEFF2 Sologne bourbonnaise. Quant aux 4 parcelles au sud, elles sont proches de ZNIEFF1 (Carte 2). De plus, l'ensemble des parcelles sont à proximité du Val d'Allier reconnu pour être un point de passage important pour de nombreux oiseaux migrateurs (deuxième réserve ornithologique française).



Carte 2 : Contexte écologique du département de l'Allier

Les parcelles choisies sont comprises dans des espaces agricoles dynamiques présentant donc de forts enjeux agronomiques. De plus, ces parcelles évoluent dans un contexte écologique important au niveau du département en s'intégrant au sein d'espaces naturels à enjeux. Les exploitations sélectionnées combinent donc à la fois des enjeux agronomiques et environnementaux, répondant d'autant plus aux objectifs globaux soutenus par le programme Agrifaune : « Le développement de pratiques agricoles qui concilient économie, agronomie, environnement et faune sauvage » (Programme Agrifaune).

## 2. Relevés floristiques et faunistiques

### 2.1. Suivi floristique

Le suivi se fixe sur le même protocole que l'année précédente afin d'avoir une comparaison possible des données obtenues avec celles de l'année précédente. L'inventaire floristique est effectué à l'aide de quadrats de 1m<sup>2</sup>, le recouvrement de chaque espèce est mentionné selon l'échelle de Braun-Blanquet. La flore est suivie sur les bordures extérieures semées et spontanées, ainsi que dans la bordure intérieure afin d'évaluer l'influence de la bande sur la dissémination des adventices. Dans la bordure extérieure, 3 quadrats sont disposés dans la longueur, et à une distance de 5 mètres et 20 mètres dans la bordure intérieure (Figure 1). L'inventaire dans la bordure intérieure permet d'évaluer la dissémination des adventices dans la culture. Le suivi est effectué à partir de juin afin d'avoir une végétation développée dans les bordures.

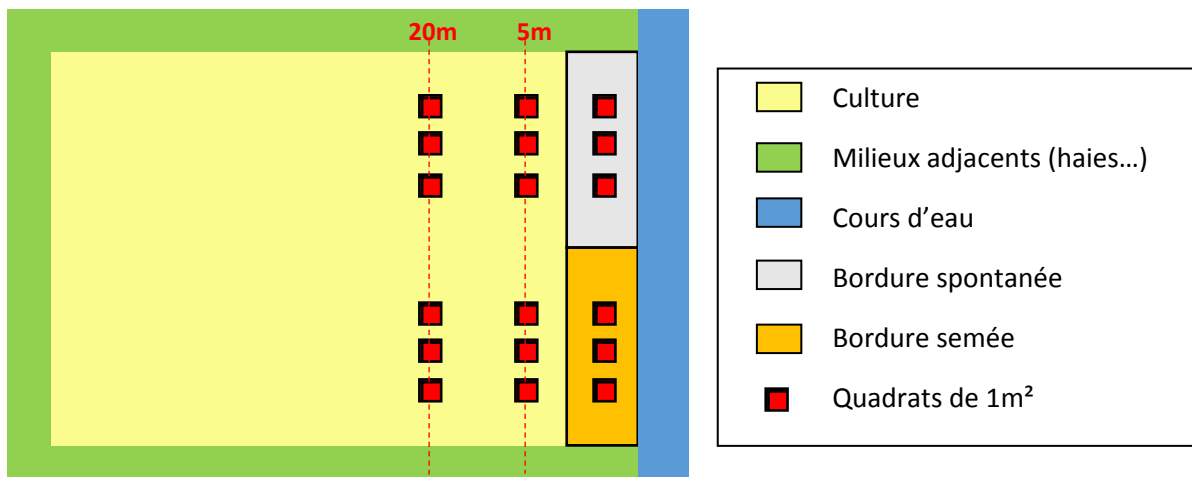


Figure 1 : Schéma d'un suivi floristique

### 2.2. Suivi des arthropodes

De même, le protocole reste le même que l'année précédente par souci d'homogénéité des données. L'inventaire est réalisé à l'aide de pots barber disposés au nombre de 2 le long de la bordure avec un espacement de 20m. Des pots sont aussi placés à 5 mètres et 20 mètres dans la bordure intérieure (Figure 2). Chaque mois d'avril à août, les pots sont relevés une semaine après la pose. L'identification se contente d'aller à l'ordre ou à la famille : Arachnides, Myriapodes, Fourmis, Carabidés petits (inférieur à 1 cm) moyens (entre 1 et 2 cm) et grands (supérieur à 2 cm), Staphylins, Hémiptères et une catégorie autres. Ces ordres ont été choisis car ils regroupent les principaux auxiliaires et ravageurs des cultures.

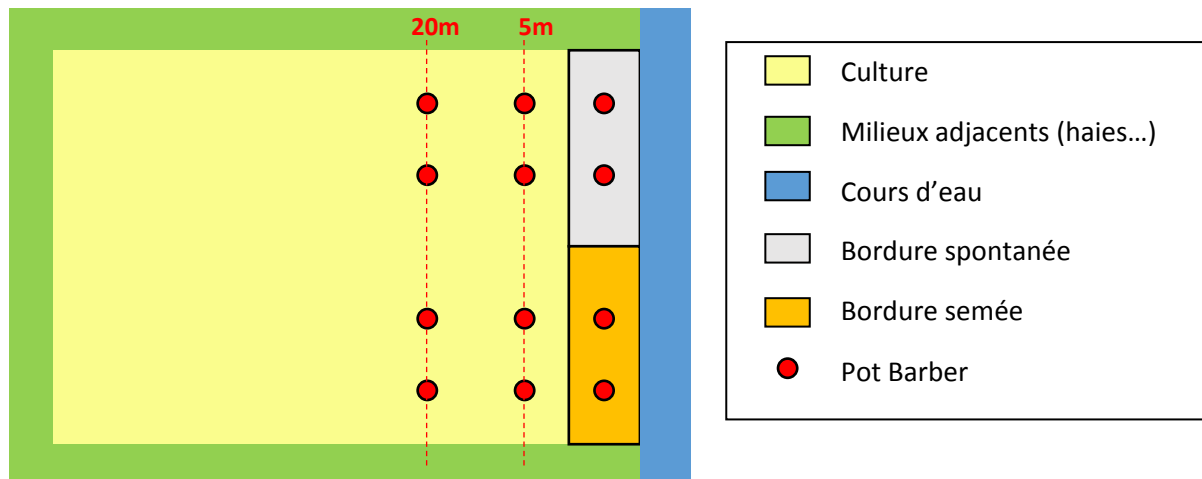


Figure 2 : Schéma du suivi des arthropodes rampants

Pour les pollinisateurs, l'inventaire se fait le long de transect au sein de la bordure en identifiant à vue selon l'ordre durant 5 minutes par bordure. Les papillons sont identifiés à l'espèce ou par grands groupes d'espèces pour les azurés, cuivrés et papillons diurnes (non rhopalocères). De plus, les insectes volants auxiliaires des cultures, telles que les coccinelles et certaines guêpes, sont aussi inventoriés. Ainsi, l'identification se focalise sur les insectes suivants : papillons, abeilles, syrphes, guêpes, cantharides et une catégorie « autres ». L'inventaire se fait une fois par mois de mai à juillet.

### 3. Analyses statistiques

Afin de décrire au mieux les communautés floristiques et entomologiques des bords de champs différentes Analyses Factorielles des Correspondances (AFC) sont réalisées. Ce type d'analyse permet de mettre en avant la structure des communautés étudiées en plaçant graphiquement les relevés selon leur composition spécifique. L'intérêt est de représenter graphiquement l'information présente dans le tableau de relevé et ainsi d'avoir une première idée des espèces indicatrices, des facteurs jouant sur la présence, l'abondance de certaines espèces. Cette première analyse exploratoire est complétée par la réalisation de tests statistiques de Wilcoxon (comparaison de moyennes), afin d'établir la significativité des différences observées. **Les analyses se concentrent sur la comparaison entre les bandes semées et spontanées afin d'évaluer l'influence de ces premières sur les différentes communautés animales et végétales.**

L'analyse **floristique** est complétée par l'étude **d'indices de diversité** et de **recouvrement** en s'intéressant à l'évolution de ces indices dans les **différentes parties de la bande : bordure extérieure / bordure intérieure (5 mètres et 15 mètres)**. Ces analyses permettront de mieux appréhender la dissémination des espèces dans les cultures et ainsi évaluer le risque agronomique des différents types de bandes.

L'analyse des **arthropodes rampants** se concentre sur l'étude de l'**abondance par grands groupes se limitant soit à l'ordre ou à la famille**. Comme l'analyse floristique, l'étude détaille **l'évolution de l'abondance dans les différentes parties de la bande : bordure extérieure et intérieure (5m et 15m)**. Ces analyses permettront de mieux comprendre la structure des populations d'arthropodes au sein de la culture et donc de mieux appréhender les potentiels services écosystémiques rendus (lutte biologique).

L'analyse des **pollinisateurs** se concentre aussi sur **l'abondance par grands groupes d'insectes allant de l'ordre ou la famille**. Néanmoins, l'étude ne s'intéresse qu'à la bande dans sa globalité et non en détaillant les différentes parties qui la composent (bordures extérieures et intérieures). En effet, de par le caractère très mobile des pollinisateurs, il apparaît peu judicieux de détailler la position de l'insecte dans la bande.

La création des bases de données, à partir des relevées de terrain, est réalisée avec Excel. Toutes les analyses ont été effectuées sous R. Le package *FactoMineR* (Lê et al., 2008) est utilisé pour la réalisation des différentes AFC.

## Résultats

### Abréviations :

SE = Bordure semée

SP = Bordure spontanée

SE1I : 5m dans la parcelle depuis la bordure semée

SE2I : 20m dans la parcelle depuis la bordure semée

Bordure intérieure semée

SP1I : 5m dans la parcelle depuis la bordure spontanée

SP2I : 20m dans la parcelle depuis la bordure spontanée

Bordure intérieure spontanée

## 1. Caractérisation des communautés floristiques des bandes semées

### 1.1. Structure des communautés floristiques selon le type de bordure

Un total de 107 espèces a été retrouvé sur l'ensemble des parcelles. Afin de caractériser les communautés d'espèces présentes dans les bordures semées et spontanées, une Analyse Factorielle des Correspondances a été réalisée. Une AFC permet de représenter graphiquement les relations entre les lignes et les colonnes d'un tableau de contingence, dans notre cas entre les quadrats et les espèces qui les composent. Ainsi, l'AFC permet de visualiser les similarités et les différences de composition en espèces des différents quadrats. Dans la Figure 3, les quadrats sont regroupés selon leur position dans la bordure.

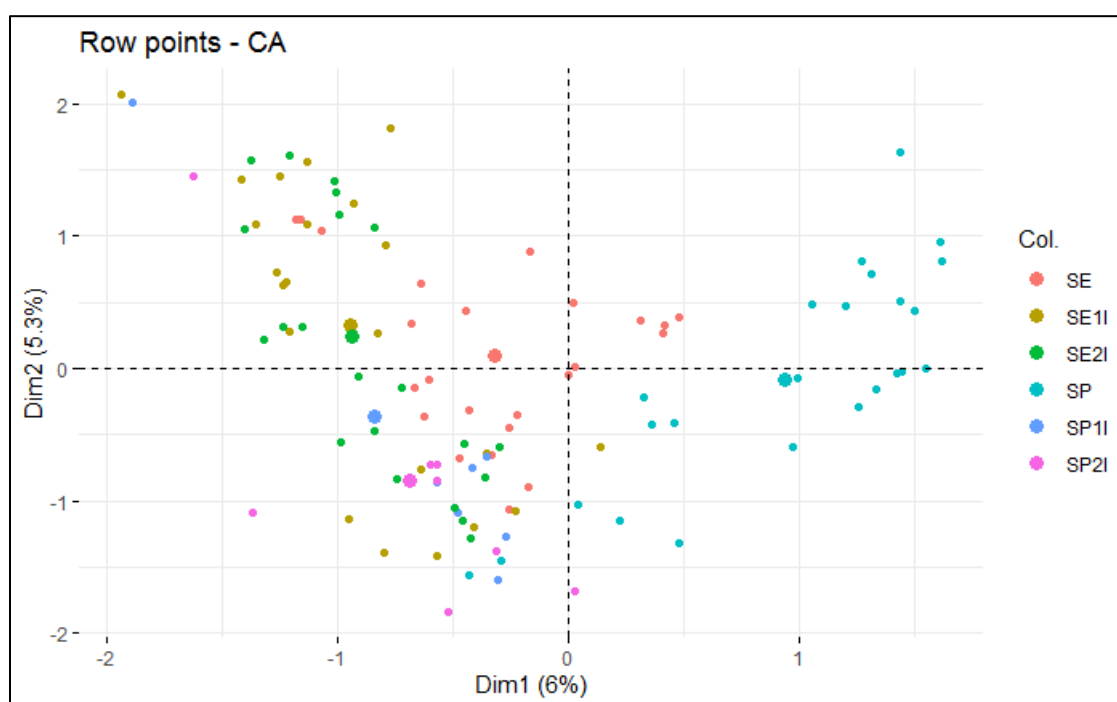


Figure 3: AFC sur les quadrats regroupés selon leur position dans la bordure

Tableau 2: Tests de Kruskal-Wallis sur les coordonnées de la première dimension de l'AFC

|      | SE                  | SE1I                | SE2I                | SP                  | SP1I |
|------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|------|
| SE1I | 0.00064             |                     |                     |                     |      |
| SE2I | 0.00065             | 1                   |                     |                     |      |
| SP   | 2.0 <sup>E-07</sup> | 6.2 <sup>E-11</sup> | 9.3 <sup>E-08</sup> |                     |      |
| SP1I | 0.52867             | 1                   | 1                   | 0.00038             |      |
| SP2I | 1                   | 1                   | 1                   | 1.6 <sup>E-05</sup> | 1    |

Des différences significatives sur l'axe 1 de l'AFC sont observées (Tableau 2). Néanmoins, l'influence du type de bordure reste à nuancer car seulement 6% de la variabilité est expliquée par ce facteur. Tout d'abord, les bordures semées et spontanées diffèrent dans leurs compositions en espèces, signe que l'implantation de bandes semées a bien un effet sur les communautés végétales sauvages. Ensuite, leurs bordures intérieures associées (5 et 20m) présentent aussi une composition différente. Il existe donc une différence significative de composition entre la flore des bordures et celle retrouvée dans la parcelle. Comme le montre le graphique ci-dessous (Figure 4), près de 70% de la flore inventoriée se retrouve uniquement dans la bordure.

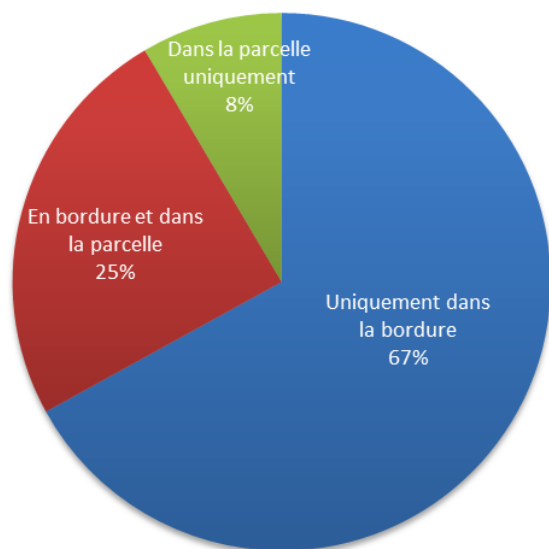


Figure 4 : Relation entre la flore des bordures semées et celle retrouvée dans la parcelle (107 espèces)

Les calculs des indices de diversité (richesse spécifique et indice de Shannon) montrent une plus grande diversité d'espèces dans les bordures que dans les parcelles, aussi bien en bordure semée qu'en bordure spontanée. On retrouve en moyenne entre 11 et 9 espèces respectivement dans la bordure semée et spontanée, tandis que seulement 3 espèces sont retrouvées en moyenne dans la parcelle.

## 1.2. Description spécifiques de la végétation des bordures extérieures et intérieures

On a pu voir que les communautés floristiques des bordures semées et spontanées ont des compositions en espèces différentes. Il s'agit maintenant de caractériser ces différences en

s'intéressant aux espèces mêmes et à leurs particularités écologiques. Ainsi, la détermination d'espèces indicatrices associées à chaque type de bordure peut permettre de mieux caractériser les assemblages d'espèces (Tableau 3).

Tableau 3 : Espèces indicatrices de chaque type de bordure

| SE                           | SP                            | SE+SP                     |
|------------------------------|-------------------------------|---------------------------|
| Melilotus officinalis (***)  | Arrhenatherum elatius (***)   | Poa trivialis (***)       |
| Lotus corniculatus (***)     | Dactylis glomerata (***)      | Ranunculus bulbosus (***) |
| Phacelia tanacetifolia (***) | Centaurea jacea (***)         | Bromus hordeaceus (***)   |
| Trifolium repens (***)       | Lathyrus tuberosus (**)       | Plantago lanceolata (***) |
| Plantago major (***)         | Schedonorus arundinaceus (**) | Taraxacum officinal (***) |
| Fagopyrum esculantum (**)    | Rumex acetosa (**)            | Holcus lanatus (***)      |
| Rumex crispus (**)           |                               | Agrostis capillaris (**)  |
| Onobrychis viciifolia (**)   |                               | Geranium dissectum (**)   |

Significativité calculé par le package Indicspecies : \*\*\* : significatif, \*\* : peu significatif

Les espèces indicatrices de la bordure semée sont logiquement celles qui ont été semées (Mélilot officinal, Sarrasin, Trèfle rampant, Sainfoin, Phacélie), signe que le mélange s'est développé au moins en partie. On trouve aussi des espèces non-semées comme le Grand plantain, ou la Patiente crépue. Les espèces indicatrices de la bordure spontanée sont pour la majorité des graminées (Fromental élevé, Dactyle aggloméré, Fétuque élevée) associé à des dicotylédones caractéristiques des communautés prairiales (Centauree jaccée, Gesse tubéreuse, Oseille sauvage).

Au niveau des bordures intérieures, l'analyse s'est faite sur les 4 parcelles qui permettent de comparer la bordure intérieure de la bande semée avec la bordure intérieure de la bande spontanée. Pour évaluer la colonisation de la parcelle par les adventices, l'analyse se concentre sur le recouvrement moyen par espèce (Figure 5).

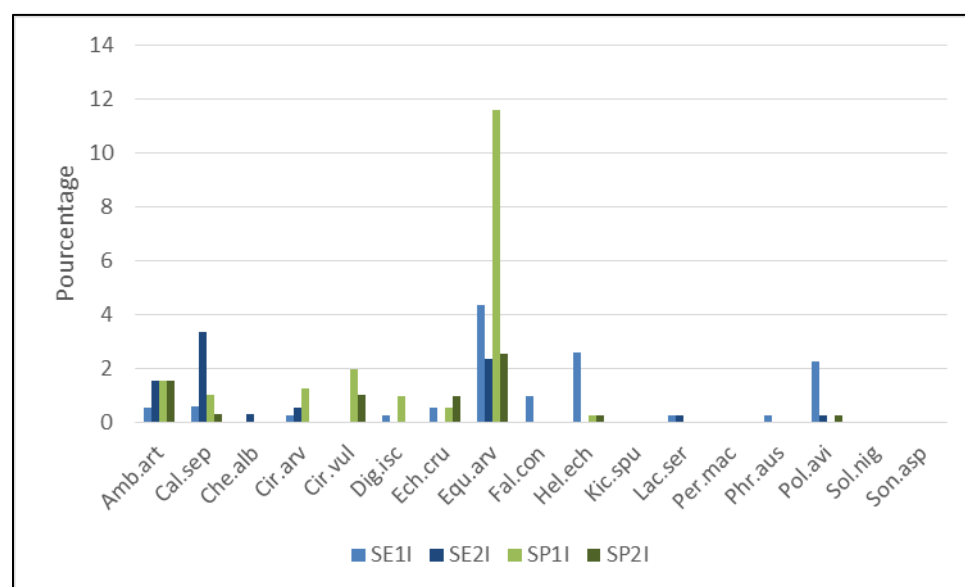


Figure 5 : Recouvrement moyen des espèces dans les quadrats de la bordure intérieure

Les espèces principalement retrouvées dans la parcelle sont la prêle des champs (Equisetum arvense), le lisier des haies (Calystegia sepium) et l'ambrosie à feuilles d'armoise (Ambrosia artemisiifolia).

C'est aussi celles que l'on retrouve sur l'ensemble des parcelles du programme (en plus de *Lolium perenne* pas présent sur les 4 parcelles sélectionnées ci-dessus). Les tests statistiques ne montrent pas de différence significative de recouvrements entre la bordure semée et spontanée.

## 2. Effets des bordures semées sur l'entomofaune : pollinisateurs et arthropodes rampants

### 2.1. Analyse de l'abondance en pollinisateurs

Pour rappel, un des objectifs des bandes semées est de procurer une ressource en pollens, nectars aux pollinisateurs afin de soutenir les populations. L'analyse de l'abondance en pollinisateur permet donc de mesurer indirectement le pouvoir mellifère de la bande (Figure 6).

Encadré 1 : Définition d'un boxplot

Un boxplot permet de représenter graphiquement la distribution d'un jeu de données. Différents indicateurs statistiques sont représentés : la médiane, les quartiles, le maximum et le minimum. Dans la figure ci-dessous, les groupes encadrés en tirets rouges indiquent que les deux séries sont statistiquement différentes.

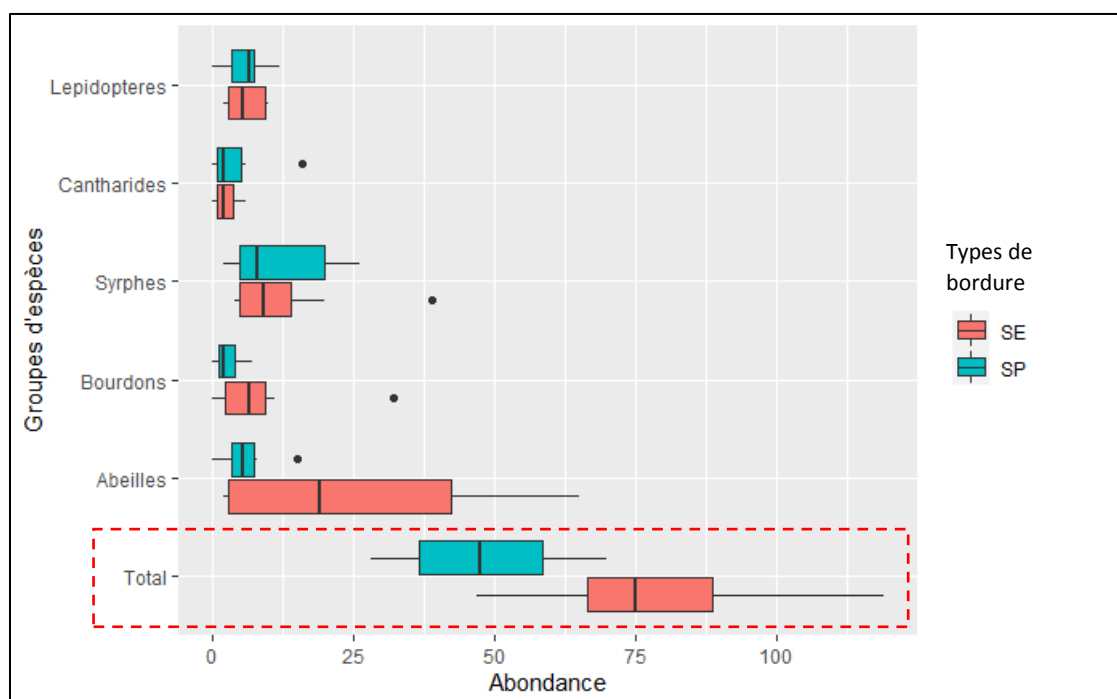
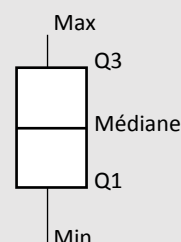


Figure 6 : Boxplots de l'abondance en groupes de pollinisateur selon le type de bordure

Lorsque l'on considère tous les groupes d'espèces ensemble, l'abondance en pollinisateur est significativement plus grande dans les bordures semées que dans les bordures spontanées. A l'inverse, lorsque l'on considère chaque groupe d'espèces indépendamment, on ne trouve pas de différence significative. Ce résultat peut cacher une hétérogénéité de réponse des différentes parcelles à l'implantation de la bordure.

Afin de mieux comprendre la relation entre chaque groupe de pollinisateur et l'implantation d'une bordure semée, il faut trouver des indicateurs du développement de la bordure. Dans notre cas, le recouvrement moyen cumulé des espèces semées et le recouvrement moyen du mélilot au sein de la bordure semée vont servir d'indicateurs. Ces différents indicateurs sont mis en relation avec l'abondance de chaque groupe d'espèces (tests statistiques de corrélation) et leurs relations représentées à travers une Analyse en Composantes Principales (Figure 7).

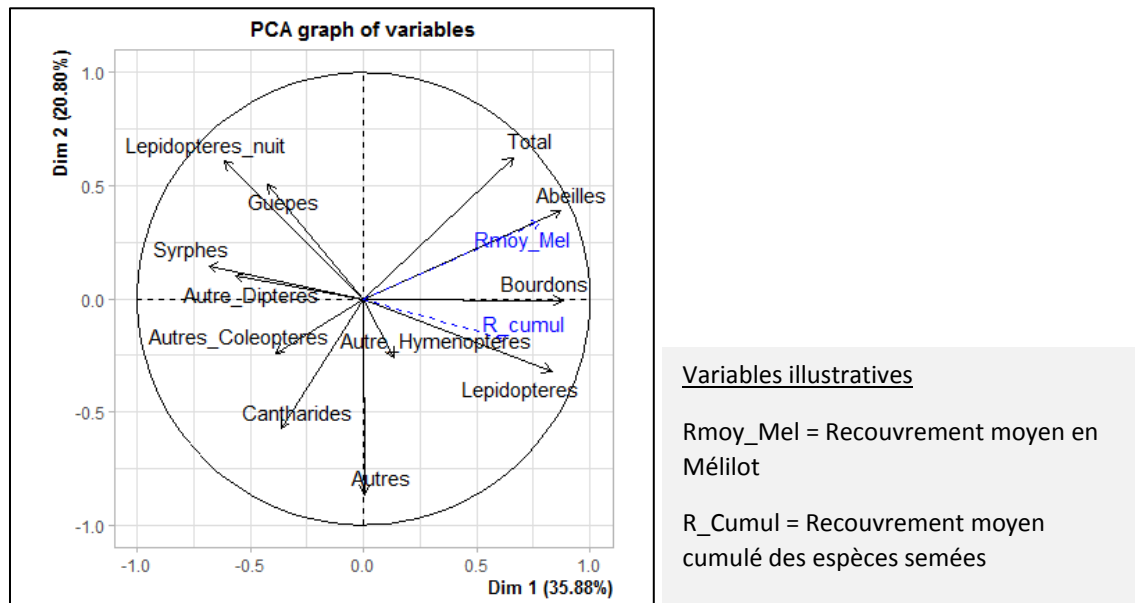


Figure 7 : ACP sur l'abondance en différents groupes de pollinisateur au sein des bordures semées

Le taux de recouvrement de mélilot est corrélé positivement avec l'abondance en abeilles. On ne retrouve néanmoins pas d'autres relations significatives avec d'autres groupes d'espèces.

## 2.2. Communautés d'arthropodes rampants au sein des différents types de bordure

Plusieurs tests statistiques ont été entrepris afin de déceler des différences significatives d'abondance en groupes d'arthropodes entre la bordure semée et spontanée. L'analyse s'est d'abord concentrée sur les bordures extérieures ; les résultats les plus éclairants sont présentés dans les figures qui suivent (Figure 8 & Figure 9).

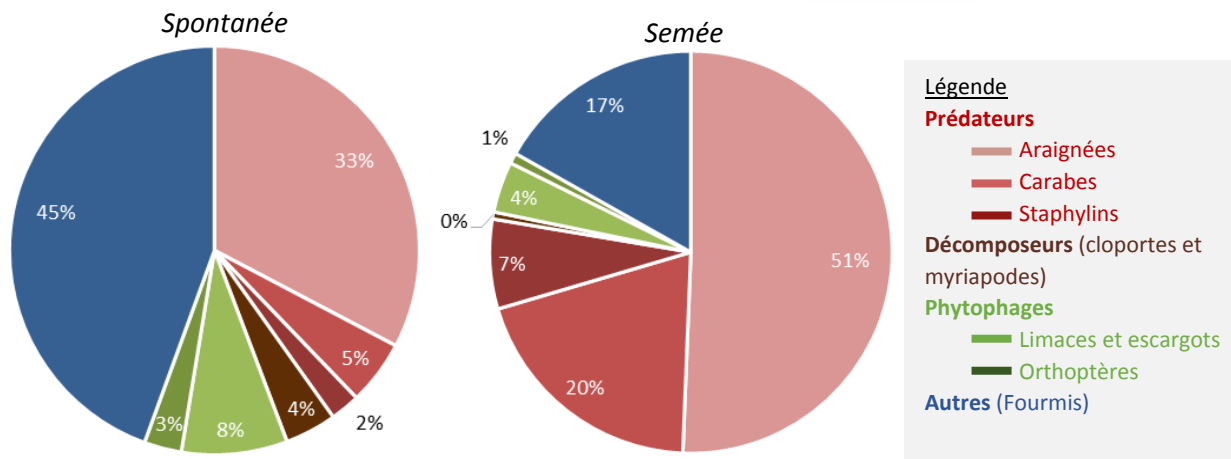


Figure 8 : Répartition de grands groupes d'arthropodes au sein des deux types de bordure

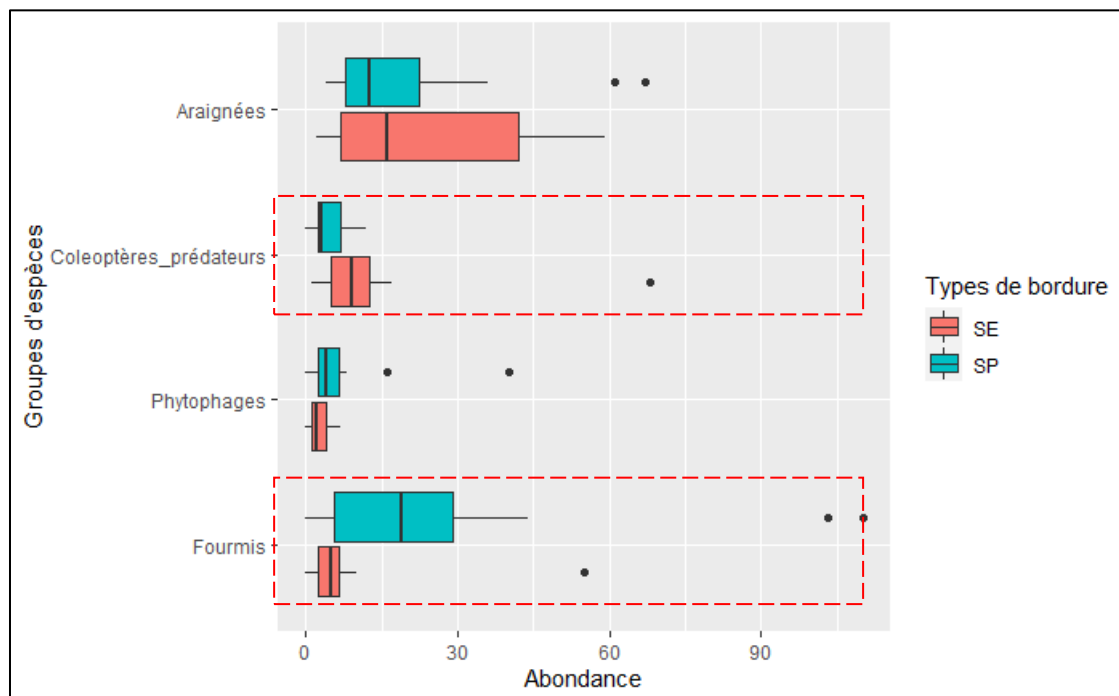


Figure 9 : Abondances en certains groupes d'arthropodes selon le type de bordure

La Figure 8 montre que les grands groupes d'espèces ne se répartissent pas de la même manière selon le type de bordure. La bordure spontanée présente une proportion de fourmis importante, tandis que la bordure semée accueille une proportion de prédateurs plus importante. Ce premier constat se retrouve en termes d'abondance avec des différences significatives sur ces mêmes groupes (Figure 9). En effet, l'abondance en fourmis est significativement plus importante dans la bande spontanée que dans celle semée. En ce qui concerne les prédateurs, la différence se fait au niveau des coléoptères carnivores pris dans leur ensemble (carabes et staphylins). Les carabes ou les staphylins pris seul ne présentent pas de différence d'abondance entre les deux types de bordures.

Différents tests statistiques sur l'abondance des différents groupes d'arthropodes ont été réalisés en comparant les bordures intérieures jouxtant une bande spontanée et celles jouxtant une bande semée. Aucune différence significative n'a été trouvée. L'analyse s'est ensuite attardée sur les bordures intérieures de la bande semée, afin de mieux les caractériser. Les abondances de chaque grand groupe

d'auxiliaires de cultures (prédateurs des ravageurs) sont représentées en fonction de la localisation dans la bordure intérieure (Figure 10).

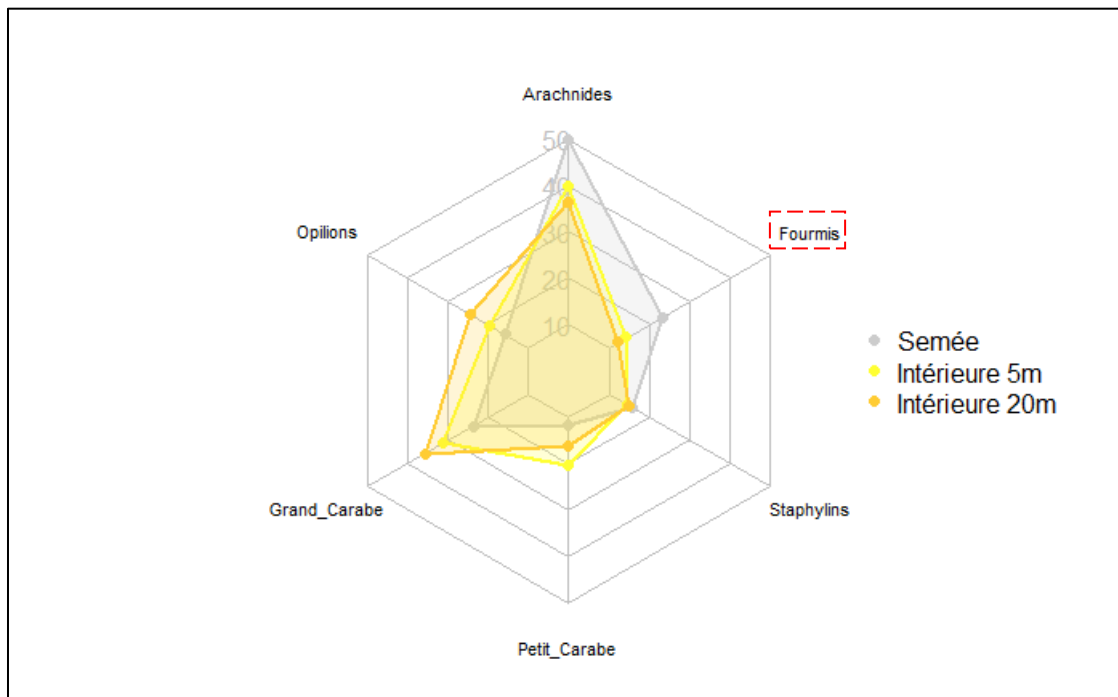


Figure 10 : Abondances en prédateurs (et fourmis) selon la localisation dans la bordure

Le groupe des fourmis a été rajoutée car une différence significative d'abondance est observée entre la bordure extérieure et la bordure intérieure : les fourmis sont bien plus présentes au sein de la bordure que dans la parcelle. Aucune différence significative n'a été trouvée pour les auxiliaires de cultures. On trouve donc autant d'auxiliaires de cultures au sein de la bordure que dans la parcelle.

## Discussion

### 1. Effets sur la végétation de l'implantation de bordures semées : structure des communautés floristiques et régulation des adventices

Il ressort que l'introduction d'une bande semée modifie la communauté floristique présente, si bien que la nouvelle communauté diffère significativement de celle d'origine. L'étude de la composition en espèces tend à montrer que cette modification résulte de la perturbation induite par le travail du sol pré-semis. En effet, les espèces caractéristiques de la bordure semée, hormis les espèces semées, sont des espèces dites pionnières, rudérales (*Rumex crispus* et *Plantago major*) favorisées par des milieux fraîchement perturbés. En prenant l'ensemble des espèces inventoriées, les communautés d'espèces de chaque bordure peuvent se représenter comme ci-dessous (Figure 11).

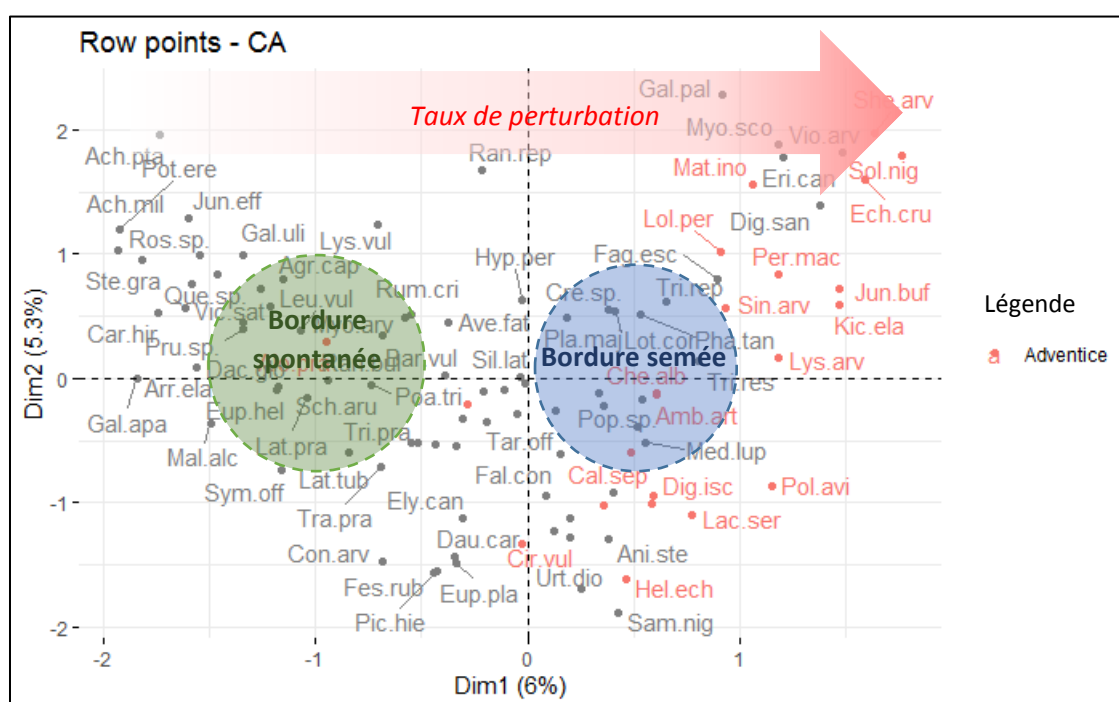


Figure 11 : Représentation schématique des communautés végétales associées aux deux types de bordure

Au taux de perturbation le plus élevé, on retrouve les espèces des bordures intérieures qui sont représentées en rouge (espèces dites « adventices »). Ici les espèces caractérisées d'adventices sont les plantes qui ont été retrouvées plus d'une fois au sein des bordures intérieures (5m et 20m) et qui sont pour la plupart connues pour être des adventices des cultures (selon Liste des adventices des grandes cultures, Projet Casdar 2009/2011). Ces espèces représentent moins de 30% des espèces inventoriées, soulignant l'intérêt des bordures de champs dans la conservation d'une diversité végétale en paysage agricole.

## Encadré 2 : les espèces adventices

De par leurs aptitudes écologiques, les espèces dites adventices tolèrent des taux de perturbation élevés leur permettant ainsi de coloniser les cultures. Les adventices les plus retrouvées dans notre cas sont la prêle des champs (*Equisetum arvense*), le ray-grass (*Lolium perenne*), le liseron des haies (*Calystegia sepium*), et l'ambrosie à feuilles d'armoise (*Ambrosia artemisiifolia*).



L'analyse du recouvrement au sein de la parcelle n'a pas montré de différence significative sur la régulation des espèces adventices entre la bordure semée et spontanée, contrairement à ce qui est avancé dans la littérature scientifique (Chevalier et al., 2018; Cordeau et al., 2012). Cette absence de différence peut être due par un choix de parcelle qui présentait dès le départ une infestation faible d'adventices. En effet, l'analyse des communautés floristiques a pu montrer que l'introduction d'une bordure semée crée une perturbation qui s'exprime par l'émergence d'espèces pionnières qui n'étaient pas autant présentes dans la bordure initiale. Ceci est visible par la composition de la bordure spontanée (ici vu comme un témoin de la composition initiale de la bordure semée) qui se compose en majorité d'espèces prairiales. Cette communauté que l'on qualifie de prairiale se compose de graminées vivaces compétitrices (*Dactyle aggloméré*, *Fromental élevée*...) associées à des fabacées comme les vesces ou les gesses (*Vicia cracca*, *Vicia hirsuta*, *Lathyrus tuberosus*, *Lathyrus pratensis*...). D'autres espèces de dicotylédones caractéristiques des systèmes prairiaux se retrouvent comme *Centaurea jacea*, *Ranunculus bulbosus*, etc. Cette communauté prairiale au sein des bordures exerce une pression de sélection des espèces adventices qui souffrent de la compétition imposée par les espèces prairiales et sont ainsi régulées (Cordeau et al., 2012). Les bordures des parcelles sélectionnées semblaient donc initialement accueillir une communauté prairiale qui permettait déjà une régulation des adventices.

## 2. Bordure semée et populations d'arthropodes : abondance en pollinisateurs et auxiliaires de cultures

Les bandes semées ont bien un effet positif sur les pollinisateurs. Ce résultat est en accord avec la littérature qui retrouve ce même constat (Haaland et al., 2011). Néanmoins, il est difficile de détailler cette différence au niveau des groupes d'espèces. Ceci peut s'expliquer par la grande hétérogénéité entre les sites qui ne présentent pas le même succès de développement de la bordure. En effet, les sites avec un bon développement des espèces mellifères semées, comme le mélilot, présentent des abondances en certains groupes de pollinisateurs plus élevées. Les abeilles réagissent positivement à la présence du mélilot qui semble leur offrir une ressource privilégiée. Notre étude montre donc bien un effet positif de la bande semée sur les populations de pollinisateurs. Ce résultat pouvant être expliqué en partie par l'introduction de plantes mellifères qui offrent une ressource attractive pour

certaines groupes. Néanmoins, il est difficile de réellement quantifier cet effet sur la plupart des groupes d'espèces, de nombreux autres facteurs entrant en considération dans la structure des communautés de pollinisateurs. Par exemple, la structure du paysage joue un rôle primordial dans la présence en pollinisateurs. Plusieurs études montrent que plus le pourcentage en espaces semi-naturels (bandes enherbées, haies, prairies...) est grand dans un paysage plus la diversité en abeilles sauvages augmente (Garibaldi et al., 2011; Tscharrntke et al., 2005; Winfree et al., 2009. cités dans Carrié, 2016).

La bordure semée présente une communauté d'arthropodes rampants différente de celle de la bordure spontanée. La bande semée montre une plus grande abondance en coléoptères prédateurs : carabes et staphylinins. Néanmoins, cette différence d'abondance ne se retrouve pas lorsque l'on considère chaque groupe d'espèces seul. Ce résultat peut être expliqué par des réponses hétérogènes des espèces qui composent chaque groupe. En effet, les carabes regroupent de nombreuses espèces qui ont des exigences écologiques différentes (Le Bris & De Montaigne, 2014; Pollier, 2016; Rouabah, 2018), ceci exigeant de mener une étude au niveau spécifique pour confirmer cette hypothèse. En ce sens, le rapport Agrifaune Beauce (Le Bris & De Montaigne, 2014) indique que les espèces de grands carabes sont des espèces pionnières s'adaptant bien aux milieux ouverts et cultivés, tandis que les espèces plus petites ont des exigences environnementales plus restreintes. Ainsi la bordure semée, en présentant une hétérogénéité d'habitats plus importantes que la bordure spontanée souvent plus homogène, semble pouvoir accueillir une plus large gamme de coléoptères carnivores.

#### Encadré 3 : le groupe des Carabidés

Le groupe de Carabidés regroupe de nombreuses espèces qui présentent diverses exigences écologiques. Certains carabes souvent de plus petites tailles ont des préférences écologiques restreintes, réduisant donc leurs habitats potentiels. D'autres carabes de plus grandes tailles ont, à l'inverse, une valence écologique plus grande leur permettant de coloniser de nombreux habitats comme des parcelles cultivées par exemple.



*Matallina lampros*, un petit carabe vivant de préférence au sein des bordures



*Poecilus cupreus* et *Pterosticus melanarius* deux carabes se trouvant aussi bien dans les bordures qu'au sein de la parcelle.

L'analyse approfondie des bordures intérieures a fait ressortir peu de différences, hormis pour les fourmis pour lesquelles la bordure extérieure représente un habitat favorable contrairement à la culture. Au niveau des carabes, aucune différence n'est observée en termes d'abondance. Ce résultat peut s'expliquer par la maturité de la bordure qui est un facteur semblant favoriser la présence de carabes, ces derniers étant sensibles aux successions végétales (Rouabah, 2018). Dans notre cas, la bordure semée est encore immature et n'est donc peut-être pas à son maximum de potentiel d'accueil. De plus, les processus écologiques, sous-jacents la structuration des communautés de prédateurs et leurs relations avec leurs proies, sont complexes et leur compréhension nécessite d'isoler chaque facteurs influents, comme la synergie entre prédateurs, ou les interactions fonctionnelles inter-

espèces (Rouabah, 2018). Ainsi, notre étude, de par son approche par grands groupes d'espèces, ne permet pas de faire ressortir des différences claires sur certains groupes.

## Conclusion

Les résultats de cette seconde année d'expérimentation ont permis de dresser un diagnostic de la biodiversité au sein des bordures de champ. L'objectif était de déterminer l'influence de l'implantation d'une bande semée sur cette biodiversité. En ce sens, des résultats ressortent sur certains groupes de pollinisateurs qui présentent une plus grande abondance en bordure semée. Au niveau des arthropodes rampants des tendances sont observées mais les résultats ne sont pas aussi clairs : la bordure semée semble être favorable aux coléoptères carnivores ; tandis que la bordure spontanée semble être un habitat préférentiel pour les fourmis. Il faut garder en tête que l'analyse par grands groupes peut cacher des disparités entre espèces au sein même des groupes, limitant donc l'analyse.

La présence systématique d'espèces pionnières au sein de la bordure indique une perturbation importante apportée par le travail du sol pré-semis. Ces espèces (prêle des champs, ambrosie, liseron des haies, etc.) peuvent être potentiellement problématiques car elles sont aptes à coloniser la culture. Néanmoins, l'étude des adventices au sein de la culture n'a pas montré une plus grande colonisation de ces espèces avec l'implantation d'une bordure semée. D'autre part, l'étude de la bordure spontanée montre que les communautés végétales présentes sont stables en accueillant des espèces compétitrices qui exercent une régulation des populations d'adventices.

En partant de ces constats, l'implantation de bordures semées semble un outil efficace pour favoriser la biodiversité en insectes (pollinisateurs et arthropodes rampants). Néanmoins, les conditions d'implantation de ces bordures doivent être repensées pour limiter le taux de perturbation et ainsi limiter le développement d'espèces pionnières. D'autant plus, que les communautés végétales présentent initialement étaient stables. On peut donc penser à des techniques moins perturbatrices du sol comme des semis à la volée sur couvert broyé (ou fauche avec exportation) avec une haute hauteur de coupe, dès l'automne. Les espèces semées viseraient plus à compléter les communautés prairiales déjà présentes pour par exemple améliorer la complexité ou le pouvoir mellifère de la bordure.

## Bibliographie

- Bastiaans, L., Kropff, M. J., Goudriaan, J., & van Laar, H. H. (2000). Design of weed management systems with a reduced reliance on herbicides poses new challenges and prerequisites for modeling crop–weed interactions. *Field Crops Research*, 67(2), 161–179.
- Baudry, J., Jouin, A., & Thenail, C. (1998). La diversité des bordures de champ dans les exploitations agricoles de pays de bocage. *INRA Editions*, 117–134.
- Carrié, R. (2016). *Hétérogénéité des paysages et des pratiques agricoles—Effets sur la diversité des abeilles sauvages et la pollinisation*. 250.
- Chevalier, R., Le Bris, C., Swiderski, C., Baron, S., Isselin-Nondedeu, F., Lesage, C., & Michau, F. (2018). Restauration de la biodiversité floristique des bordures de champs par semis de fleurs sauvages : Premiers résultats obtenus en Beauce. *Sciences Eaux & Territoires, Numéro 25(1)*, 52.
- Cordeau, S., Petit, S., Reboud, X., & Chauvel, B. (2012). The impact of sown grass strips on the spatial distribution of weed species in adjacent boundaries and arable fields. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 155, 35–40.
- Deverre, C., & Marie, C. de S. (2014). *De l'écologisation des politiques agricoles à l'écologisation de l'agriculture*. 10.
- Fried, G., Petit, S., Dessaint, F., & Reboud, X. (2009). Arable weed decline in Northern France : Crop edges as refugia for weed conservation? *Biological Conservation*, 142(1), 238–243.
- Haaland, C., Naisbit, R. E., & Bersier, L.-F. (2011). Sown wildflower strips for insect conservation : A review: Wildflower strips for insect conservation. *Insect Conservation and Diversity*, 4(1), 60–80.
- Lanoë, E., Alignier, A., Roche, B., Ferchaud, F., Coeur, D. L., & Thenail, C. (2015). *Ecobordure, un indicateur de l'état agroécologique des bordures de champs*. 2.
- Le Bris, C., & De Montaigne, A. (2014). *Agrifaune Bordures de champs en Beauce*.
- Lê, S., Josse, J., & Husson, F. (2008). « FactoMineR » : An « R » Package for Multivariate Analysis. *Journal of Statistical Software*, 25(1).
- Marshall, E. J. P. (1989). Distribution Patterns of Plants Associated with A rable Field Edges. *Journal of Applied Ecology*, 26(1), 247–257.
- Morel, E., & Brun, L. (2019). Des bandes fleuries pour favoriser les auxiliaires. *Bulletin semences*, 269, 23–27.
- Pollier, A. (2016). *Interactions entre végétation des habitats semi-naturels, pratiques agricoles et contrôle biologique des ravageurs des cultures—Optimisation de l'approche bande fleurie*. 251.
- Pywell, R. F., Meek, W. R., Loxton, R. G., Nowakowski, M., Carvell, C., & Woodcock, B. A. (2011). Ecological restoration on farmland can drive beneficial functional responses in plant and invertebrate communities. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 140(1–2), 62–67.

- Rouabah, A. (2018). *Effets de la gestion des bandes enherbées sur le contrôle biologique des ravageurs de cultures : Rôle de la diversité fonctionnelle des carabes (Coleoptera : Carabidae) et de la structure végétale*. 160.
- Storkey, J. (2006). A functional group approach to the management of UK arable weeds to support biological diversity. *Weed Research*, 46(6), 513-522.
- Vickery, J. A., Feber, R. E., & Fuller, R. J. (2009). Arable field margins managed for biodiversity conservation : A review of food resource provision for farmland birds. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 133(1-2), 1-13.