

## Mémoire de stage

Master Sciences - Technologie - Santé  
Mention Ecosystèmes, Agrosystèmes Développement Durable

Spécialité  
Ecologie, Agroécologie, Biodiversité

# Influence des pratiques agricoles sur la composition et la diversité en plantes messicoles dans des systèmes agricoles extensifs



**LANNUZEL Laura**

Encadrants : Marie Claire Chardès, Jocelyn Fonderflick, Philippe Pointereau  
Tuteur du mémoire : Thierry Tétu

**Aout, 2015**

# **Mémoire de stage**

**Master Sciences - Technologie - Santé  
Mention Ecosystèmes, Agrosystèmes Développement Durable**

**Spécialité  
Ecologie, Agroécologie, Biodiversité**

## **Influence des pratiques agricoles sur la composition et la diversité des plantes messicoles dans des systèmes agricoles extensifs**

**LANNUZEL Laura**

Encadrants : Marie Claire Chardès, Jocelyn Fonderflick, Philippe Pointereau

Tuteur du mémoire : Thierry Tétu

**Aout, 2015**

## REMERCIEMENTS

Satisfaite d'avoir pu participer à une étude prenant en compte la biodiversité dans les milieux agricoles je tiens à remercier toutes les personnes qui m'ont permis de réaliser ce stage et qui ont contribué à son succès.

Je remercie donc tout particulièrement mes maîtres de stage, Mr Philippe Pointereau, directeur du pôle agriculture au sein de l'entreprise associative Solagro, pour le partage de son expertise, Mr Jocelyn Fonderflick et Mme Marie-Claire Chardes, membres de l'institut SupAgro Florac, pour leur accueil et pour avoir supervisé mon stage au jour le jour. Merci également pour la confiance qu'ils m'ont accordé, leurs conseils et pour leur aide dans le traitement des données et la rédaction de ce rapport.

Je remercie vivement Mlle Caroline Thill avec qui j'ai travaillé en complémentarité, pour les échanges que nous avons pu avoir tout au long de ce stage et pour tous les bons moments que nous avons pu passer ensemble.

Je remercie également,

- L'ensemble des exploitants qui m'ont reçu sur leurs parcelles et qui ont partagé avec patience et humour leur passion et leurs connaissances.
- Mr Franz Hoptkins et Mme Sophie Lemmonier pour m'avoir accordé de leurs temps afin de me former à la reconnaissance des plantes messicoles.
- Mme Jocelyne Cambécédès, Mr Guillaume Fried et Mr Pierre Sellenet pour avoir répondu à mes questions concernant la liste nationale d'espèces messicoles.
- Les personnes qui m'ont relu lors de la rédaction de ce rapport, Mr Thierry Tétu, mon tuteur pédagogique.
- L'ensemble des membres de SupAgro Florac qui m'ont permis de passer ce stage dans une très bonne ambiance de travail.
- Et tous les autres stagiaires présents dans la structure dans le même temps, Elise, Manon, Rossana et Robin pour leur sympathie et leur bonne humeur, sans eux mon séjour à Florac ne m'aurait pas été si appréciable. Ils ont fait de ce stage une expérience personnelle enrichissante.

Enfin, comme ce mémoire clôt un cycle de formation je tiens à remercier ma famille et tous ceux qui m'ont accompagné, soutenu, conseillé et enrichi de leurs connaissances tout au long de mes études.

## SOMMAIRE

REMERCIEMENTS .....	1
SOMMAIRE .....	2
TABLE DES MATIERES .....	3
INDEX FIGURES .....	5
INDEX TABLEAU .....	6
AVANT PROPOS .....	7
INTRODUCTION .....	7
I. PRESENTATION DE LA STRUCTURE.....	9
II. MISSIONS.....	11
III. LA THEMATIQUE DES MESSICOLES DANS SON CONTEXTE .....	12
IV. MATERIEL ET METHODES .....	20
V. RESULTATS ET ANALYSES.....	28
VI. DISCUSSION .....	44
VII. BILAN PERSONNEL.....	49
CONCLUSION .....	51
REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES .....	53
GLOSSAIRE .....	57
ANNEXES.....	58

## TABLE DES MATIERES

REMERCIEMENTS .....	1
SOMMAIRE .....	2
TABLE DES MATIERES .....	3
INDEX FIGURES .....	5
INDEX TABLEAU .....	6
AVANT PROPOS .....	7
INTRODUCTION .....	7
I. PRESENTATION DE LA STRUCTURE.....	9
II. MISSIONS.....	11
III. LA THEMATIQUE DES MESSICOLES DANS SON CONTEXTE .....	12
1. Terminologie : des adventices aux messicoles.....	12
2. Origine et histoire des plantes messicoles.....	12
3. Caractéristiques biologiques des plantes messicoles .....	12
4. Les plantes messicoles face à l'évolution de l'agriculture .....	13
5. Fonctions écologiques des plantes messicoles .....	16
6. Mesures de conservations mises en œuvre.....	19
IV. MATERIEL ET METHODES .....	20
1. Zone d'étude .....	20
2. Protocole expérimental.....	21
a) Caractérisation des pratiques agricoles .....	21
b) Analyse du contexte paysager environnant les parcelles .....	23
c) Relevés floristiques.....	23
3. Analyses statistiques .....	24
a) Analyse de l'environnement des parcelles.....	25
b) Analyse de l'intensification des terres arables.....	25
c) Analyse de la composition et de la diversité en messicoles .....	26
d) Influence des pratiques agricoles sur les messicoles .....	27
V. RESULTATS ET ANALYSES.....	28
1. Analyse de l'environnement des parcelles.....	28
2. Enquêtes et caractérisations des pratiques agricoles .....	29
3. Analyse de l'intensification des terres arables.....	31
4. Résultats des inventaires floristiques.....	33

a)	Comparaison de la diversité des plantes messicoles et adventices entre exploitations .....	33
b)	Comparaison de la composition et de la diversité en messicoles entre les types de systèmes et les zones d'une parcelle .....	37
VI.	DISCUSSION .....	44
VII.	BILAN PERSONNEL.....	49
	CONCLUSION .....	51
	REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES .....	53
	GLOSSAIRE .....	57
	ANNEXES.....	58
	Annexe 1. Présentation de quelques espèces de messicoles .....	58
	Annexe 2. Liste des taxons de messicoles sélectionnés sur une fiche terrain .....	59

## INDEX FIGURES

Figure 1 : Organigramme de SupAgro Florac (SupAgro Florac, 2015).....	10
Figure 2 : Schématisation d'une démarche d'analyse reliant services, fonctions et composantes de la biodiversité (Le Roux et al., 2008).....	17
Figure 3 : Exemple de relation trophique et de services écosystémiques assurés par des plantes messicoles (Saatkamp, 2009). ....	18
Figure 4 : Carte de la localisation des 94 parcelles inventoriées appartenant aux 20 exploitations sélectionnées sur la zone d'étude.....	21
Figure 5: Schéma du protocole de relevé floristique .....	24
Figure 6 : ACP des 5 variables représentatives de l'intensité des pratiques agricoles sur les 94 parcelles étudiées.....	32
Figure 7 : Gradient d'intensité d'utilisation des terres arables sur les 94 parcelles étudiées (les ronds noirs représentant les parcelles conventionnelles = conv et les ronds blancs les exploitations biologiques = bio) obtenu grâce aux résultats de l'index LUI .....	33
Figure 8: Nombre d'occurrences des 44 taxons messicoles inventoriés sur les 94 parcelles, ordonnés par niveau de rareté. Les taxons sont classés par ordre alphabétique pour chacun des niveaux de rareté.....	34
Figure 9: Nombre moyen de taxon messicoles et d'adventices par m <sup>2</sup> calculés pour chacune des 20 exploitations inventoriées classées de la moins à la plus intensive d'après l'index LUI .....	35
Figure 10: Nombre de taxons messicoles relevés sur les 20 exploitations inventoriées classées de la moins à la plus intensive d'après l'index LUI.....	36
Figure 11 : Nombre de taxons messicoles relevés en fonction du niveau de rareté (Liste nationale) sur les 20 exploitations inventoriées classées de la moins à la plus intensive d'après l'index LUI.....	37
Figure 12 : Composition en taxons messicoles entre la bordure et le centre des parcelles en présence/absence (1 ou 0) d'après le test AFC.....	39

## INDEX TABLEAU

Tableau : Planification de l'étude.....	11
Tableau 1 : Variables et modalités sélectionnées pour les analyses statistiques à partir des résultats des enquêtes réalisées auprès des exploitations agricoles. ....	22
Tableau 2: Définition et justification des variables utilisées pour l'indice d'intensité .....	25
Tableau 3 : Valeurs de la surface moyenne et du périmètre d'une parcelle, le ratio aire/périmètre (A/P) et de l'environnement des parcelles (évalué par l'aire des terres arables dans un rayon de 1 km) pour des parcelles conduites soit en agriculture conventionnelle, soit en agriculture biologique (n = nombre de parcelle total ; n.s = non significatif) .....	28
Tableau 4 : Présentation des caractéristiques générales des exploitations étudiées .....	29
Tableau 5: Caractéristiques des exploitations et des pratiques agricoles mises en œuvre dans les deux systèmes de production étudiées, agriculture biologique et conventionnelle (valeurs qualitative exprimées en nombre de parcelles).....	30
Tableau 6 : ACP des 5 variables représentatives de l'intensité des pratiques agricoles sur les 94 parcelles étudiées.....	32
Tableau 6 : Comparaison de la fréquence d'occurrence par m <sup>2</sup> entre les exploitations biologiques et conventionnelles pour chaque taxon rencontré. Les taxons sont classés par niveau de rareté (n= nombre de quadrat total). Niveau de significativité des résultats du test de khi-deux (** P < 0,01 ; * P < 0,05 ; n.s P > 0,05). Les * précédents les noms de taxons indiquent les taxons pour lesquels un test de Fischer a été réalisé.....	38
Tableau 7 : Comparaison de la fréquence d'occurrence par m <sup>2</sup> entre la bordure et le centre des parcelles des exploitations pour chaque taxon rencontré. Les taxons sont <b>classés par</b> niveau de rareté (n= nombre de quadrat total). Niveau de significativité des résultats du test de khi-deux (** P < 0,01 ; * P < 0,05 ; n.s P > 0,05). Les * précédents les noms de taxons indiquent les taxons pour lesquels un test de Fischer a été réalisé. ....	40
Tableau 8 : Modèles mixtes (GLMM) préliminaires de la variation de la richesse et de l'abondance des messicoles par parcelle. Niveau de significativité des résultats du test (** P < 0,01 ; * P < 0,05 ; n.s P > 0,05). ....	41
Tableau 9 : Modèles mixtes (GLMM) préliminaires de la variation de la richesse et de l'abondance des messicoles entre les zones de la parcelle (bordure et centre). Niveau de significativité des résultats du test (** P < 0,01 ; * P < 0,05 ; n.s P > 0,05).....	42
Tableau 10 : Modèles mixtes (GLMM) de variation de la richesse et de l'abondance des messicoles entre les parcelles et entre les zones de la parcelle (bordure et centre) en fonction des pratiques agricoles. P = P-Value des variables rejetées .....	43



## AVANT PROPOS

Ce mémoire est le résultat d'un stage de fin d'études de six mois effectué au sein de l'institut SupAgro Florac. Animer d'un double intérêt pour l'écologie et l'agriculture il était essentiel pour moi de clôturer mon master en participant à une étude alliant ces deux domaines. A cela s'ajoute ma passion pour la botanique d'où mon choix d'intégrer l'étude proposée par SupAgro Florac portant sur « Le lien entre pratiques agricoles et conservation des plantes messicoles ».

Sans avoir la prétention de vouloir résoudre le problème de la conservation des plantes messicoles, l'analyse des relations entre les variations de richesse et d'abondance des plantes messicoles et les pratiques agricoles peut néanmoins permettre de proposer des orientations en vue d'une protection durable de ces plantes messicoles. Pouvoir participer ne serait ce qu'un tant soit peu à la préservation de la flore spécialisée des agrosystèmes fut pour moi une réelle source de motivation. De plus, souhaitant par la suite travailler dans l'ingénierie en agriculture et environnement naturel ce stage m'a permis d'acquérir de l'expérience et des compétences nécessaires à ma future intégration professionnelle.

Ainsi vous trouverez dans ce mémoire le résultat de cette enrichissante expérience.

## INTRODUCTION

Les agrosystèmes créés par l'Homme il y a 10 000 ans au Néolithique sont depuis en constante évolution. Depuis les années 1960, d'importants changements dans les pratiques agricoles ont été opérés en Europe (Stoate *et al.*, 2001). Ces changements ont entraîné des modifications importantes des paysages et des équilibres des écosystèmes. Suite au remembrement des parcelles, les agrosystèmes initialement organisés en mosaïque bocagère, avec des parcelles de petites tailles séparées par des éléments semi-naturels, se composent maintenant de grandes parcelles uniformes présentant une faible hétérogénéité spatiale (Benton *et al.*, 2003 ; Baessler & Klotz, 2006 ; Gabriel *et al.*, 2006). Afin d'optimiser la productivité, les agriculteurs ont augmenté les apports d'intrants chimiques, diminué la durée et la diversité des successions culturales et réalisé un labour systématique (Stoate *et al.*, 2001). Cette intensification des pratiques ainsi que la simplification du paysage agricole ont entraîné une perte importante de biodiversité (Benton *et al.*, 2003 ; Tschamntke *et al.*, 2005) et notamment la raréfaction d'un grand nombre d'espèces spécialisées des agrosystèmes (Robinson & Sutherland, 2002). En effet les agrosystèmes abritent des espèces végétales, qualifiées d'adventices, adaptées au régime de perturbation qu'engendrent les travaux agricoles. Or ces communautés d'adventices sont spécialement touchées par le processus d'intensification (Sutcliffe & Kay, 2000) à cause des moyens mis en œuvre pour réduire l'impact qu'elles peuvent avoir sur la productivité de la culture. Parmi elles, les plantes messicoles sont devenues rares et menacées (Fried *et al.*, 2009 ; Storkey *et al.*, 2011).

Les messicoles sont des plantes spontanées herbacées dont le cycle biologique correspond à celui des céréales cultivées. On les trouve donc exclusivement (ou préférentiellement) dans ces milieux (Olivereau, 1996). Ces dernières jouent un rôle fonctionnel dans l'agrosystème et assurent de nombreux services écologiques (Marshall, 2003 ; Maffre & Brown, 2011). Elles servent notamment de ressources alimentaires pour les oiseaux et les insectes (Gabriel *et al.*, 2005 ; Fried *et al.*, 2009). En soutenant ces populations d'auxiliaires les messicoles rendent indirectement des services de protection contre les ravageurs des cultures et favorisent la pollinisation (Gibson *et al.*, 2006 ; Petit *et al.*, 2011). Leur disparition progressive influe sur la capacité des agrosystèmes à rendre ces services.

Afin d'éviter cette perte de diversité et de services leur sauvegarde est devenue un enjeu important (Armengot *et al.*, 2011). A l'échelle mondiale la biodiversité des agrosystèmes a été prise en compte suite à la conférence de Rio de Janeiro en 1992 (Albrecht, 2003). Les plantes messicoles sont alors intégrées dans les programmes d'action français pour la protection de la flore sauvage (PNA, Plan National d'Action), en application des engagements pris lors de la conférence. Cependant la conservation de ces espèces reste problématique du fait que les terres arables sont dédiées à la production agricole (Fried *et al.*, 2009). Cela montre la nécessité d'analyser la réponse des messicoles à l'intensification des pratiques afin de trouver des options de gestion des parcelles répondant à la fois aux enjeux de production et de conservation.

Les effets de la simplification du paysage et/ou de l'intensification des pratiques agricoles sur les plantes messicoles ont fait l'objet d'études antérieures : en Europe centrale (Gabriel *et al.*, 2005), en Espagne (José-Maria *et al.*, 2010 ; Armengot *et al.*, 2011) ou encore en France dans des zones d'agriculture intensive (Gaba *et al.*, 2010). Cependant aucunes n'a été réalisées en France dans un contexte d'agriculture extensive alors que se sont des zones qui présentent encore une importante richesse en espèces messicoles et qui connaissent des tendances à l'intensification.

Le but de notre étude est d'évaluer l'effet des pratiques agricoles sur la richesse et l'abondance en plantes messicoles. Pour cela nous avons mené une enquête dans vingt exploitations, biologiques et conventionnelles, sur les causses de Lozère. Sur ces plateaux calcaires, l'agriculture est caractérisée par des systèmes extensifs en polyculture-élevage en raison des conditions pédoclimatiques. Cette particularité devrait permettre d'une part d'identifier de manière plus fine qu'elles pratiques agricoles impactent les plantes messicoles et d'autre part d'établir des comparaisons instructives avec des résultats provenant d'autres zones.

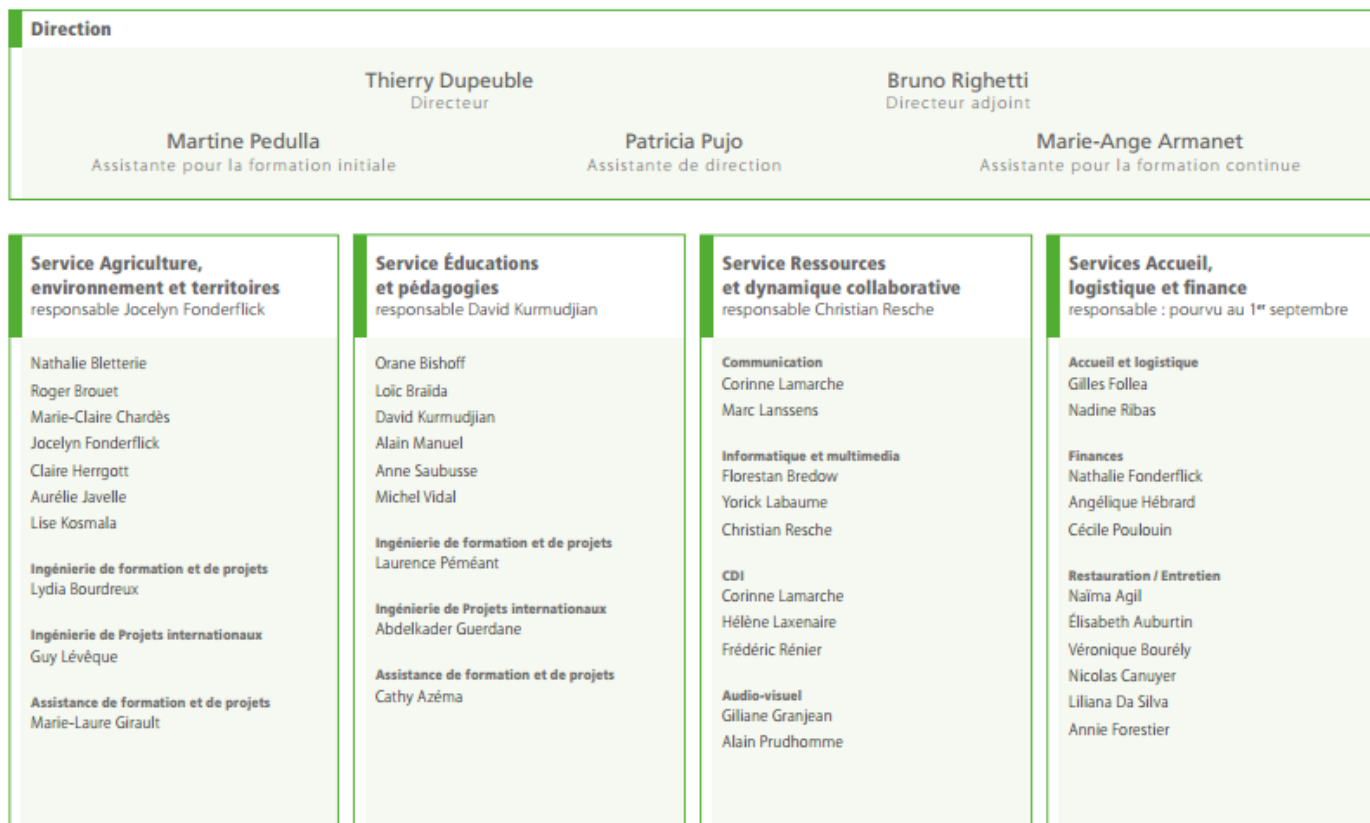
Dans un premier temps nous avons réalisé un bilan agro-environnemental par exploitation afin de faire un point sur les pratiques agricoles des exploitants. Dans un second temps, des relevés floristiques ont été réalisés. Comme les espèces ne sont pas réparties de manière homogène dans les champs, nous avons répartie de manière égale la pression d'échantillonnage entre deux zones distinctes du champ, la bordure et le centre. Nous nous attendons à observer une diversité en plantes messicoles plus importante dans les systèmes d'exploitation biologique en opposition aux systèmes conventionnels.

Plus spécifiquement nous supposons que la richesse et l'abondance en plantes messicoles vont diminuer suivant un gradient d'intensification des pratiques agricoles. Enfin, nous pensons que les effets des pratiques agricoles sur la richesse et l'abondance des plantes messicoles sont plus importants au centre des parcelles que sur leur bordure.

## **I. PRESENTATION DE LA STRUCTURE**

L'Institut d'éducation à l'agro-environnement de Florac fait partie de Montpellier SupAgro, établissement agronomique d'enseignement supérieur. Montpellier SupAgro est un établissement public national placé sous la tutelle de la DGER (Direction Générale de l'Enseignement et de la Recherche) du Ministère de l'agriculture. L'Institut d'éducation à l'agro-environnement de Florac, a été créé en 1970 sous le nom de Centre d'Expérimentation Pédagogique de Florac (CEP). Cet institut se caractérise par son ancrage territorial fort au cœur du Parc National des Cévennes. Il avait pour mission initiale d'accompagner l'adaptation du système éducatif agricole aux enjeux de la société. En 2007 suite à une restructuration de l'enseignement, le CEP de Florac et trois autres établissements (l'École nationale supérieure agronomique de Montpellier (ENSA.M), le Centre national d'études agronomiques des régions chaudes (CNEARC) et le Département industries agroalimentaires régions chaudes de l'École nationale supérieure des industries agricoles et alimentaires (ENSIA-SIARC)) se regroupent en une structure commune, Montpellier SupAgro. C'est à partir de ce moment là que le CEP prend le nom d'institut et devient « SupAgro Florac », antenne de Montpellier SupAgro. En lien avec les autres composantes de Montpellier SupAgro, l'institut d'éducation à l'agro-environnement de Florac continu d'assurer l'appui à l'enseignement technique agricole, mission à laquelle s'ajoute d'autres missions centrées autour de deux thématiques, la gestion durable des espaces naturels ruraux et l'éducation à l'environnement. Afin de mener à bien ces missions l'institut est constitué d'une équipe de direction et de quatre services regroupant une quarantaine de personnes (Figure.1).

Le service agriculture, environnement et territoires réalise des études concernant la préservation des milieux naturels sauvages et agricoles et assure un suivi pédagogique autour de ces questions. Parmi les membres du service Mr Jocelyn Fonderflick et Mme Marie-Claire Chardes travaillent sur la problématique des messicoles.



au 1<sup>er</sup> mai 2015

Figure 1 : Organigramme de SupAgro Florac (SupAgro Florac, 2015)

Pour répondre au mieux à cette problématique ils travaillent en partenariat avec Mr Philippe Pointereau directeur du pôle agriculture de Solagro. Créée en 1981, Solagro est une entreprise associative à but non lucratif basée à Toulouse, dont le but premier est "d'ouvrir d'autres voies pour l'agriculture, l'énergie et l'environnement". Plus particulièrement, le pôle agriculture développe des outils de diagnostic et des indicateurs pour évaluer et réduire l'impact énergétique et environnemental des exploitations. L'entreprise est dirigée par un conseil d'administration élu par l'assemblée générale des adhérents, ce conseil définit les orientations et les projets à suivre. Les études et projets sont mis en œuvre par une équipe de 25 permanents dont 19 ingénieurs en agronomie, énergétique, économie et écologie. En 2013 Solagro a ainsi engagé 148 études et projets pour un chiffre d'affaires de 1,9 M€.

## II. MISSIONS

Hébergé par SupAgro Florac, mon stage c'est déroulé au sein du service agriculture, environnement et territoires sous la responsabilité de Mme Charde. Il fait suite à un stage effectué en 2014 au cours duquel dix exploitations agricoles ont été échantillonnées. L'objectif étant de doubler le nombre d'exploitations échantillonnées et d'analyser l'ensemble des données obtenues. La charge de travail étant très importante nous avons réalisé ce travail en binôme, en se répartissant les tâches. L'ensemble du travail à réaliser comprenait les missions suivantes :

Pour chacune des exploitations, la réalisation d'un diagnostic agro-environnemental d'exploitation selon l'outil « Dialecte » développé par Solagro.

Pour chaque parcelle de céréales des exploitations, renseigner les pratiques susceptibles d'avoir une influence sur les plantes messicoles et réaliser un inventaire des plantes messicoles selon deux protocoles différents.

Réalisation d'une base de données géographique.

Analyse des résultats.

Ci-dessous le tableau synthétise la répartition du temps de travail par missions.

Parmi ces missions, représentant respectivement 33% et 21% de mon temps de travail, le traitement statistique des données et l'élaboration de la base de données géographique ont été réalisés intégralement par mes soins. Le reste de mon temps c'est partagé entre les entretiens (21%), les relevés floristiques (17%) et la recherche bibliographique (8%).

*Tableau : Planification de l'étude*

	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Aout
Recherche Bibliographique	■	■	■			■
Appropriation des données précédentes		■	■	■		
Entretiens avec les agriculteurs		■	■	■		
Saisie des diagnostics		■	■	■		
Base de données géographique		■	■	■		
Formation reconnaissance messicoles				■		
Relevés floristiques				■	■	
Mis en forme des matrices de données				■	■	
Traitement des données					■	■
Rédaction					■	■
Réalisation d'un herbier						■

### III. LA THEMATIQUE DES MESSICOLES DANS SON CONTEXTE

#### 1. Terminologie : des adventices aux messicoles

Tous les milieux au sein desquels on pratique l'agriculture peuvent être qualifiés d'agrosystème. Un agrosystème est donc un écosystème perturbé créé par l'exercice de l'agriculture, où les espèces cultivées prédominent. Les autres plantes présentes dans le champ sont qualifiées d'adventices. En botanique, le terme de plante adventice désigne toute espèce végétale poussant dans une culture sans y avoir été semée, c'est à dire la flore spontanée présente dans les habitats artificialisés (Godinho, 1984). Dans le cadre de notre étude, nous utilisons la définition agronomique qui désigne comme adventices à la fois les plantes « sauvages » et les repousses de la culture de l'année précédente (Olivereau, 1996). De manière vulgarisée ces plantes sont nommées « mauvaises herbes » et désignent des plantes indésirables là où elles se trouvent (Bailly *et al.*, 1980).

Les plantes messicoles (étymologiquement du latin messi = moisson et cole = habitat) sont une sous-catégorie des plantes adventices (Annexe 1). Surnommées « fleurs des champs » ou encore « plantes compagnes des céréales », elles vivent de façon exclusive ou préférentielle dans les milieux soumis à la moisson (Olivereau, 1996). Ce sont des plantes herbacées, pour la plupart annuelles, dont le cycle biologique (germination, croissance, fécondation, fructification, dissémination) est en phase avec celui des céréales cultivées (Jauzein, 1997). Ces caractéristiques en font pour une partie d'entre elles des plantes spécialistes avec une aire de répartition restreinte (Pointereau, 2010).

L'adaptation des plantes messicoles aux agrosystèmes et à leurs perturbations trouve son explication dans l'origine et l'histoire de ces dernières. C'est ce que nous allons rapidement développer avant d'étudier la biologie de ces espèces.

#### 2. Origine et histoire des plantes messicoles

Les premières espèces qui se sont ajoutées aux parcelles de céréales proviennent à priori de l'est du Bassin méditerranéen. On retrouve ainsi au Liban et en Syrie non seulement les ancêtres des céréales mais aussi des plantes messicoles telle que celles du genre *Nigella*, *Orlaya* et *Adonis*. Elles se sont ensuite diffusées de proche en proche jusqu'en Europe en même temps que la culture de blé et d'orge. Au cours de cette diffusion, de nouvelles espèces se sont ajoutées et des populations se sont différenciées. Les pratiques agricoles et les échanges commerciaux ont sélectionné des espèces de manière plus ou moins volontaire. Les plantes messicoles ont ainsi co-évolué avec les céréales (Olivereau, 1996 ; Jauzein, 1997).

#### 3. Caractéristiques biologiques des plantes messicoles

Notre étude s'intéresse aux plantes messicoles hivernales, c'est-à-dire aux plantes messicoles inféodées aux céréales d'hiver qui fleurissent majoritairement en juin-juillet avant

la moisson (Legast *et al.*, 2008). La plupart de ces plantes sont thermophiles, calcicoles et oligotrophes. Elles préfèrent les sols argilo-calcaires des régions sèches, pauvres en éléments nutritifs. Majoritairement de type biologique thérophyte, elles ont une stratégie de reproduction de type SR (Grime, 1977). Le mode de reproduction des plantes messicoles est variable mais toutes consacrent une part élevée de leur budget énergétique à la reproduction. Ainsi l'effort de reproduction excède en général 20% du budget énergétique total de la plante. Souvent, près de 50% de la biomasse aérienne correspond aux organes floraux (Olivereau, 1996). Tolérantes au stress, elles produisent une importante quantité de semences de petite taille. Par exemple un seul plant de coquelicot, *Papaver sp.*, peut produire plus de 50 000 graines sur une année (Legast *et al.*, 2008). Cette stratégie est bien adaptée aux milieux très instables dont font partie les sols régulièrement travaillés comme les terres agricoles.

La majorité des plantes messicoles françaises (102 taxons sur la liste nationale) est dépendante des insectes pour leur pollinisation (abeilles, bourdons, mouches, papillons) (Affre *et al.*, 2003 ; Bellanger, 2011). La dissémination des semences s'effectue de différentes façons : principalement par gravité (barochorie) et par le vent (anémochorie) mais aussi par les eaux d'irrigation et de ruissellement, ainsi que par les animaux (élevage principalement). C'est le cas des espèces *Ranunculus arvensis* et *Caucalis platycarpus* dont les graines s'accrochent à la laine des ovins et aux vêtements (Affre *et al.*, 2003). La longévité des semences, en général inversement proportionnelle à la taille de la graine, varie selon les espèces. Mais la durée de vie des graines des messicoles est en général faible. Par exemple, la longévité des graines de l'espèce *Asperula arvensis* est très courte, en moyenne inférieure à un an (Saatkamp, 2009). Les plantes messicoles sont aussi essentiellement diploïdes (2n chromosomes), donc subissent moins de mutations que les espèces polyploïdes, ce qui les rend vulnérables aux modifications de leur environnement (Verlaque & Filosa, 1997).

Comme on vient de le voir, les plantes messicoles sont des plantes spécialistes inféodées aux céréales, avec des caractéristiques biologiques et écologiques particulières ce qui les rend peu compétitrices et vulnérables face aux changements de leur environnement.

#### 4. Les plantes messicoles face à l'évolution de l'agriculture

Au cours du XXe siècle l'agriculture a connu une modernisation rapide. Afin de sortir de la pénurie d'après guerre les pouvoirs publics soutiennent le développement de l'agriculture et en particulier le développement des capacités productives. Cet objectif est atteint dans les années 1970, la France accédant au rang de 2ème puissance agricole mondiale. Pour ce faire l'agriculture française a connu une intensification forte des pratiques culturales. En effet la modernisation de la production s'est essentiellement basée sur la mécanisation et l'usage généralisé des intrants chimiques. Ce changement de mode de gestion des cultures a entraîné une dissociation des cultures et de l'élevage, une simplification des rotations jusqu'à la monoculture et le remembrement des parcelles transformant ainsi le rapport entre agriculture et environnement (Le Roux *et al.*, 2008).

Historiquement, l'intensification de l'agriculture s'est accompagnée d'importants changements de structure et de composition des paysages. Initialement organisés en mosaïque de petites parcelles séparées par des éléments semi-naturels, les agrosystèmes se composent maintenant en majorité de grandes parcelles. La mosaïque paysagère, définie comme l'assemblage de l'ensemble des éléments du paysage qui forment l'agrosystème, a ainsi été simplifiée (Petit *et al.*, 2008). Cette simplification du paysage influence la faune et la flore et a conduit à un déclin de la biodiversité (Tschardt *et al.*, 2005). Les adventices et plus particulièrement les messicoles ne font pas exception. La variabilité et l'hétérogénéité d'habitats sont des facteurs déterminants de la richesse spécifique des adventices. Il a notamment été démontré que la diminution de la complexité du paysage conduit à une diminution du nombre moyen d'espèces d'adventices (Baessler *et al.*, 2006). Au contraire l'augmentation de la complexité du paysage améliore la diversité en espèces dans les champs (Gabriel *et al.*, 2005 ; Roschewitz *et al.*, 2005). Les paysages complexes offrent une diversité d'habitat que la flore adventice peut coloniser. De plus, au sein de ces paysages hétérogènes, les parcelles présentent généralement des ratios Périmètre / Aire élevés et donc plus de bordures qui peuvent servir de refuges aux espèces messicoles les plus sensibles aux pratiques agricoles (Fried *et al.*, 2009).

L'intensification agricole a conduit à une diminution de l'hétérogénéité spatiale entraînant une diminution de la diversité des espèces d'adventices dans les champs. Mais la modification du paysage n'est pas le seul facteur responsable du déclin de la flore des champs. La qualité de l'habitat a aussi son importance. Dans un paysage hétérogène elle est principalement déterminée par le type et l'intensité des pratiques agricoles (Waldhardt *et al.*, 2004).

Dans un champ toute plante qui n'est pas semée est considérée comme indésirable. En effet les adventices peuvent engendrer des nuisances. En occupant simultanément le même espace, elles se retrouvent en compétition avec les céréales pour l'eau, les éléments fertilisants, l'air et la lumière. Par ailleurs certaines d'entre elles peuvent s'avérer toxiques comme par exemple l'ivraie enivrante, *Lolium temulentum* et représenter un risque sanitaire pour les bêtes. Partant de ce constat, les agriculteurs n'ont eu de cesse de détruire ces « mauvaises herbes » afin de préserver leur rendement (Jauzein, 2001). La façon la plus évidente pour limiter le développement des adventices est le désherbage. Le tonnage d'herbicides utilisé en France a été multiplié par 5 entre 1970 et 1990. Aujourd'hui, 95 % des surfaces de céréales à paille sont désherbées chimiquement, ce qui en fait le facteur d'élimination des plantes messicoles le plus important (Pointereau, 2010). L'utilisation des herbicides peut détruire l'appareil végétatif des plantes (racines, tiges, feuilles) dès la germination. Ainsi, le stock de graines peut s'épuiser en quelques années (Olivereau, 1996). De plus, l'utilisation systématique de certaines molécules herbicides favorise des lignées de plantes résistantes simplifiant ainsi les communautés d'adventices (Fried *et al.*, 2009). Cependant, l'utilisation d'herbicide seule ne peut expliquer la diminution floristique observée.



Avant même l'arrivée des herbicides, l'apport d'engrais chimiqua eu un impact sur les plantes messicoles. La richesse spécifique des champs cultivés est corrélée négativement avec la fertilisation azotée chimiqua (Kleijn *et al.*, 2009). Plus généralement la fertilisation azotée des cultures de prime abord positive sur la croissance des végétaux est néfaste lorsque l'azote est présent en excès. L'augmentation des apports d'engrais azotés chimiques ou organiques, conduit à un enrichissement excessif des sols. Encore une fois cette homogénéisation des milieux, simplifie les communautés car ce sont les espèces les plus adaptées aux fortes quantités d'azote (nitrophiles) qui se développent. Les espèces adaptées aux milieux pauvres en nutriments réduisent leur production de biomasse (Kleijn & Van der voort, 1997) ou disparaissent comme c'est le cas pour la plupart des plantes messicoles (Le Roux *et al.*, 2008).

D'autres pratiques affectent la richesse spécifique et l'abondance des plantes messicoles. Le labour profond utilisé de façon répétée a un effet négatif sur la diversité floristique. Il sélectionne les espèces d'adventices en fonction de la capacité de survie des semences dans le sol et de la présence ou non d'une phase de dormance des graines (Legast *et al.*, 2008). Un travail profond retournant le sol, entraîne la sélection de graines dormantes et à longévité importante, tandis que les graines à durée de vie courte seront incapables de germer (PNA, Cambecèdes *et al.*, 2012). En revanche il faut préciser que l'abandon de tout travail du sol est tout aussi néfaste. C'est la perturbation par le travail du sol qui crée le milieu propice aux messicoles. L'absence de travail du sol entraîne une perte du pouvoir de restauration par le stock semencier (Dutoit & Gerbaud, 2003). La pratique du faux semis en épuisant le stock de graines dans le sol est aussi très préjudiciable aux messicoles. Autrefois le tri des graines était réalisé manuellement ou à l'aide de trieuses à la ferme. L'agriculteur en réutilisant les graines de la ferme réensemencait une partie des espèces messicoles et participait à leur propagation. Désormais les trieuses sont plus performantes ; un seuil de tolérance a été établi à sept semences de plantes autres que céréales pour 500 g de blé, d'épeautre ou d'orge et les agriculteurs achètent des semences certifiées répondant à des normes de propreté strictes. Ces pratiques permettent d'éliminer les graines de messicoles de la semence et affectent leur maintien dans les exploitations.

La sélection variétale permet de rendre les espèces cultivées plus compétitives. De plus certaines messicoles sont inféodées à une seule espèce cultivée, utiliser la sélection variétale pour modifier l'espèce cultivée peut donc nuire voire éliminer l'espèce messicole en question (Pointereau, 2010).

La modification des dates et des densités de semis nuit également à la population de messicoles. L'augmentation de la densité de semis augmente le recouvrement de la culture et donc la compétition avec les messicoles. Les semis précoces engendrent quand à eux des récoltes précoces néfastes pour les plantes annuelles à floraison tardive. Enfin, les rotations trop longues sont défavorables aux messicoles. En effet, il a été montré que la résilience des communautés de messicoles après une phase prairiale longue de dix ans est quasi nulle, le stock semencier étant épuisé (Dutoit & Gerbaud, 2003).

Suite à l'intensification de l'agriculture les plantes messicoles ont fortement régressé. Le constat étant le même partout en Europe, les agronomes ont cherché à développer des solutions techniques plus respectueuses de l'environnement. Un nouveau système de cultures à notamment vu le jour, l'agriculture biologique. L'agriculture biologique concerne le fonctionnement global de l'exploitation et donc un ensemble de pratiques (Pointereau, 2010). Elle est basée sur la non-utilisation d'intrants de synthèses. Certains agriculteurs vont jusqu'à repenser leur système à des échelles de temps et d'espace plus larges impliquant la mise en place de rotations ou l'utilisation de semences fermières. Ces pratiques sont favorables aux messicoles. Plusieurs études concernant la comparaison de fermes biologiques et conventionnelles montrent ainsi que l'agriculture biologique favorisent les plantes messicoles (Gabriel *et al.*, 2006 ; Hole *et al.*, 2005 ; Romero *et al.*, 2008 ; Roschewitz *et al.*, 2005).

Mais cette solution ne résout pas complètement tous les problèmes concernant la conservation des plantes messicoles. Le passage à des pratiques d'agriculture biologique ne permet pas toujours la recolonisation des milieux par les espèces rares (Le Roux *et al.*, 2008). De plus, les agriculteurs cherchent toujours à contrôler les adventices et pour cela peuvent utiliser des pratiques comme l'utilisation de la herse étrille ou le faux-semis.

L'érosion de la biodiversité des agrosystèmes se poursuit inexorablement. Le nombre moyen d'espèces d'adventices par parcelle s'est réduit de 42% (Fried *et al.*, 2009). Alors bien que ces espèces évoluant dans les cultures puissent occasionner des gênes, il ne faut pas oublier qu'elles jouent un rôle majeur dans le fonctionnement de l'agrosystème.

## 5. Fonctions écologiques des plantes messicoles

Le rapport sur l'évaluation des écosystèmes pour le millénaire (Millenium Ecosystem Assessment, 2005) désigne les services écosystémiques comme des « biens et services que les hommes peuvent tirer des écosystèmes, directement ou indirectement, pour assurer leur bien-être ». Plus précisément, les services rendus par les écosystèmes désignent les bénéfices que nous pouvons tirer des processus naturels. Il est possible de distinguer quatre types différents de services écosystémiques : les services de support, les services de régulation, les services d'approvisionnement et les services culturels. Les services de support se rapportent à l'auto-entretien des écosystèmes tels que la formation des sols, la photosynthèse, et le cycle des éléments nutritifs (Reid *et al.*, 2005). Les services de régulation comprennent notamment la régulation du climat, de la qualité de l'eau, la pollinisation et la dégradation des déchets. Les services d'approvisionnement renvoient aux productions primaires telles que la nourriture, l'eau douce, le bois, les fibres et le carburant. Enfin les services culturels correspondent aux services non matériels obtenus à travers l'enrichissement spirituel, l'esthétisme, l'éducation, et les loisirs. Les services écosystémiques reposent ainsi sur des fonctions écologiques, elles-mêmes assurées par l'activité biologique de certains groupes d'organismes (Le Roux *et al.*, 2008) (Figure 2).

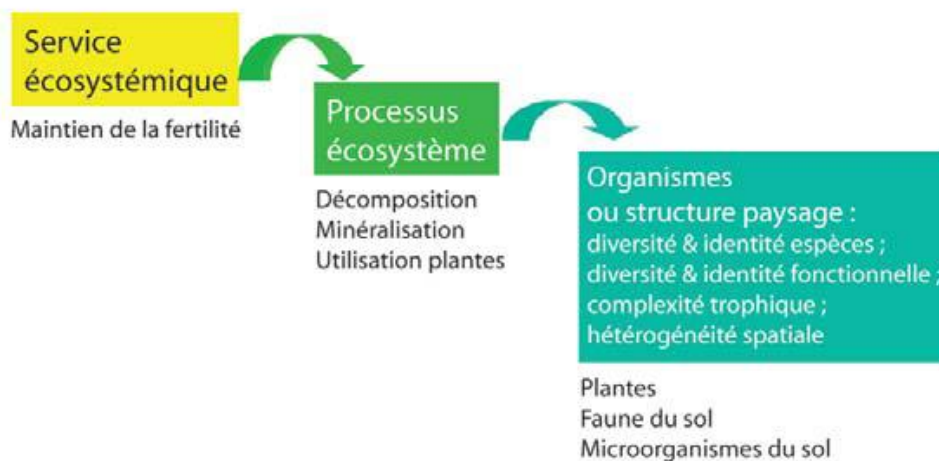


Figure 2 : Schématisation d'une démarche d'analyse reliant services, fonctions et composantes de la biodiversité (Le Roux et al., 2008).

Outre leur intérêt éthique et culturel, symbole d'un environnement de qualité pour le grand public sensible à certaines espèces emblématiques sur le plan artistique (comme le bleu, *Cyanus segetum* et / ou le coquelicot, *Papaver sp.*), les plantes messicoles constituent un intérêt écologique et fonctionnel pour la biodiversité et les cultures. Les plantes messicoles se trouvent au sein d'un réseau complexe en relation avec les autres organismes de l'agrosystème (Saatkamp, 2009) (Figure 3). Les plantes assurent la production primaire sur laquelle sont basées les chaînes alimentaires. Les feuilles et tiges peuvent être consommées, tandis que le pollen et le nectar fournissent des ressources pour les insectes pollinisateurs. En plus de fournir de la nourriture, elles peuvent servir d'habitat (Marshall *et al.*, 2003). Ainsi les messicoles offrent des ressources allant du nectar, à l'abri. Les interactions sont innombrables, de nombreuses espèces animales et végétales sont inféodées aux plantes messicoles : Guilbot et Coutin, (1993) ont identifié 173 espèces d'arthropodes liés à 47 espèces de messicoles strictes, notamment à l'état larvaire. Les plantes messicoles de type dicotylédones attirent un grand nombre d'auxiliaires des cultures ce qui permet de créer un environnement plus favorable à la lutte contre les ravageurs (Dutoit *et al.*, 2001 ; Marshall & Brown, 2003 ; Colignon *et al.*, 2004). Les plantes messicoles, permettent de participer directement ou indirectement à la pollinisation des cultures. Les relations plantes-pollinisateurs sont étroites, la perturbation de l'une des communautés va entraîner le déséquilibre de l'ensemble (Cambecédès *et al.*, 2012). Certaines messicoles possèdent du nectar de très bonne qualité ; c'est le cas par exemple du bleuet *Cyanus segetum* (Gibson *et al.*, 2006). Cet attrait pour les plantes messicoles peut permettre aux pollinisateurs par la même occasion de polliniser la culture en place (Klein et al, 1997). De plus, en zone de grande culture intensive, le coquelicot (*Papaver rhoeas*) est un apport essentiel en pollen pour les colonies d'abeilles, car il fleurit

entre les floraisons du colza et du tournesol période pendant laquelle la démographie des abeilles est la plus importante (Requier *et al.*, 2015).

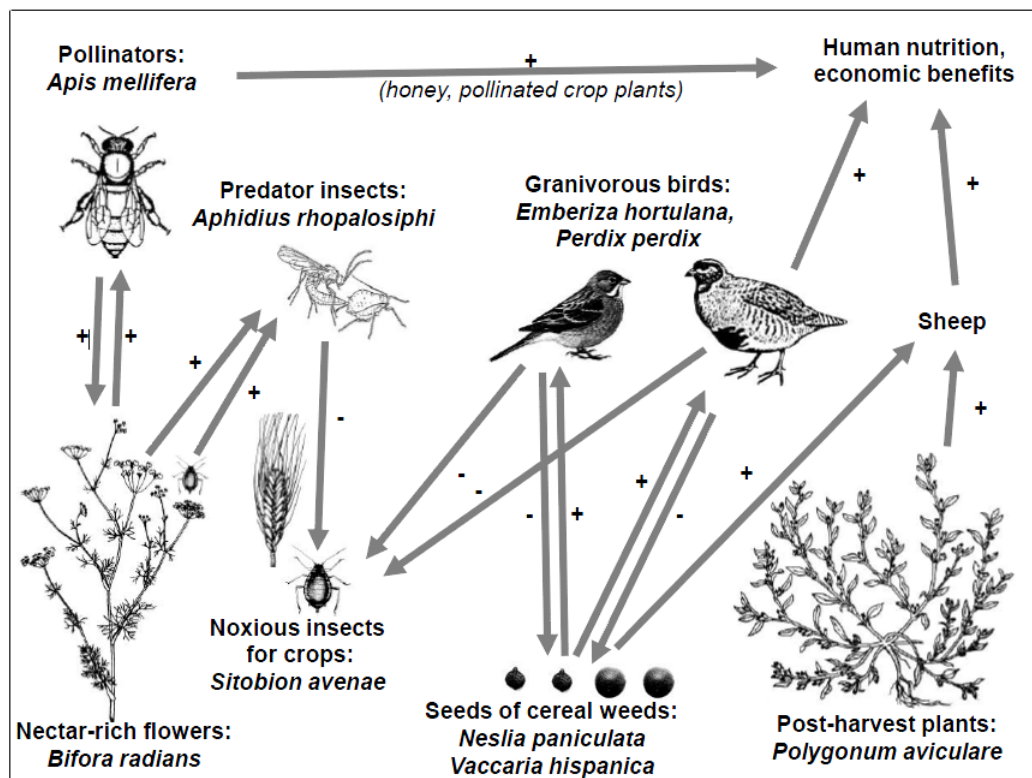


Figure 3 : Exemple de relation trophique et de services écosystémiques assurés par des plantes messicoles (Saatkamp, 2009).

L'avifaune et les mammifères se nourrissent de l'entomofaune mais aussi des graines produites par les plantes messicoles ce qui réduit leur consommation des graines de la culture. (Olivereau, 1996; Wilson *et al.*, 1999).

De nombreuses plantes messicoles sont consommées et appréciées par les ovins lors du pâturage d'automne des champs de céréales après la moisson. Les plantes messicoles sont en majorité des dicotylédones (86%) alors que dans les parcours on trouve surtout des monocotylédones. Les plantes dicotylédones sont plus faciles à digérer car elles sont plus pauvres en lignine et silice que les plantes monocotylédones. Ainsi, dans les chaumes, les teneurs en matières azotées totales en calcium, magnésium et potassium sont plus élevées que dans les parcours. Ces valeurs nutritives apportent une complémentarité qui permet de satisfaire au mieux les besoins alimentaires des ovins et évite à l'exploitant d'utiliser et/ou d'importer des fourrages (Dutoit *et al.*, 2001 ; Gerbaud *et al.*, 2001).

## 6. Mesures de conservations mises en œuvre

Faisant suite au constat de la disparition progressive des messicoles, afin de préserver la diversité et d'éviter la perte de services, différents outils et moyens ont été mis en place afin de conserver ces populations. Des initiatives locales ou nationales ont ainsi été initiées.

Après des premiers travaux en 2000, qui ont permis de dresser un état des lieux, un Plan National d'Action (PNA) en faveur des plantes messicoles est lancé en 2012. Chaque plan national d'actions en faveur d'une espèce ou d'un groupe d'espèces menacées est élaboré à l'initiative du ministère du Développement durable. Ce dernier désigne une Direction Régionale de l'Environnement, de l'Aménagement et du Territoire (DREAL) coordinatrice pour chaque plan. La mise en œuvre du plan se réalise progressivement à plusieurs échelles dépendamment de la participation des nombreux acteurs associés au projet. En ce qui concerne le « PNA messicoles », programmé sur la période 2012-2017, il est animé par le Conservatoire Botanique National (CBN) des Pyrénées et de Midi-Pyrénées et a pour objectif de conserver et restaurer les populations de plantes messicoles en associant l'ensemble des partenaires impliqués et en premier lieu la profession agricole. Pour cela des programmes de recherche visant à approfondir les connaissances sur ces espèces, des actions visant à élaborer des outils méthodologiques et des actions de communication ont déjà été menés.

A cela s'ajoute un projet CASDAR (compte d'affectation spéciale « développement agricole et rural »). Un CASDAR est un outil financier qui a pour but de préparer la transition agro-écologique de l'agriculture française. Intitulé « conservation des plantes messicoles dans les parcelles cultivées » ce projet est porté par l'ACTA sur la période 2013-2015. Il permet de financer des actions locales visant à référencer, faire connaître et protéger les plantes messicoles.

Partenaires de ces projets, SupAgro Florac a étudié la possibilité de créer un outil d'autodiagnostic sur les plantes messicoles, permettant notamment d'évaluer la biodiversité d'un champ par des non spécialistes. Solagro a étudié et intégré un module « biodiversité-messicole » à son outil de diagnostic agro-environnemental « Dialecte ». Ces outils ont été testés et transférés en Europe dans le cadre d'un programme européen ECODIAG.

Notons enfin en parallèle, la naissance du réseau messicole en 2006, animé par SupAgro Florac. Ce site rassemble plusieurs professionnels et passionnés, renferme un certain nombre d'informations sur ces plantes et favorise le développement d'une culture partagée.

## IV. MATERIEL ET METHODES

### 1. Zone d'étude

L'étude a été conduite en 2014 et 2015 dans le sud de la France sur les Causses Méjean et Sauveterre. Ces Causses sont des plateaux calcaires (900 à 1200 mètres d'altitude) comprenant les plus vastes pelouses sèches de France et quelques zones boisées. Le climat est montagnard à influences méditerranéennes, avec des variations moyennes mensuelles de températures de -3°C en janvier à 24°C en juillet. Les précipitations varient de 800 à 1200 mm/an. L'agriculture sur ces plateaux est dominée par des systèmes de polyculture-élevage ovin extensifs pour la production de lait ou viande. Les terres cultivées en céréales et en cultures fourragères représentent environ 10 à 15 % de la Surface Agricole Utile (SAU). Les cultures de céréales sont à destination du troupeau pour tendre vers l'autonomie alimentaire. Le reste des surfaces est constitué de parcours à vocation pastorale. Les conditions pédoclimatiques et les pratiques agricoles extensives font de cette zone d'étude un hot-spot en plantes messicoles à l'échelle française (Pointereau, 2010).

Vingt exploitations agricoles représentatives de la zone d'étude ont été sélectionnées sur un gradient d'intensité des pratiques agricoles (9 en agriculture biologique et 11 en agriculture conventionnelle). Pour chacune de ces 20 exploitations, 3 à 5 parcelles de céréales d'hiver (blé, triticale, orge, méteil, épeautre) ont été sélectionnées pour notre étude. Les parcelles ont été choisies de façon à minimiser les différences entre les parcelles en agriculture biologique (bio) et en agriculture conventionnelle (conv) concernant les surfaces, le type de céréales d'hiver et le paysage environnant. De plus, les parcelles en agriculture biologique ne sont pas adjacentes à celles en agriculture conventionnelle afin d'éviter les potentiels effets de contamination de certaines pratiques (herbicides, fertilisation). Au final, notre jeu de données est constitué de 41 parcelles en agriculture biologique (18 échantillonnées en 2014 et 23 en 2015) et 53 parcelles en agriculture conventionnelle (30 échantillonnées en 2014 et 23 en 2015), soit un total de 94 parcelles sélectionnées (Figure 4).

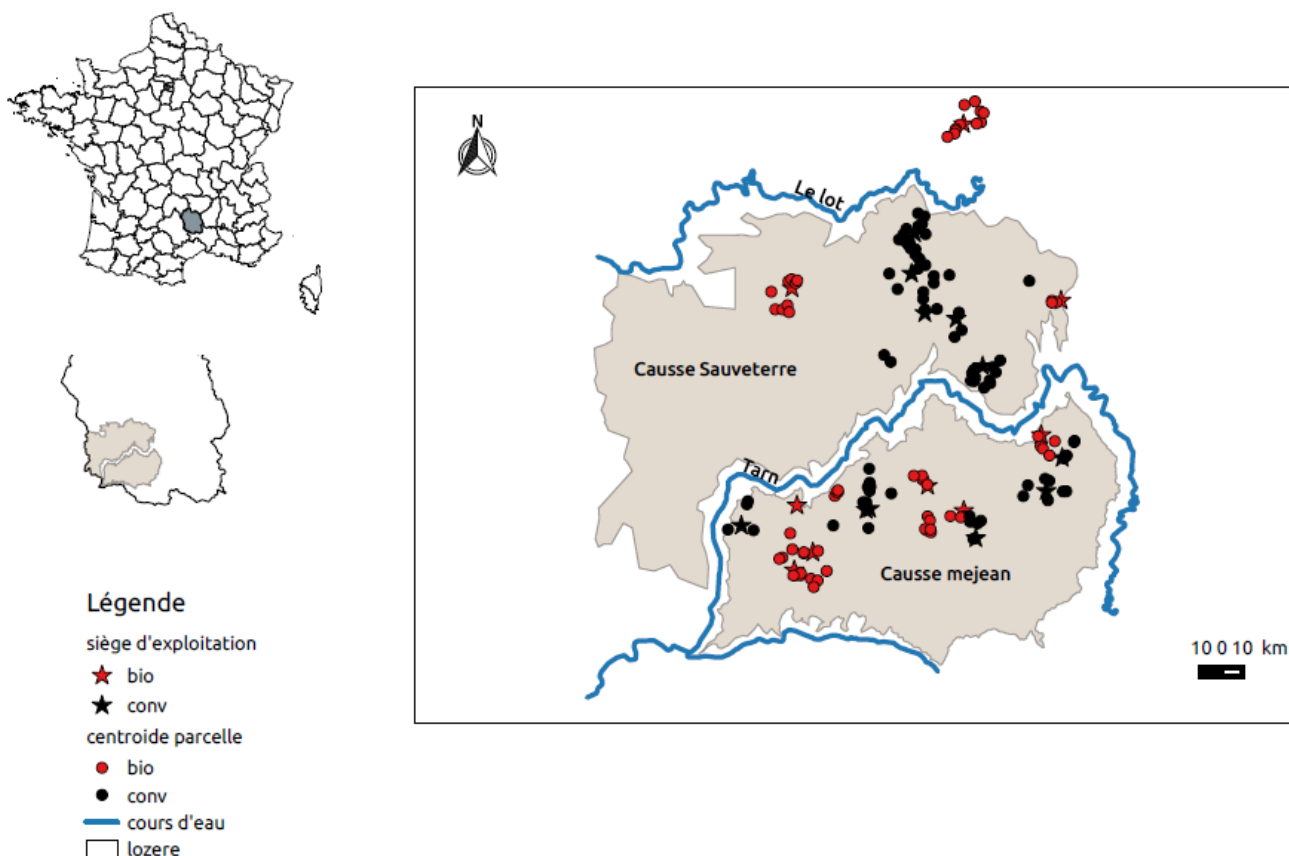


Figure 4 : Carte de la localisation des 94 parcelles inventoriées appartenant aux 20 exploitations sélectionnées sur la zone d'étude.

## 2. Protocole expérimental

### a) Caractérisation des pratiques agricoles

Chaque agriculteur a été interviewé afin de connaître ses pratiques culturales. Le questionnaire utilisé est issu du logiciel Dialecte. Cet outil développé par Solagro depuis 1993, permet d'évaluer l'impact agro-environnemental d'une exploitation. Actuellement Il compte à son actif plus de 1900 diagnostics répartis dans toute la France et aussi dans le monde. Dialecte est composé de plusieurs parties dont un bilan général de l'exploitation, un bilan économique, un bilan de conformité de l'exploitation au cahier des charges « Haute Valeur Environnementale », mais aussi un bilan biodiversité à travers un module de présence des plantes messicoles qui nous intéresse tout particulièrement. A partir des informations obtenues plusieurs variables liées aux pratiques culturales ont été retenues (Tableau 1). Ces variables, telles que la culture en place, la culture de l'année précédente, la densité de semis, l'origine des graines, la pratique du faux-semis, la fertilisation, le désherbage et la pratique du labour, sont susceptibles d'influencer la richesse et l'abondance des plantes messicoles.

Tableau 1 : Variables et modalités sélectionnées pour les analyses statistiques à partir des résultats des enquêtes réalisées auprès des exploitations agricoles.

<b>Variables</b>	<b>Modalités</b>
<b>Numéro d'exploitation</b>	de 1 à 20
<b>Numéro de la parcelle</b>	de 1 à 94
<b>Numéro Dialecte</b>	x
<b>Type de système</b>	Biologique Conventionnel
<b>Surface parcelle (ha)</b>	x
<b>Culture en place</b>	Blé Orge Triticale Méteil Epeautre
<b>Culture de l'année précédente</b>	Blé Orge Triticale Méteil Seigle Avoine Lentilles PT Défriche
<b>Rendement (q/ha)</b>	x
<b>Densité semis (kg/ha)</b>	x
<b>Origine semence</b>	Certifiée Fermière
<b>Trie semence</b>	Oui Non
<b>Traitement semence</b>	Oui Non
<b>Travail du sol</b>	Labour TCS Semi-direct
<b>Fertilisation organique (kg N/ha)</b>	Fumier Compost Lisier
<b>Fertilisation minérale (kg N/ha)</b>	x
<b>Fertilisation totale (kg N/ha)</b>	x
<b>Désherbage mécanique</b>	Oui Non
<b>Nombre de passages herse étrille</b>	x
<b>Nombre de passages d'herbicide</b>	x
<b>Nombre de passage de fongicide</b>	x
<b>Nombre de passage d'insecticide</b>	x



## b) Analyse du contexte paysager environnant les parcelles

Le contexte paysager environnant chaque parcelle a été caractérisé par photo interprétation (2008), en évaluant la proportion de terre arable dans un rayon de 1 km autour du barycentre de chaque parcelle. La proportion de terre arable est reconnue comme un indicateur pertinent de description des paysages agricoles, indicateur corrélé avec les autres descripteurs caractérisant la composition et la structure des paysages agricoles (Gabriel *et al.*, 2006). Cet indicateur est inversement proportionnel à la surface d'espaces naturels dans le paysage. De même, l'aire, le périmètre et le ratio aire/périmètre ont été calculé pour chaque parcelle.

## c) Relevés floristiques

Chacune des 94 parcelles sélectionnées a fait l'objet de relevés floristiques entre mi-mai et début juillet. Pour chaque parcelle nous avons défini deux zones d'échantillonnage, l'une en bordure (à partir du premier rang cultivé) et l'autre au centre de la parcelle (au moins à 10 m du bord pour les parcelles les plus petites). Chacune des deux zones d'échantillonnage a fait l'objet d'un transect rectangulaire de 50 m sur 1 m. Les transects des deux zones sont parallèles l'un l'autre. Chaque transect contient 5 zones d'échantillonnage de 4 quadrats contigus de 1 m<sup>2</sup> espacés de 6 m. Au total 40 quadrats de 1 m<sup>2</sup> ont été échantillonnés par parcelle dont 20 au centre et 20 en bordure (Figure 5).

La liste des plantes messicoles sur laquelle s'appuie nos inventaires (Annexe 2) provient de la liste nationale établie dans le Plan National d'Action des plantes messicoles (Aboucaya *et al.*, 2000; Cambecédès *et al.*, 2012), qui comporte 102 taxons. Tous les taxons retenus possèdent les caractéristiques biologiques des messicoles et sont indigènes et inféodés aux cultures de céréales. Parmi ces 102 taxons de la liste nationale, nous avons sélectionné pour notre liste 49 identifiés antérieurement sur notre zone d'étude (Sellenet, 1996). De plus, nous avons ajouté sept taxons supplémentaires provenant de listes régionales proches de notre zone d'étude (Liste du Languedoc-Roussillon en cours de création). Ces sept taxons ont également été relevés lors des inventaires des années 2000 sur les Causses. En effet la liste nationale est en cours de révision en s'appuyant sur la compilation des différentes listes régionales. Pour nos inventaires, nous avons finalement une liste de 56 taxons. Parmi ces taxons, 21 sont classées en situation précaire, 26 à surveiller et 9 encore abondantes. Ces niveaux de rareté sont établis grâce aux avis d'experts pour les plantes inscrites dans le PNA et en consultant une base de référence établis par les CBN pour les espèces non renseignées dans le PNA (FCBN, 2013).

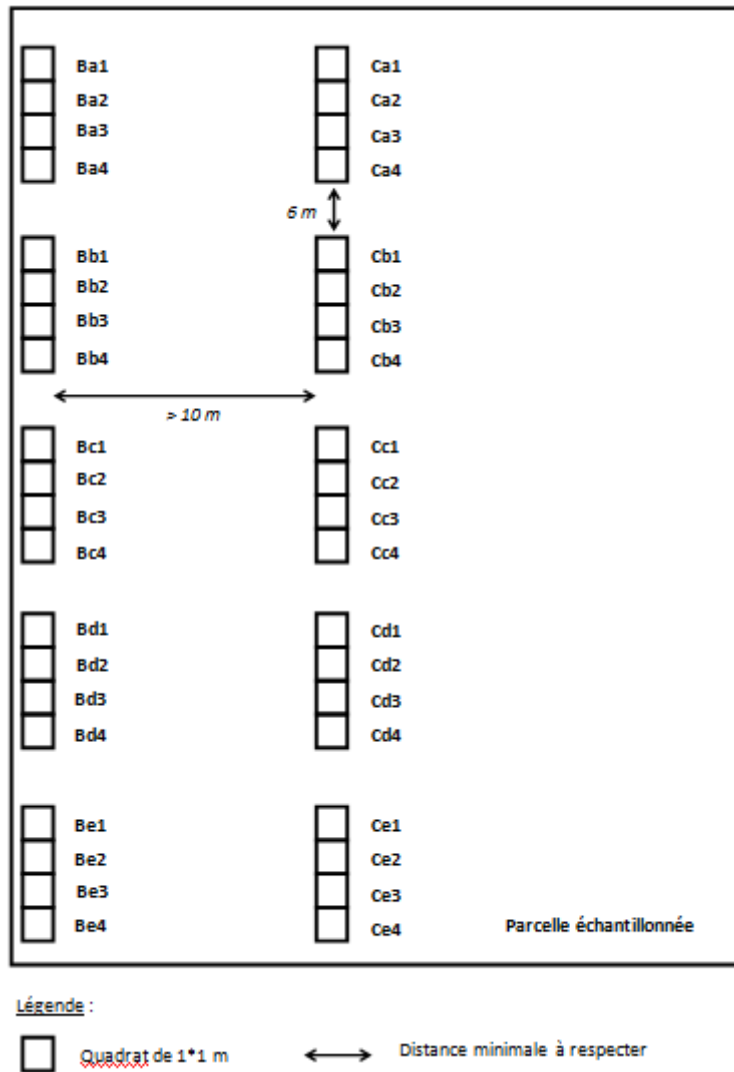


Figure 5: Schéma du protocole de relevé floristique

Ainsi dans chaque quadrat, nous avons inventorié le nombre d'espèces d'aventices et déterminé les taxons de plantes messicoles. L'abondance des taxons messicoles a également été calculée. Elle est exprimée en classes selon le nombre de plantes présentes par quadrat. La classe 1 correspond à une présence de 1 à 5 plantes d'un même taxon, la classe 2 correspond à une présence de 6 à 20 plantes et la classe 3 à une présence de plus de 20 plantes.

### 3. Analyses statistiques

Les analyses exploratoires et descriptives des données sont effectuées à l'aide du logiciel R (version 3.1.2.) à l'échelle du quadrat ou de la parcelle selon les analyses.

#### a) Analyse de l'environnement des parcelles

Cette analyse permet de savoir s'il existe des corrélations entre la configuration des parcelles (Aire, Périmètre et ratio Aire/Périmètre) et le pourcentage de terre arable autour de celles-ci (José-Maria *et al.*, 2010) à l'aide d'un test de corrélation de Pearson .

L'étape suivante consiste à réaliser des Anova simples à deux facteurs, à partir du package « vegan » (Oksanen *et al.*, 2013), sur les variables décrivant la configuration des parcelles pour déterminer s'il existe une différence significative entre les parcelles en agriculture biologique et celles en agriculture conventionnelle.

#### b) Analyse de l'intensification des terres arables

Conformément à la méthodologie d'Armengot *et al.* (2011), nous avons calculé un indice d'intensification des pratiques agricoles ("Lui index"), pour chacune des 94 parcelles, basé sur cinq variables de pratiques agricoles reconnues comme ayant un impact négatif sur les plantes messicoles. Cet indice est obtenu en réalisant une ACP (Analyse en Composante Principale) sur ces cinq variables (Tableau 2), qui sont : la moyenne annuelle d'apport d'azote totale (minérale et organique) en kg N/ha, le type de désherbage (absent : 0 ; désherbage mécanique : 1 ; désherbage chimique ou désherbage chimique + mécanique : 2), le ratio en années d'implantation de céréales sur le nombre d'années de la rotation type, le nombre de catégories de cultures présentes pendant cinq ans (céréales, légumes, prairies...) et l'origine des semences (certifiée ou fermière). L'ACP repose sur les corrélations linéaires de ces variables et permet de résumer l'information en réduisant l'ensemble de ces 5 variables à une seule (l'axe 1 caractérisant un gradient d'intensification). Les coordonnées de chaque parcelle sur cet axe permet l'obtention d'un indice ("Lui index"). Les valeurs de cet indice pour les 41 parcelles en agriculture biologique et les 53 parcelles en agriculture conventionnelle et ont été comparées et testées avec un test de Mann-Whitney.

Tableau 1: Définition et justification des variables utilisées pour l'indice d'intensité

Variables	Définition	Justification
<b>FertiN</b>	Moyenne annuelle d'apport d'azote totale (minérale et organique) en kg N/ha	Un fort taux d'azote apporté dans le sol entraîne une eutrophisation de ce dernier (manque d'oxygène) ce qui peut affecter la diversité des adventices.
<b>Divculture</b>	Nombre de différentes catégories de culture semées sur 5 ans : céréales, légumes, prairies ...	L'effet d'une rotation dépend du choix du rendement et la fréquence d'une même culture dans la rotation. Une rotation diversifiée permet d'augmenter la biodiversité (microorganismes du sol, adventices, insectes...). Elle peut augmenter la structure du sol et sa fertilité grâce aux racines profondes.

<b>Ratiocereale</b>	Le nombre d'année dans le schéma de rotation où la parcelle est implantée en céréales	La monoculture de céréales modifie les microorganismes du sol et la flore adventice. La culture consomme la même catégorie de nutriments du sol, ce qui entraîne une diminution du taux de nutriments essentiels, et favorise la persistance de ravageurs et de maladies.
<b>Originegraine</b>	Codage : Graines certifiées = 1 Graines fermières = 0	L'amélioration du tri et du traitement des semences réduit et menace l'existence de nombreuses espèces adventices.
<b>Cadventice</b>	contrôle des adventices : Pas de contrôle = 0 Désherbage mécanique = 1 Herbicides ou herbicide + désherbage mécanique = 2	L'élimination des adventices réduit la diversité des espèces et la faune associée. L'impact du contrôle des adventices est sensiblement différent entre les exploitations bio et conv du fait du contrôle chimique réalisé par les conventionnels.

### c) Analyse de la composition et de la diversité en messicoles

Pour analyser les différences de composition en plantes messicoles entre les parcelles en agriculture biologique et conventionnelle, des analyses multivariées ont été réalisées. Ces analyses sont basées sur des matrices représentant la composition des espèces messicoles par parcelle en présence/absence (1 ou 0). La différence de composition des espèces messicoles est également analysée entre la bordure et le centre des parcelles. Une Analyse de la variance par permutation (Permanova) est réalisée sous le logiciel R, telle qu'implémentée dans le package « Vegan » en utilisant des matrices de distances. L'indice de dissimilarité de Bray-Curtis a été utilisé comme base pour l'analyse. Cet indice est compris entre 0 et 1, c'est-à-dire que plus la distance entre les compositions est grande plus l'indice se rapproche de 0 et inversement (Bray & Curtis, 1957).

En complément, une Analyse Factorielle des Correspondances (AFC) a été réalisée entre parcelles afin de mettre en évidence graphiquement les différences de composition en plantes messicoles en fonction du type de système d'exploitation (bio/conventionnel). Une autre AFC a été réalisé pour illustrer graphiquement la différence de composition des plantes messicoles entre la bordure et le centre des 94 parcelles.

La fréquence d'occurrence (absence/présence) de chaque taxon messicole inventorié, c'est-à-dire le nombre de quadrats dans lequel le taxon est présent sur le nombre total de quadrats, est comparée entre les quadrats réalisés dans les parcelles biologiques (N = 1640 ; 41 parcelles x 40 quadrats) et conventionnelles (N = 2120 ; 53 parcelles x 40 quadrats), puis entre la bordure (N = 1880 ; 94 parcelles x 20 quadrats) et le centre (N = 1880 ; 94 parcelles x 20 quadrats) des parcelles avec un test de Khi-deux. Pour les taxons messicoles avec une occurrence < 10, nous avons utilisé un test exact de Fischer comme alternative au test de Khi-deux.

#### d) Influence des pratiques agricoles sur les messicoles

L'abondance en plantes messicoles est estimée par parcelle et par zone (bordure/centre) en sommant le nombre de quadrats où chaque espèce est présente.

Les variations d'abondance et la richesse spécifique par taxon sont ensuite analysées en utilisant des modèles linéaires mixtes généralisés (GLMM) réalisés en utilisant la fonction « glmer » du package « lme4 » du logiciel R. Ce sont d'abord les effets des variables qui ne découlent pas directement des pratiques agricoles, à savoir la culture, la culture précédente, la surface, l'année d'échantillonnage qui sont testées. L'indice d'intensification (variable notée axe 1) est utilisé comme facteur fixe et la variable exploitation comme facteur aléatoire (afin d'éviter l'influence qu'elles pourraient avoir sur les résultats (localisation et agriculteur)).

Ensuite ce sont les variables qui découlent directement des pratiques agricoles et peuvent influencer la présence des messicoles qui sont analysées. De la même manière que précédemment, l'abondance et la richesse spécifique sont analysées par des modèles linéaires mixtes généralisés (GLMM). Ces modèles incluent les variables réponses (richesse ou abondance) suivant une distribution de Poisson et les variables fixes suivantes : désherbage mécanique, désherbage chimique, quantité d'azote totale, quantité d'azote minérale et les opérations appliqués aux semences (trie et traitement). La variable exploitation est de nouveau ajoutée comme facteur aléatoire du test. A la fin du test, la variable qui est la moins significative, c'est-à-dire celle qui a la P-value la plus élevée, est retirée du modèle et un nouveau modèle est lancé sans cette variable. Les modèles sont ensuite confrontés sur la base du principe de parcimonie à l'aide de l'Akaike Information Criterion (AIC). Le modèle ayant la valeur d'AIC la plus petite constitue le meilleur modèle.

Ensuite, on réalise des tests de corrélation de Pearson à partir des données de quadrats entre :

- La richesse spécifique en messicoles et celle en adventices
- La richesse spécifique en messicoles et le pourcentage de recouvrement de culture
- Le pourcentage de recouvrement d'adventices et celui de la culture
- Le nombre de taxons par exploitation en situation précaire et en situation à surveiller
- Le nombre de taxons par exploitation en situation précaire et encore abondants
- Le nombre de taxons par exploitation en situation à surveiller et encore abondants

## V. RESULTATS ET ANALYSES

Les facteurs en mesure d'influencer la présence des plantes messicoles sont les conditions pédoclimatiques, l'environnement de la parcelle (milieu d'habitat) et les pratiques agricoles (perturbation du milieu d'habitat). L'influence des conditions pédoclimatiques, c'est-à-dire le type de sol, le climat, la pluviométrie, l'ensoleillement, la température, l'altitude et le vent, peut être négligé puisque toutes ces caractéristiques sont similaires sur l'ensemble de notre zone d'étude.

### 1. Analyse de l'environnement des parcelles

La surface et le périmètre de la parcelle, le ratio aire/périmètre (A/P) ainsi que l'environnement des parcelles (évalué par l'aire des terres arables dans un rayon de 1 km) ne diffèrent pas entre les deux systèmes de gestion (Tableau 3). De plus, aucune corrélation significative entre les descripteurs et l'environnement des parcelles n'a été trouvée. Le test de la corrélation de Pearson (N = 94) donne entre :

- l'aire de chaque parcelle et l'aire totale des terres arables :  $r = -0,14$  ; P-value = 0,18.
- le périmètre de chaque parcelle et l'aire totale des terres arables :  $r = -0,10$  ; P-value = 0,36.
- le ratio aire/périmètre sur l'aire totale des terres arables :  $r = -0,13$  ; P-value = 0,20.

Ainsi nous pouvons considérer que si les systèmes subissent une influence de l'aire, du périmètre et de l'environnement des parcelles elle est identique pour les deux types de systèmes (non étudiée dans cette étude), ce qui nous permet de négliger par la suite l'influence de l'environnement des parcelles sur la présence des plantes messicoles.

*Tableau 3 : Valeurs de la surface moyenne et du périmètre d'une parcelle, le ratio aire/périmètre (A/P) et de l'environnement des parcelles (évalué par l'aire des terres arables dans un rayon de 1 km) pour des parcelles conduites soit en agriculture conventionnelle, soit en agriculture biologique (n = nombre de parcelle total ; n.s = non significatif)*

<b>Caractéristiques moyennes d'une parcelle</b>	<b>Conventionnelles n = 53</b>	<b>Biologiques n = 41</b>	<b>Anova P-value</b>
<b>Aire (A) (ha)</b>	2,3 ± 1,9	1,9 ± 1,5	n.s
<b>Périmètre (P) (m)</b>	748 ± 322	695,4 ± 341,7	n.s
<b>Ratio A/P</b>	27,9 ± 10,4	25,7 ± 9,9	n.s
<b>Aire terres arables (ha)</b>	49,4 ± 22,3	44 ± 15,4	n.s

## 2. Enquêtes et caractérisations des pratiques agricoles

Les exploitations étudiées sont bien représentatives de la zone d'étude (Tableau 4). Elles sont toutes en polyculture-élevage avec une activité principale en élevage ovins. La moyenne de la SAU des exploitations est de 450 ha incluant les parcours avec environ 70 ha de terres labourables dont 10 à 20 ha de céréales.

*Tableau 4 : Présentation des caractéristiques générales des exploitations étudiées*

Numéro attribué à l'exploitation	Système	SAU (ha)	Terres labourables	Cheptel(s)	Nombre de bêtes	UGB/AT
1	Conventionnel	640	120	OL	450	112
2	Biologique	440	76	OV	210	52
3	Conventionnel	470	42	OL	680	164
4	Biologique	400	40	OV + Equin	9 + 20	23
5	Conventionnel	470	107	OV	480	114
6	Biologique	480	56	OV + BV + volaille	300 + 11 + 650	97
7	Biologique	195	22	OV	120	30
8	Conventionnel	245	44	OV	230	49
9	Conventionnel	270	70	OV	350	89
10	Conventionnel	465	102	OL + BV	330 + 16	102
11	Biologique	430	45	OL + équins	220 + 3	56
12	Conventionnel	630	70	OV	425	86
13	Conventionnel	520	65	OV + équins	330+50	116
14	Conventionnel	710	90	OL	470	120
15	Conventionnel	520	155	OL + OV	660 + 51	177
16	Biologique	521	160	OL	500	124
17	Biologique	330	50	OV	220	46
18	Conventionnel	390	75	OL	330	83
19	Biologique	500	45	OV	140	34
20	Biologique	500	55	OV + porcins	250 + 10	86

\* OL=Ovins lait ; OV= Ovins viande ; BV = Bovins viande

Les résultats des enquêtes montrent que la surface moyenne des parcelles de céréales d'hiver étudiées est d'environ 2 ha (Tableau 5). La culture la plus répandue est l'orge pour les systèmes conventionnels et le méteil pour les systèmes biologiques. La densité de semis des exploitations biologiques est d'environ 190 kg/ha et de 175 kg/ha pour les conventionnels. Les semences sont en majorité fermières (80 % pour les bio et 64 % pour les conventionnels), c'est à dire que ce sont les semences produites sur l'exploitation qui sont réutilisées l'année

suivante. Le tri des semences est réalisé très souvent avec 89 % pour les systèmes conventionnels et 83 % pour les systèmes biologiques. Les semences des exploitations biologiques ne sont pas traitées (interdit par le cahier des charges) contrairement aux semences conventionnelles qui sont traitées à 62 %.

Concernant le travail du sol, le faux-semis n'est pas une pratique courante avec 24 % pour les exploitations conventionnelles et 12 % pour les exploitations biologiques. Presque tous les agriculteurs labourent systématiquement leurs parcelles à une profondeur de 10 à 20 cm (76 % pour les conventionnels et 83 % pour les bio). Le TCS (technique culturale simplifiée) est marginal avec 17 % pour les deux types d'exploitations et un seul agriculteur pratique le semis direct sur 4 de ses parcelles.

Le type de fertilisant et la quantité d'azote apportés varient selon les exploitations. La quantité d'azote apportée à la parcelle est plus importante dans les exploitations en conventionnel, en moyenne 135 kg N/ha contre 80 kg N/ha dans les exploitations biologiques. La fertilisation organique est plus répandue dans les systèmes biologiques qui ne peuvent épandre chimiquement de l'azote. La source d'azote organique la plus utilisée est le fumier d'ovins provenant des élevages des exploitations (41 % pour les conventionnels et 58 % pour les biologiques). Seul un agriculteur conventionnel n'utilise pas d'azote minéral et 40 % des parcelles conventionnelles ne reçoivent pas de fertilisation organique.

Les deux types d'exploitations désherbent mécaniquement de manière identique avec moins d'un passage par parcelle et les conventionnels passent de l'herbicide au nombre de 0,4 +/- 0,6 passages par parcelle.

*Tableau 5: Caractéristiques des exploitations et des pratiques agricoles mises en œuvre dans les deux systèmes de production étudiés, agriculture biologique et conventionnelle (valeurs qualitative exprimées en nombre de parcelles)*

	<b>Conventionnelle</b>	<b>Biologique</b>
<b>Nombre de parcelles étudiées</b>	53	41
<b>Surface moyenne (ha)</b>	2,4 ± 1,9	2 ± 1,4
<b>Culture en place</b>		
Blé	9	7
Orge	21	2
Triticale	17	9
Méteil	5	21
Épeautre	1	2
<b>Densité de semis (kg/ha)</b>	175,4 ± 28,8	189,2 ± 23,8
<b>Origine de la semence</b>		
Certifiée	14	8
Fermière	34	33
<b>Tri de la semence</b>	47	34



<b>Traitement de la semence</b>	33	0
<b>Faux-semis</b>	13	5
<b>Travail du sol</b>		
Labour	40	34
Technique culturale simplifiée	9	7
Semi-direct	4	0
<b>Type de fertilisation organique</b>		
Rien	21	3
Lisier	4	0
Compost	6	9
Fumier	22	24
Fientes	0	5
<b>Fertilisation (kg N/ha)</b>		
Organique	60,4 ± 56,3	80 ± 50,5
Minérale	73 ± 40,6	0
Totale	134,8 ± 66,5	80 ± 50,5
<b>Nb passage désherbage mécanique</b>	0,3 ± 0,5	0,3 ± 0,5
<b>Nb passage Herbicide</b>	0,4+/- 0,6	0
<b>Aire tot terre arable dans un rayon de 1k (ha)</b>	49,22 ± 22	44 ± 15,4

Le bilan agro-environnemental des exploitations étudiées réalisé par le logiciel Dialecte, est excellent avec des notes globales de 75 à 90 sur 100. En effet les exploitants de notre zone d'étude obtiennent les notes maximales car ils n'irriguent pas leurs parcelles et n'utilisent pas ou peu de produits phytopharmaceutiques. De plus les parcours représentent une grande part de la SAU et permettent aux agriculteurs d'obtenir la note maximale aux infrastructures agro-écologiques présentes sur l'exploitation. Concernant la gestion en eau, ils obtiennent de très bonnes notes, avec des rejets très faibles, une couverture du sol en hiver et une protection des parcelles par les éléments naturels. Ils obtiennent également la note maximale pour la gestion du sol (érosion, fertilité) et la biodiversité avec des infrastructures 100 % agroécologiques.

### 3. Analyse de l'intensification des terres arables

Les deux premiers axes principaux de l'ACP expliquent 59,6 % de la variance, dont 35,9 % par le premier axe. De ce fait les valeurs portées par le premier axe sont utilisées pour obtenir une valeur d'indice d'intensité d'utilisation des terres pour chaque parcelle. Toutes les variables sont intégrées dans la construction de ce premier axe. Les variables qui participent le plus à la formation de l'axe 1 (Tableau 6 et la figure 6), c'est-à-dire les variables qui expliquent le mieux l'intensification des pratiques, sont la fertilisation azotée (fertiN) totale

(organique + minérale) et la diversité du type de cultures sur 5 ans. L'axe 2 est quant à lui, structuré par l'origine des semences et l'élimination des adventices (chimiques ou mécanique).

Tableau 6 : ACP des 5 variables représentatives de l'intensité des pratiques agricoles sur les 94 parcelles étudiées

	Composition axe 1	Composition axe 2
FertiN	3573	171
Divculture	3276	30
Ratiocereale	1931	1959
Originegraine	51	4676
Cadventice	1169	3165

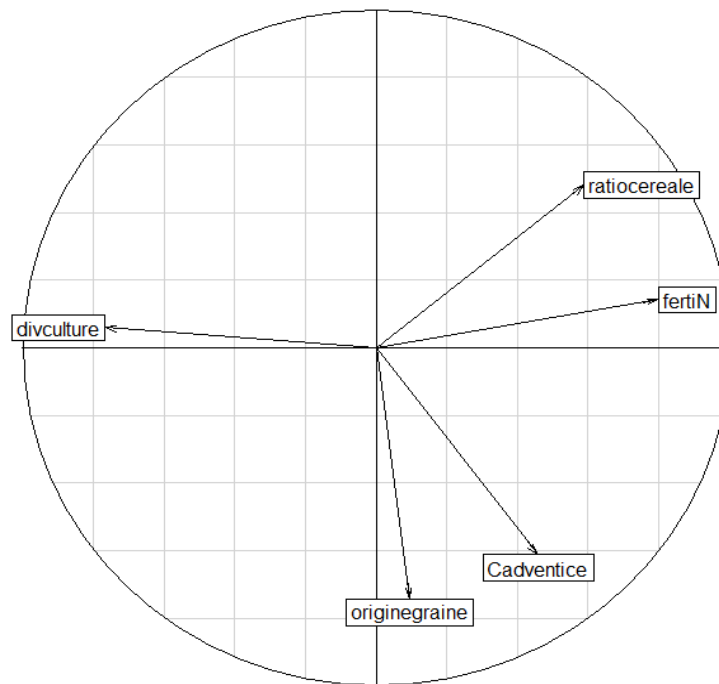


Figure 6 : ACP des 5 variables représentatives de l'intensité des pratiques agricoles sur les 94 parcelles étudiées

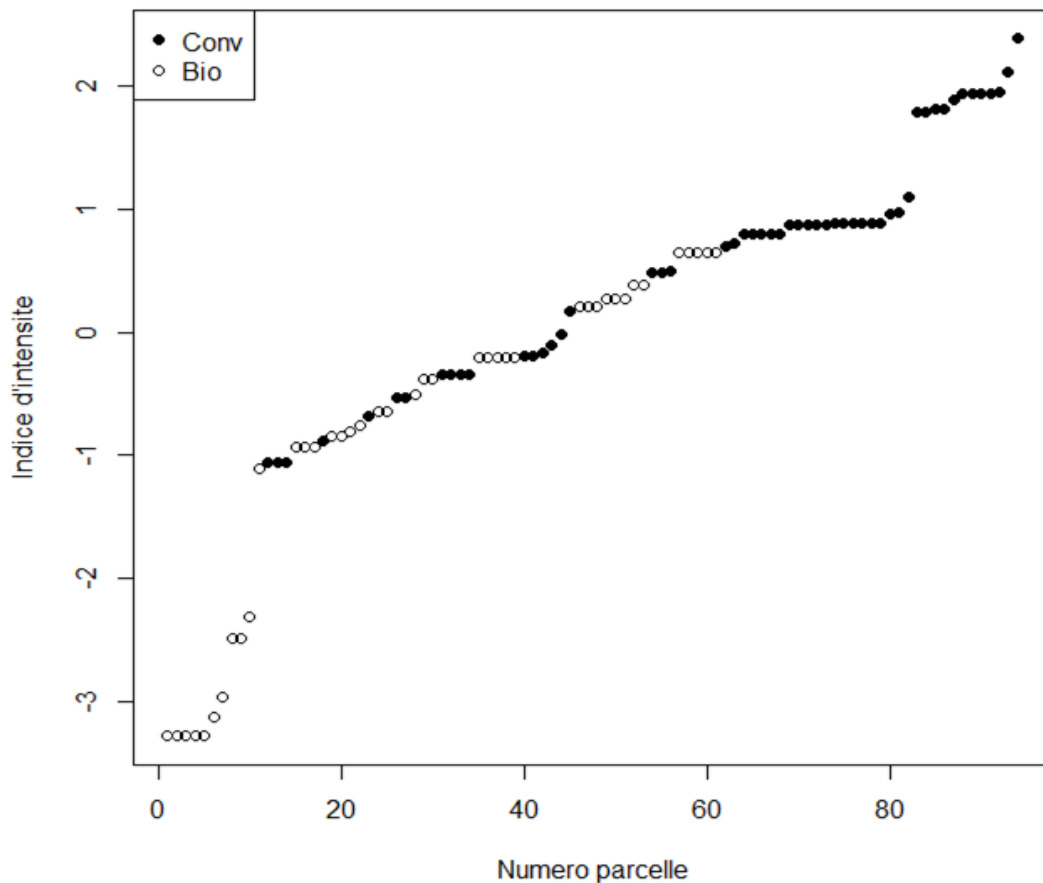


Figure 7 : Gradient d'intensité d'utilisation des terres arables sur les 94 parcelles étudiées (les ronds noirs représentant les parcelles conventionnelles = conv et les ronds blancs les exploitations biologiques = bio) obtenu grâce aux résultats de l'index LUI

Les valeurs de l'indice varient de -3,28 à 2,38 (Figure 7). L'indice est négatif pour une majorité des parcelles bio contrairement aux parcelles en conventionnel qui présentent en majorité des valeurs positives. Il montre qu'il existe une différence d'intensité d'utilisation entre les deux systèmes de production, biologique et conventionnel. Toutefois, il y a d'importantes variations au sein de chaque groupe. Des parcelles biologiques et conventionnelles ont des valeurs d'indices proches ou identiques aux alentours de 0. La moyenne par exploitation des valeurs obtenues par parcelle permet d'obtenir un ordre des exploitations des moins intensives au plus intensives : **20** ; **4** ; **7** ; **6** ; 8 ; **11** ; 3 ; **16** ; 12 ; 5 ; **2** ; **17** ; 10 ; **19** ; 14 ; 13 ; 18 ; 9 ; 1 ; 15 (les exploitations conduites en agriculture biologique sont écrites en gras).

#### 4. Résultats des inventaires floristiques

- a) Comparaison de la diversité des plantes messicoles et adventices entre exploitations

La part totale de plantes messicoles par rapport aux adventices est d'environ 35%. Cette part est suffisamment importante pour étudier les plantes messicoles en tant que telles par rapport à l'ensemble des adventices. 44 taxons sur les 56 de notre liste ont été relevés, dont 13 taxons en situation précaire, 23 taxons en situation à surveiller et 8 taxons encore abondants selon la liste nationale du PNA (Figure 8). Le nombre de taxons est plus élevé en situation à surveiller, mais les taxons en situation encore abondants apparaissent plus de fois (le nombre d'occurrences moyen sur l'ensemble des exploitations est de 54,2 alors qu'il est de 10,1 pour les taxons en situation précaire et 21,7 pour les taxons à surveiller). Certaines espèces en situation précaire ont cependant un nombre d'occurrences assez élevé comme *Adonis flammea* et *Androsace maxima* (respectivement 49 et 40 occurrences).

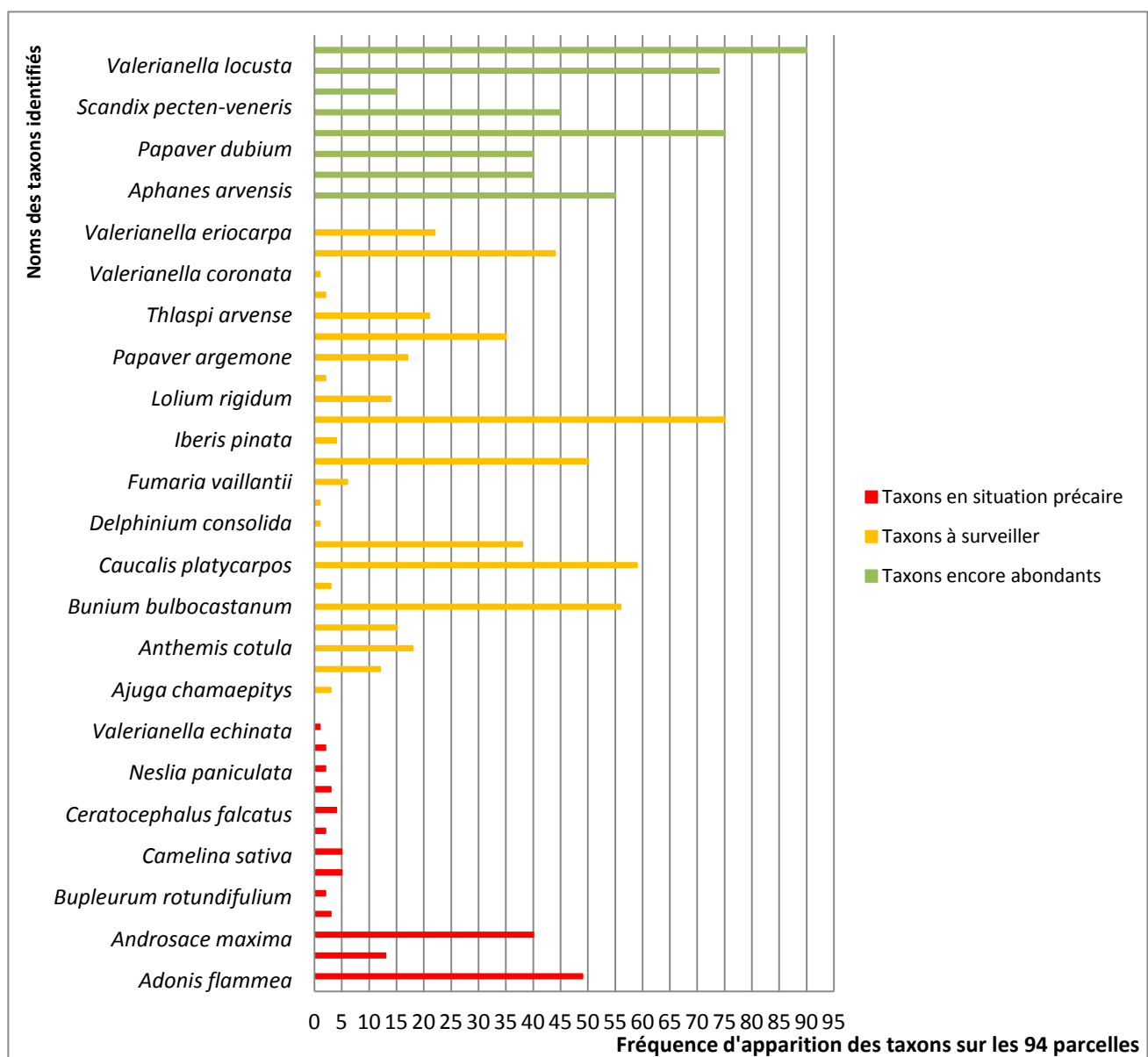


Figure 8: Nombre d'occurrences des 44 taxons messicoles inventoriés sur les 94 parcelles, ordonnés par niveau de rareté. Les taxons sont classés par ordre alphabétique pour chacun des niveaux de rareté

Le nombre moyen de taxons messicoles et d'adventices par m<sup>2</sup> varie respectivement de 0,9 à 5,2 et 3,1 à 11,3 (Figure 9). Par ailleurs il existe une corrélation positive très significative entre le nombre de taxons messicoles et d'adventices par m<sup>2</sup> (corrélation de Pearson,  $r = 0,32$  ;  $N = 20$  ;  $P\text{-value} < 2,2e-16$ ), c'est-à-dire que plus il y a de taxons adventices par m<sup>2</sup> plus il y a de taxons messicoles. Le nombre moyen de taxons messicoles et adventices ne semblent pas dépendre du gradient d'intensité des exploitations. En effet ce sont les exploitations 5 et 9 qui ont le moins de taxons messicoles et adventices en moyenne par m<sup>2</sup> avec respectivement 3,7 et 3,1 taxons adventices et 1,1 taxons messicoles. Ce sont des exploitations en système conventionnel classées au milieu du gradient d'intensité pour l'exploitation 5 et parmi les plus intensives pour l'exploitation 9. Les exploitations 7 et 12 ont quant à elle le plus de taxons messicoles et adventices en moyenne par m<sup>2</sup> avec respectivement 11,3 et 10,6 taxons adventices et 8,2 et 7,9 taxons messicoles. L'exploitation 7 est en système biologique fait partie des moins intensives et l'exploitation 12 en système conventionnel est classée au milieu du gradient.

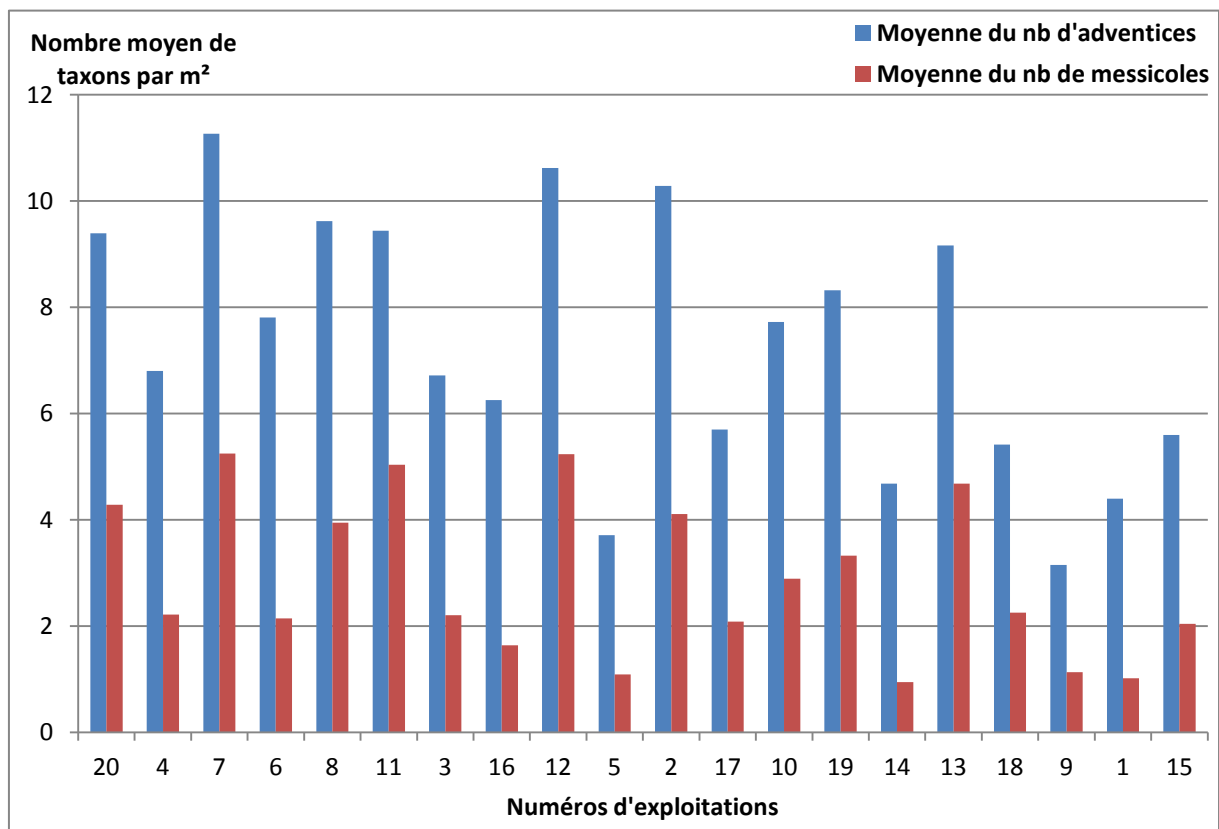


Figure 9: Nombre moyen de taxon messicoles et d'adventices par m<sup>2</sup> calculés pour chacune des 20 exploitations inventoriées classées de la moins à la plus intensive d'après l'index LUI

Le nombre de taxons messicoles rencontrés par exploitation varie de 10 à 26 (Figure 10). Les exploitations les plus intensives ont en moyenne autant de taxons messicoles que les exploitations les moins intensives (25 taxons pour l'exploitation 15 et 20 pour l'exploitation 20).

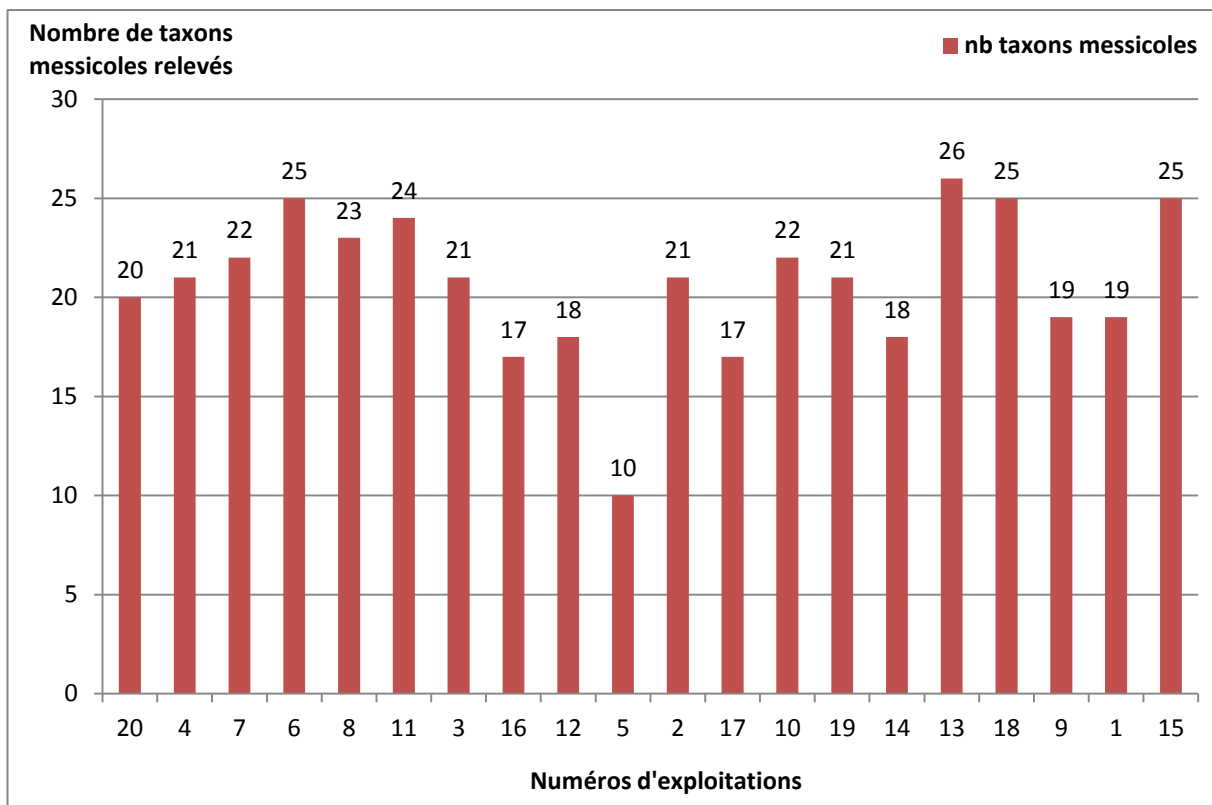


Figure 10: Nombre de taxons messicoles relevés sur les 20 exploitations inventoriées classées de la moins à la plus intensive d'après l'index LUI

Toutes les exploitations ont au moins un taxon messicole en situation précaire dans leurs parcelles, et jusqu'à sept pour l'exploitation 7 parmi les plus extensives (Figure 11). Le nombre de taxons à surveiller varie de 4 à 14 et celui du nombre de taxons encore abondants varie de 4 à 8. Les exploitations les moins intensives semblent avoir un nombre plus élevé de taxons en situation précaire et les exploitations les plus intensives un nombre élevé en taxons en situation à surveiller et en situation encore abondant. Par ailleurs il n'existe pas de corrélation entre le nombre de taxons par exploitation en situation précaire et en situation à surveiller (corrélation de Pearson,  $r = 0,36$  ;  $N = 20$  ;  $P\text{-value} = 0,12$ ) ni entre le nombre de taxons en situation précaire et en situation encore abondants (corrélation de Pearson,  $r = 0,23$  ;  $N = 20$  ;  $P\text{-value} = 0,32$ ). Cependant il existe une corrélation positive entre le nombre de taxons par exploitation en situation à surveiller et en situation encore abondants (corrélation de Pearson,  $r = 0,62$  ;  $N = 20$  ;  $P\text{-value} = 0,003$ ).

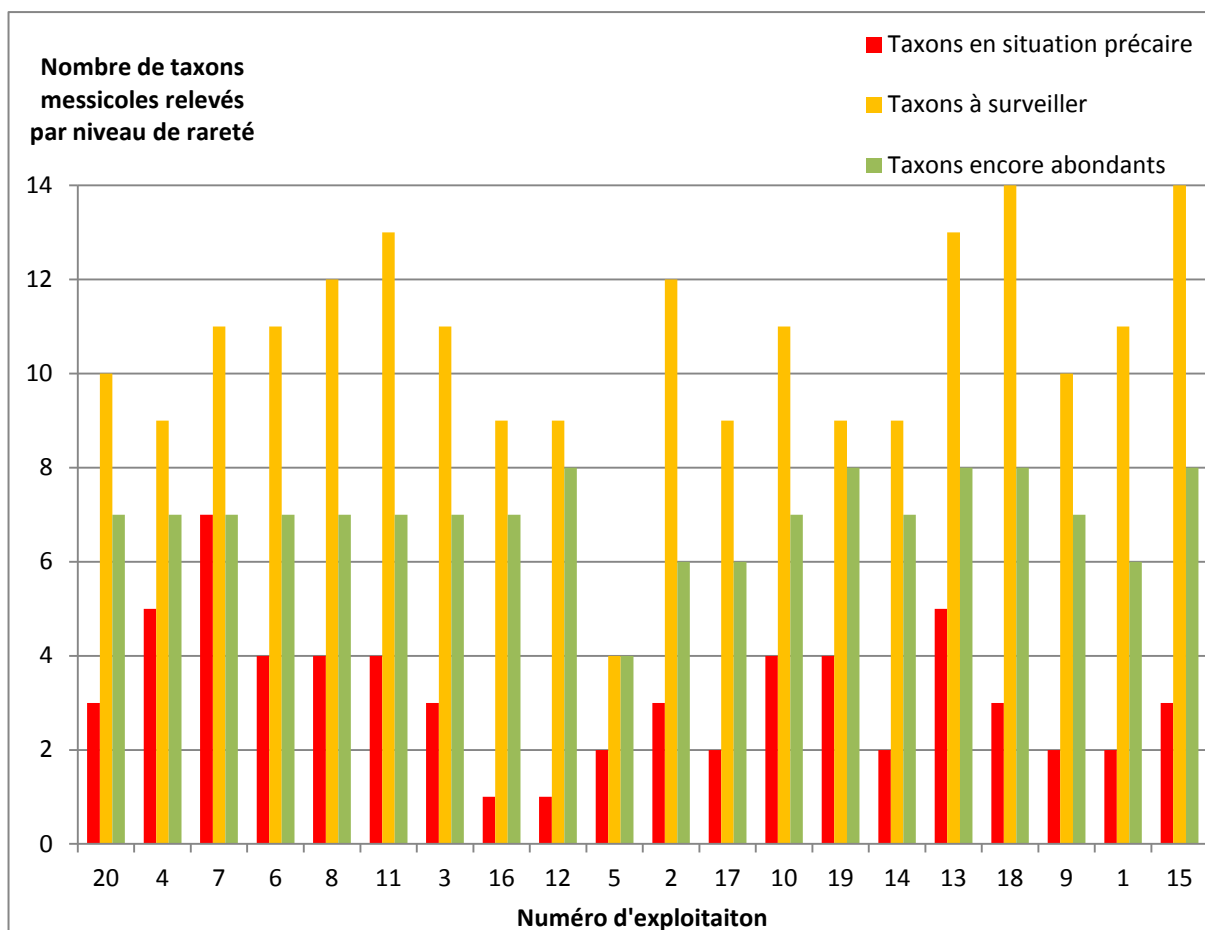


Figure 11 : Nombre de taxons messicoles relevés en fonction du niveau de rareté (Liste nationale) sur les 20 exploitations inventoriées classées de la moins à la plus intensive d'après l'index LUI

- b) Comparaison de la composition et de la diversité en messicoles entre les types de systèmes et les zones d'une parcelle

Il n'existe pas de différence significative de composition entre les 41 parcelles biologiques échantillonnées et les 53 en conventionnel (test de Permanova, P-value = 0,13). A un niveau plus fin, la fréquence d'occurrence de 29 taxons messicoles par m<sup>2</sup> est significativement différente entre les deux systèmes de production (Tableau 6). 23 taxons se trouvent plus fréquemment dans les quadrats réalisés en système biologique (dont 10 taxons sur 14 en situation précaire). 4 taxons n'apparaissent pas dans les systèmes conventionnels. Les taxons pour lesquels la différence est non significative sont soit les taxons relevés un nombre de fois réduit soit les taxons les plus « communs » de notre zone d'étude (*Cyanus segetum*, *Aphanes arvensis* et *Valerianella locusta*).

Tableau 6 : Comparaison de la fréquence d'occurrence par m<sup>2</sup> entre les exploitations biologiques et conventionnelles pour chaque taxon rencontré. Les taxons sont classés par niveau de rareté (n= nombre de quadrat total). Niveau de significativité des résultats du test de khi-deux (\*\*\* P < 0,001 ; \*\* P < 0,01 ; \* P < 0,05 ; n.s P > 0,05). Les \* précédents les noms de taxons indiquent les taxons pour lesquels un test de Fischer a été réalisé.

Espèces	Niveau de rareté	biologique	conventionnelle	test khi-deux
		n = 1640	n = 2120	P-value
<i>Adonis flammea</i>	1	0,1055	0,0778	**
<i>Agrostemma githago</i>	1	0,0537	0,0005	***
<i>Androsace maxima</i>	1	0,1445	0,0868	***
<i>Asperula arvenues</i>	1	0,0494	0,0000	***
<i>Bupleurum rotundifolium</i>	1	0,0134	0,0000	***
<i>Camelina microcarpa</i>	1	0,0012	0,0090	**
<i>Camelina sativa</i>	1	0,0159	0,0014	***
<i>Ceratocephalus falcatus</i>	1	0,0177	0,0000	***
<i>Conringia orientalis</i> *	1	0,0006	0,0005	n.s
<i>Delphinium consolida</i> *	1	0,0012	0,0000	n.s
<i>Myagrurn perfoliatum</i> *	1	0,0061	0,0005	**
<i>Neslia paniculata</i> *	1	0,0000	0,0019	n.s
<i>Polycnemum majus</i> *	1	0,0049	0,0005	*
<i>Valerianella echinata</i>	1	0,0000	0,0094	***
<i>Ajuga chamaepitys</i> *	2	0,0006	0,0038	n.s
<i>Anthemis arvensis</i>	2	0,0220	0,0038	***
<i>Anthemis cotula</i>	2	0,0762	0,0269	***
<i>Bromus arvensis</i>	2	0,0183	0,0274	n.s
<i>Bunium bulbocastanum</i>	2	0,1701	0,0472	***
<i>Calepina irregularis</i>	2	0,0024	0,0090	*
<i>Caucalis platycarpos</i>	2	0,2646	0,1226	***
<i>Cyanus segetum</i>	2	0,0976	0,0877	n.s
<i>Euphorbia falcata</i> *	2	0,0000	0,0005	n.s
<i>Fumaria vaillantii</i>	2	0,0018	0,0066	n.s
<i>Galium tricorntum</i>	2	0,1524	0,0953	***
<i>Iberis pinata</i>	2	0,0043	0,0283	***
<i>Legousia speculum-veneris</i>	2	0,3171	0,2255	***
<i>Lolium rigidum</i>	2	0,0079	0,0118	n.s
<i>Lycopsis arvensis</i> *	2	0,0012	0,0014	n.s
<i>Papaver argemone</i>	2	0,0128	0,0208	n.s
<i>Ranunculus arvensis</i>	2	0,0841	0,0585	**
<i>Thlaspi arvense</i>	2	0,0091	0,0358	***
<i>Torilis leptophylla</i>	2	0,0030	0,0061	n.s
<i>Valerianella coronata</i> *	2	0,0049	0,0000	**
<i>Valerianella dentata</i>	2	0,0817	0,1264	***
<i>Valerianella eriocarpa</i>	2	0,0841	0,0401	***
<i>Aphanes arvensis</i>	3	0,1598	0,1462	n.s
<i>Buglossoides arvensis</i>	3	0,1165	0,0788	***
<i>Papaver dubium</i>	3	0,0299	0,0505	**
<i>Papaver rhoeas</i>	3	0,3305	0,2038	***
<i>Scandix pecten-veneris</i>	3	0,1128	0,0665	***
<i>Sinapis arvensis</i>	3	0,0183	0,0170	n.s
<i>Valerianella locusta</i>	3	0,3006	0,2915	n.s
<i>Viola arvensis</i>	3	0,4963	0,4524	**



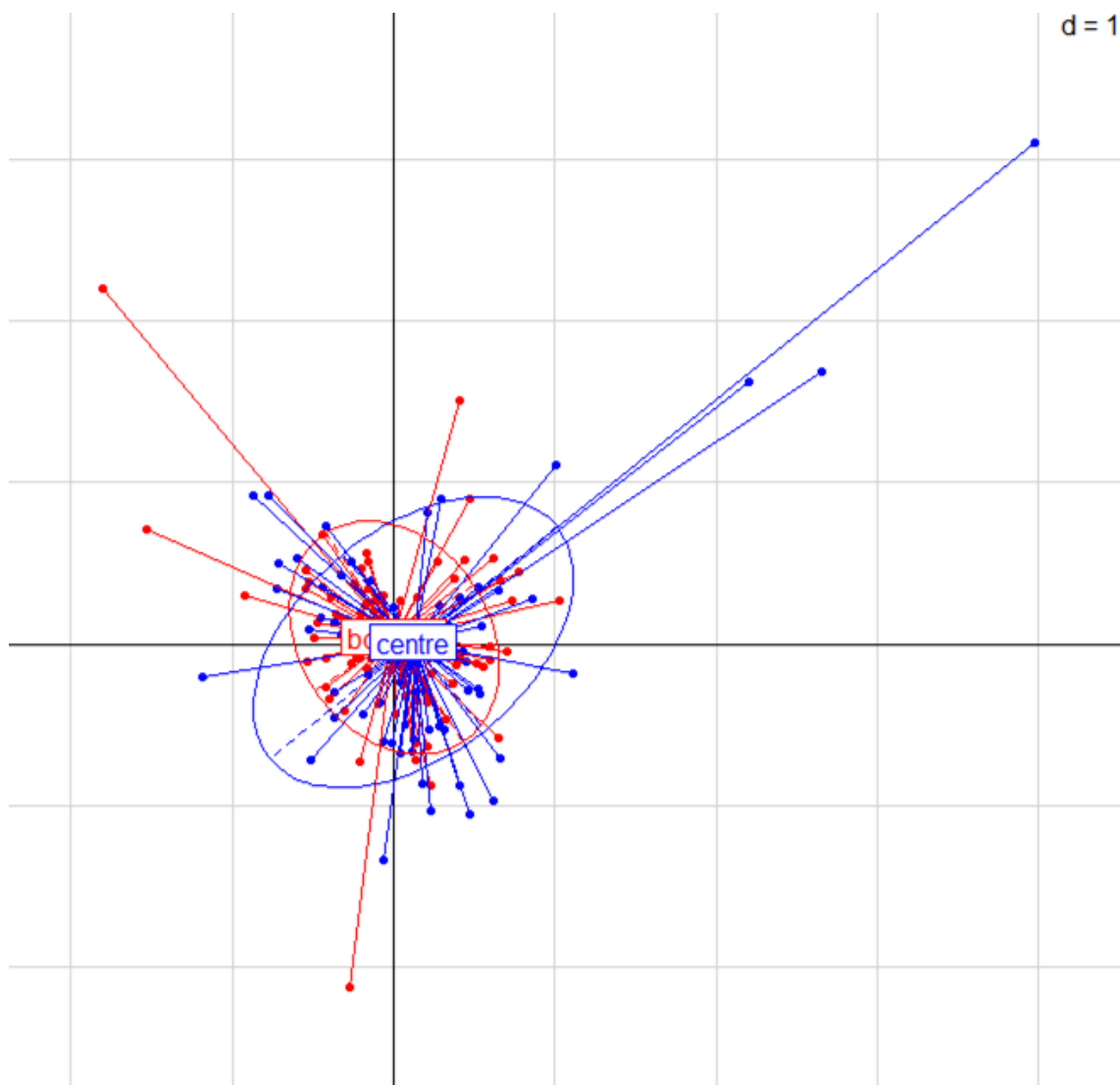


Figure 12 : Composition en taxons messicoles entre la bordure et le centre des parcelles en présence/absence (1 ou 0) d'après le test AFC.

L'AFC montre que la composition en messicoles semble différente entre le centre et la bordure des parcelles (Figure 12). Il existe une différence significative de composition entre les zones des 94 parcelles (test de Permanova, P-value = 0,003). La fréquence d'occurrence de 23 taxons messicoles par m<sup>2</sup> est significativement différente entre la bordure et le centre de la parcelle (Tableau 7). Toutes ces taxons à l'exception de *Valerianella echinata* ont été relevées un nombre de fois plus important en bordure de parcelle. Les espèces *Ajuga chamaepitys*, *Fumaria vallantii* et *Polycnemum majus* ont été relevées seulement en bordure.

Influence des pratiques agricoles

Tableau 7 : Comparaison de la fréquence d'occurrence par m<sup>2</sup> entre la bordure et le centre des parcelles des exploitations pour chaque taxon rencontré. Les taxons sont classés par niveau de rareté (n= nombre de quadrat total). Niveau de significativité des résultats du test de khi-deux (\*\*\* P < 0,001 ; \*\* P < 0,01 ; \* P < 0,05 ; n.s P > 0,05). Les \* précédents les noms de taxons indiquent les taxons pour lesquels un test de Fischer a été réalisé.

Espèces	Niveau de rareté	bordure	centre	test khi-deux
		n = 1880	n = 1880	P-value
<i>Adonis flammea</i>	1	0,0867	0,0931	n.s
<i>Agrostemma githago</i>	1	0,0229	0,0245	n.s
<i>Androsace maxima</i>	1	0,1106	0,1133	n.s
<i>Asperula arvenues</i>	1	0,0282	0,0149	**
<i>Bupleurum rotundifolium</i>	1	0,0069	0,0048	n.s
<i>Camelina microcarpa</i>	1	0,0059	0,0053	n.s
<i>Camelina sativa</i>	1	0,0122	0,0032	**
<i>Ceratocephalus falcatus</i>	1	0,0106	0,0048	n.s
<i>Conringia orientalis</i> *	1	0,0011	0,0000	n.s
<i>Delphinium consolida</i> *	1	0,0000	0,0011	n.s
<i>Myagrurn perfoliatum</i>	1	0,0032	0,0027	n.s
<i>Neslia paniculata</i> *	1	0,0016	0,0005	n.s
<i>Polycnemum majus</i> *	1	0,0048	0,0000	**
<i>Valerianella echinata</i>	1	0,0000	0,0106	***
<i>Ajuga chamaepitys</i> *	2	0,0048	0,0000	**
<i>Anthemis arvensis</i>	2	0,0191	0,0043	***
<i>Anthemis cotula</i>	2	0,0601	0,0367	**
<i>Bromus arvensis</i>	2	0,0330	0,0138	***
<i>Bunium bulbocastanum</i>	2	0,0984	0,1032	n.s
<i>Calepina irregularis</i>	2	0,0069	0,0053	n.s
<i>Caucalis platycarpus</i>	2	0,3027	0,1117	***
<i>Cyanus segetum</i>	2	0,1112	0,0729	***
<i>Euphorbia falcata</i> *	2	0,0005	0,0000	n.s
<i>Fumaria vaillantii</i>	2	0,0090	0,0000	***
<i>Galium tricornutum</i>	2	0,1101	0,1303	n.s
<i>Iberis pinata</i>	2	0,0324	0,0032	***
<i>Legousia speculum-veneris</i>	2	0,3154	0,2154	***
<i>Lolium rigidum</i>	2	0,0101	0,0101	n.s
<i>Lycopsis arvensis</i> *	2	0,0021	0,0005	n.s
<i>Papaver argemone</i>	2	0,0223	0,0122	*
<i>Ranunculus arvensis</i>	2	0,0729	0,0665	n.s
<i>Thlaspi arvense</i>	2	0,0330	0,0154	***
<i>Torilis leptophylla</i>	2	0,0085	0,0011	**
<i>Valerianella coronata</i> *	2	0,0011	0,0032	n.s
<i>Valerianella dentata</i>	2	0,1186	0,0952	*
<i>Valerianella eriocarpa</i>	2	0,0686	0,0500	*
<i>Aphanes arvensis</i>	3	0,1580	0,1463	n.s
<i>Buglossoides arvensis</i>	3	0,1112	0,0793	**
<i>Papaver dubium</i>	3	0,0484	0,0346	*
<i>Papaver rhoeas</i>	3	0,2612	0,2569	n.s
<i>Scandix pecten-veneris</i>	3	0,1351	0,0383	***
<i>Sinapis arvensis</i>	3	0,0133	0,0218	n.s
<i>Valerianella locusta</i>	3	0,3239	0,2670	***
<i>Viola arvensis</i>	3	0,4941	0,4489	**

L'analyse préliminaire (modèle mixte) des variations de la richesse spécifique en messicoles par parcelle en fonction des variables années des relevés, culture en place, culture de l'année précédente, axe 1 (gradient d'intensité des pratiques) et la surface des parcelles, montre qu'aucune des variables précédente n'explique les variations de richesse spécifique. La même analyse réalisée sur les variations d'abondance en messicoles présente des résultats significatifs. La variable axe 1 a une P-value significative (Tableau 8). Le type de système n'a pas non plus d'influence sur la richesse spécifique en messicoles.

*Tableau 8 : Modèles mixtes (GLMM) préliminaires de la variation de la richesse et de l'abondance des messicoles par parcelle. Niveau de significativité des résultats du test (\*\*\*  $P < 0,001$  ; \*\*  $P < 0,01$  ; \*  $P < 0,05$  ; n.s  $P > 0,05$ ).*

<b>Modèle mixte de variation de la richesse des messicoles par parcelle</b>			
lmer(Rspe ~ as.factor(Annee) + Culture + CultureP + Axe1 + log(Surface) + (1   Agriculteurs))			
Variables	Estimateur	Erreur standard	P-value
Année	0,03	0,13	n.s
Cultureble	-0,10	0,31	n.s
Cultureepeautre	-0,53	0,37	n.s
Culturemeteil	-0,07	0,30	n.s
Cultureorge	-0,18	0,31	n.s
Culturetriticale	-0,04	0,29	n.s
CulturePfriche	0,16	0,31	n.s
CulturePLentilles	-0,14	0,26	n.s
CulturePmeteil	0,09	0,17	n.s
CulturePPrairie Temporaire	0,14	0,08	n.s
Axe1	-0,07	0,05	n.s
log(Surface)	0,04	0,05	n.s
<b>Modèle mixte de variation de l'abondance des messicoles par parcelle</b>			
lmer(AbondanceR ~ as.factor(Annee) + Culture + CultureP + Axe1 + log(Surface) + (1   Agriculteurs))			
Variables	Estimateur	Erreur standard	P-value
Année	0,24	0,22	n.s
Cultureble	0,32	0,10	n.s
Cultureepeautre	-0,16	0,12	n.s
Culturemeteil	0,16	0,09	n.s
Cultureorge	-0,17	0,10	n.s
Culturetriticale	0,17	0,09	n.s
CulturePfriche	0,23	0,12	*
CulturePLentilles	0,01	0,07	n.s
CulturePmeteil	0,05	0,06	n.s
CulturePPrairie Temporaire	0,14	0,03	***
Axe1	-0,20	0,04	***
log(Surface)	0,00	0,02	n.s

Si on ajoute l'effet zone (bordure et centre) aux modèles mixtes, on remarque une influence de la zone elle-même sur la richesse spécifique et une interaction entre l'axe 1 et la zone significative. La richesse spécifique et l'abondance en messicoles sont très significativement inférieures aux centres des parcelles comparées aux bordures. Ces différences entre centre et bordure augmentent significativement en fonction de l'intensification des pratiques, c'est à dire qu'il existe une plus grande différence dans la richesse spécifique et l'abondance entre le centre et la bordure dans les parcelles les plus intensives comparée à celles moins intensives (Tableau 9).

*Tableau 9 : Modèles mixtes (GLMM) préliminaires de la variation de la richesse et de l'abondance des messicoles entre les zones de la parcelle (bordure et centre). Niveau de significativité des résultats du test (\*\*\*  $P < 0,001$  ; \*\*  $P < 0,01$  ; \*  $P < 0,05$  ; n.s  $P > 0,05$ ).*

<b>Modèle mixte de variation de la richesse des messicoles entre bordure et centre</b>			
lmer(Rspe ~ as.factor(Annee) + Culture + CultureP + Axe1*Zone + (1  Agriculteurs))			
Variables	Estimateur	Erreur standard	P-value
Année	0,11	0,15	n.s
Cultureble	-0,15	0,24	n.s
Cultureepeautre	-0,59	0,30	*
Culturemeteil	-0,10	0,23	n.s
Cultureorge	-0,24	0,24	n.s
Culturetriticale	-0,06	0,23	n.s
CulturePfriche	0,31	0,25	n.s
CulturePLentilles	-0,15	0,21	n.s
CulturePmeteil	0,21	0,14	n.s
CulturePPrairie Temporaire	0,12	0,07	n.s
Axe1	-0,05	0,05	n.s
ZoneCentre	-0,27	0,05	*
Axe1:Zonecentre	-0,14	0,04	*
<b>Modèle mixte de variation de l'abondance des messicoles entre bordure et centre</b>			
lmer(AbondanceR ~ as.factor(Annee) + Culture + CultureP + Axe1*Zone + (1  Agriculteurs))			
Variables	Estimateur	Erreur standard	P-value
Année	0,24	0,22	n.s
Cultureble	0,04	0,10	n.s
Cultureepeautre	-0,16	0,12	n.s
Culturemeteil	0,17	0,09	n.s
Cultureorge	-0,16	0,10	n.s
Culturetriticale	0,17	0,09	n.s
CulturePfriche	0,24	0,11	*
CulturePLentilles	0,01	0,07	n.s
CulturePmeteil	0,05	0,06	n.s
CulturePPrairie Temporaire	0,14	0,03	***
Axe1	-0,16	0,04	***
ZoneCentre	-0,29	0,02	***
Axe1:Zonecentre	-0,10	0,01	***

La succession des modèles mixtes des variations de la richesse spécifique en messicoles par parcelle en fonction des variables qui découlent directement des pratiques agricoles montre que seules le désherbage chimique et mécanique influencent la richesse spécifique en messicoles (Tableau 10). Toutes les pratiques influent sur l'abondance des plantes messicoles mais c'est le désherbage chimique qui explique le plus la différence d'abondance entre parcelle car c'est celui qui a la plus petite valeur significative (P-value = 1.88e-14), suivi du désherbage mécanique puis de la quantité d'azote minéral. Les variables qui influencent la richesse spécifique par zone (bordure et centre) de la parcelle sont le désherbage chimique, mécanique et la quantité d'azote minéral.

*Tableau 10 : Modèles mixtes (GLMM) de variation de la richesse et de l'abondance des messicoles entre les parcelles et entre les zones de la parcelle (bordure et centre) en fonction des pratiques agricoles. P = P-Value des variables rejetées*

<b>Modèle mixte de variation de la richesse des messicoles par parcelle</b>	<b>AIC</b>	<b>variables rejetée</b>	<b>P</b>
Imer(Rspe ~ Dmeca + Dchimi + Ntot + Nmineral + Semence + (1  Agriculteurs), family=poisson)	532.8	Ntot	0.96
Imer(Rspe ~ Dmeca + Dchimi + Nmineral + Semence + (1  Agriculteurs), family=poisson)	530.8	Semence	0.71
Imer(Rspe ~ Dmeca + Dchimi + Nmineral + (1  Agriculteurs), family=poisson)	526.0	Nmineral	0.15
Imer(Rspe ~ Dmeca + Dchimi + (1  Agriculteurs), family=poisson)	526.0		
<b>Modèle mixte de variation de l'abondance des messicoles par parcelle</b>			
Imer(AbondanceR ~ Dmeca + Dchimi + Ntot + Nmineral + Semence + (1  Agriculteurs), family=poisson)	2080,3		
<b>Modèle mixte de variation de la richesse des messicoles entre bordure et centre</b>			
Imer(Rspe ~ Dmeca + Dchimi + Ntot + Nmineral + Semence + (1  Agriculteurs), family=poisson)	1029,2	Ntot	0.81
Imer(Rspe ~ Dmeca + Dchimi + Nmineral + Semence + (1  Agriculteurs), family=poisson)	1027,2	Semence	0.78
Imer(Rspe ~ Dmeca + Dchimi + Nmineral + (1  Agriculteurs), family=poisson)	1022,8		
<b>Modèle mixte de variation de l'abondance des messicoles entre bordure et centre</b>			
Imer(AbondanceR ~ Dmeca + Dchimi + Ntot + Nmineral + Semence + (1  Agriculteurs), family=poisson)	3401,3		

## VI. DISCUSSION

Nous avons focalisé notre étude sur l'influence des pratiques agricoles sur la composition et la diversité en plantes messicoles en considérant que l'influence de la complexité du paysage ne diffère pas entre les différents types de systèmes (biologiques et conventionnels). Les résultats des enquêtes permettent de classer les parcelles selon un gradient d'intensification d'utilisation des terres arables. A l'échelle de la parcelle, les variations d'abondance en messicoles sont influencées par les pratiques agricoles et leur intensité. A contrario, les variations de la richesse spécifique en messicoles ne dépendent pas du gradient d'intensification. Par ailleurs la richesse et l'abondance en messicoles sont inférieures aux centres des parcelles par rapport aux bordures et ces différences augmentent significativement en fonction de l'intensité des pratiques. Enfin, la composition en plantes messicoles est similaire entre les parcelles biologiques et conventionnelles mais diffère entre le centre et la bordure des parcelles.

Les enquêtes réalisées et la comparaison aux moyennes nationales (Agreste, 2011) illustrent bien le fait que les exploitations des Causses sont en systèmes extensifs. Les exploitations étudiées obtiennent un rendement moyen de céréales de 40 q/ha toute culture confondue alors que la moyenne nationale est d'environ 60 q/ha. Le labour est plutôt systématique, les semences fermières, la densité de semis plus élevée pour faire face aux conditions climatiques, et la quantité d'amendements est moins élevée que dans des exploitations conventionnelles du nord de la France. L'utilisation des herbicides (0,4 +/- 0,6 passage (= traitement pleine dose) par parcelle toutes cultures confondues) est nettement inférieure à la moyenne nationale qui est de 2,1 passages pour le blé tendre, 2 pour l'orge et 1,5 pour le triticale. En effet, en France la quasi-totalité des surfaces (96 %) sont traitées par un herbicide. La dose moyenne nationale d'azote minéral est de 140 kg par ha pour l'ensemble des grandes cultures, alors que pour les parcelles conventionnelles étudiées la moyenne est de 73 kg par ha. Cette différence peut s'expliquer par une utilisation d'azote organique plus importante sur les parcelles de notre zone d'étude. La quantité moyenne totale d'azote apportée sur les parcelles (minérale + organique) équivaut à 107 kg par ha, ce qui reste nettement inférieur à la moyenne nationale. Concernant les semences, la moyenne nationale est de 56 % pour l'utilisation de semences certifiées de blé, 68 % pour l'orge et 56 % pour le triticale, alors que 23 % des parcelles étudiées sont semées avec des semences certifiées. La densité de semis nationale est plus faible avec en moyenne 140 kg/ha, alors que les exploitants de notre zone d'étude sèment à une densité d'environ 180 kg/ha (variation de 110 kg/ha pour les plus extensifs à 220 kg/ha pour les plus intensifs) car ils épandent moins de traitements chimiques sur la parcelle ce qui peut être un des moyens pour éviter une perte de rendement. La comparaison aux moyennes nationales, permet d'illustrer que notre zone d'étude se situe bien en système extensif, avec des pratiques qui permettent la présence des plantes messicoles.

Le bilan agro-environnemental des exploitations étudiées réalisé par le logiciel Dialecte, excellent (notes globales de 75 à 90 sur 100), s'explique par le fait qu'il est basé sur les moyennes nationales des pratiques et ne prend pas forcément en compte les spécificités de notre zone d'étude. Bien que les bilans agro-environnementaux des exploitations soient très bons, pour les améliorer, les exploitants pourraient éventuellement réduire un peu leurs apports organiques sur les céréales et utiliser cet excédent pour les prairies temporaires qui sont souvent déficitaires en azote. Ils pourraient également faire pâturer leur troupeau plus souvent et longtemps sur ces mêmes prairies et augmenter la part de légumineuses dans les semences. Cela augmenterait également la production des prairies et l'autonomie en fourrage. L'autonomie en concentré peut être améliorée en augmentant la surface en céréales de quelques hectares. Enfin, pour diminuer leur consommation énergétique, les exploitants pourraient investir dans des énergies renouvelables en utilisant les surfaces boisées autour de la SAU.

Suite aux relevés floristiques, nous pouvons considérer que notre zone est riche en plantes messicoles avec 10 à 26 taxons par exploitation, soient 44 taxons relevés sur les 56 de notre liste, dont 13 taxons en situation précaire, 23 taxons en situation à surveiller et 8 taxons encore abondants selon la liste nationale du PNA. N'ayant pas observé de différence significative entre la composition en messicoles par m<sup>2</sup> des deux systèmes (biologiques et conventionnels), on peut supposer qu'elle est plus affectée par la culture en place et les pratiques culturales que par le type de système (Jastrzębska *et al.*, 2013); qui plus est la différence entre les types de systèmes est certainement moins marquée en agriculture extensive. Cependant l'analyse de la comparaison de la fréquence d'occurrence par m<sup>2</sup> des plantes messicoles entre les deux systèmes montre que 23 taxons se trouvent plus fréquemment dans les quadrats réalisés en système biologique (dont 10 taxons sur 14 en situation précaire). Il a déjà été montré que ces dernières présentent davantage de plantes messicoles rares et en régression que les exploitations en agriculture conventionnelle (Cirujeda, 2009). De plus il existe une différence significative de composition entre les zones de la parcelle : 23 taxons se trouvent plus fréquemment dans les quadrats réalisés en bordure qu'au centre de la parcelle. Cela peut s'expliquer par le fait que les bordures sont moins travaillées par les exploitants et subissent moins l'intensification des pratiques agricoles. On observe plus d'adventices dans les bordures de champs et les témoins non traités que dans le centre de la parcelle (Gabriel *et al.*, 2006; Fried, 2007). Cependant on peut noter que l'état des plantes messicoles était généralement meilleur avec des plantes plus développées au centre qu'en bordure des parcelles. Cela peut s'expliquer par les conditions climatiques de cette année 2015, qui ont été très sèche, donc n'ont pas permis aux cultures ni aux adventices de se développer correctement en bordure.

Les exploitations biologiques et conventionnelles sont réparties selon un gradient d'intensité d'utilisation des terres. Ce gradient montre qu'il existe une différence entre les deux systèmes de production. L'indice d'intensité des terres est supérieur pour les parcelles

conventionnelles en raison de l'utilisation d'herbicides et d'un apport d'azote supérieur par rapport aux parcelles biologiques. Cependant les exploitations conventionnelles ne sont pas toujours plus intensives que les exploitations biologiques. Cela dépend des pratiques utilisées sur les parcelles. Ce résultat est en accord avec les résultats obtenus dans une étude utilisant l'indice, réalisée en Espagne qui montre qu'il y a d'importantes variations d'intensité des pratiques à l'intérieur de chaque type de système (Armengot *et al.*, 2011). Il apparaît donc important d'utiliser un indice d'intensité des pratiques agricoles plutôt qu'une dichotomie systèmes biologiques et conventionnels dans un contexte de systèmes extensifs, où les systèmes biologiques ne sont pas toujours moins intensifs que les systèmes conventionnels et inversement.

L'analyse des modèles mixtes (GLMM) montre que la richesse spécifique en plantes messicoles est peu affectée par le degré d'intensité des pratiques agricoles. Seul le désherbage chimique et mécanique influencent les variations de richesses. C'est le facteur qui impacte le plus les plantes messicoles car il vise à une élimination directe de ces dernières. La richesse spécifique en messicoles est significativement plus élevée dans les parcelles non traitées avec des herbicides comparativement aux parcelles traitées (Cirujeda, 2009). Contrairement à nos résultats, des études ont montré que l'apport d'azote chimique avait une influence négative sur la richesse spécifique (Kleijn, 1997). En effet, la fertilisation des sols favorise la croissance des espèces nitrophiles au détriment des espèces oligotrophes comme le sont les plantes messicoles. Cependant le résultat est à nuancer puisque chaque taxon présente soit des diminutions soit des augmentations de richesse spécifique. De plus une étude réalisée sur des exploitations extensives du Lubéron, montre que l'apport de fertilisants organiques favorisent la croissance des céréales et augmentent leur capacité compétitive vis-à-vis des adventices, sans pour autant défavoriser les messicoles si le semis n'est pas trop dense (100 kg/ha), ce qui est le cas pour nos exploitations. Nous pouvions nous attendre à un effet du tri des semences sur la richesse spécifique des plantes messicoles, or cette dernière n'est pas affectée par le tri. 85 % des exploitations trient leurs semences, mais cela n'apparaît pas dommageable aux messicoles. Un résultat similaire a déjà été montré précédemment sur une enquête réalisée dans des exploitations en système extensifs de Midi-Pyrénées (Pointereau, 2010). Le tri des semences à la ferme contrairement à l'utilisation de semences certifiées n'élimine pas toutes messicoles. Il serait intéressant de savoir avec quelle précision les graines ont été triées et quel type de matériel a été utilisé.

L'abondance en plante messicoles quant à elle varie selon les pratiques sélectionnées et le gradient d'intensification. Cependant dans notre cas d'étude ce sont le désherbage chimique, mécanique et la quantité d'azote minéral qui influencent le plus l'abondance des plantes messicoles. Ainsi à l'échelle de la parcelle, l'intensité des pratiques influence d'avantage l'abondance que la richesse spécifique. Les plantes messicoles sont habituées aux régimes de perturbations qu'engendrent les pratiques agricoles. De ce fait les taxons messicoles sont capables de survivre à une intensification des pratiques modérée. Cependant



cette augmentation quelque soit son degré réduit le nombre d'individus par taxon. Une autre raison possible qui explique que la richesse spécifique en plantes messicoles n'est pas influencée par les pratiques et leur intensification à l'échelle de la parcelle est qu'elle serait plutôt influencée par des processus opérant à l'échelle du paysage (Gabriel *et al.*, 2005). Dans un paysage complexe, la richesse spécifique est similaire entre les parcelles biologiques et conventionnelles (Bengtsson *et al.*, 2005 ; Roschewitz *et al.*, 2005). Or nous pouvons supposer que les Causses offrent une diversité d'habitats suffisamment importante pour considérer que les paysages sont complexes. C'est pourquoi la richesse spécifique de notre étude n'est pas différente selon les pratiques et leur intensification.

Toutefois l'abondance comme la richesse en plantes messicoles sont significativement inférieures aux centres des parcelles comparées aux bordures, et ces différences augmentent significativement en fonction de l'intensité des pratiques. Ces résultats vont dans le même sens que les résultats trouvés dans la bibliographie, la diversité en plantes messicoles dans les parcelles de céréales est plus élevée en bordure qu'en centre de parcelle et ces différences sont plus marquées en système conventionnel (Gabriel *et al.*, 2006). La différence de diversité en plante messicoles entre bordure et centre de parcelle peut s'expliquer par le fait que les pratiques agricoles (notamment le labour, la fertilisation, et le désherbage) sont effectuées avec moins de succès en bordure de parcelle. En revanche, en système extensif, la présence en plantes messicoles est plus homogène entre les zones des parcelles. Les bordures se révèlent moins importantes pour servir de zones refuge pour les plantes messicoles (Gerbaud, 2002 ; Romero *et al.*, 2008).

Cette étude permet de tirer des enseignements en matière de conservation des messicoles. En système extensif, aucune différence de composition et de richesse spécifique en messicoles n'est observée entre les parcelles des systèmes biologiques et conventionnelles. Ainsi dans ces systèmes, même les exploitations les plus intensives conservent des plantes messicoles. Il apparait donc essentiel pour conserver les plantes messicoles de maintenir ou de développer les types de systèmes extensifs, comme la polyculture élevage. Les mesures de restauration doivent être ciblées sur des petits territoires comprenant un pool d'espèces déjà existant (Pointereau, 2010). Notre zone d'étude étant déjà considérée comme un hot spot de messicoles, la conservation est possible en introduisant éventuellement des taxons aujourd'hui en très forte régression en France et en maintenant les taxons déjà présents. Cela est possible en limitant l'intensité de certaines pratiques agricoles. Etant donné que la composition et la diversité en messicoles sont plus importantes en bordure qu'au centre des parcelles il faudrait envisager de limiter l'intensité des pratiques ou carrément interdire l'utilisation de fertilisant en bordure de parcelle pour préserver les messicoles. Enfin comme ce sont les pratiques d'élimination des adventices qui impactent le plus la richesse et l'abondance des messicoles il serait judicieux de limiter toute forme de désherbage.

Il est nécessaire de préciser que la réalisation des inventaires par trois personnes différentes sur deux ans, chacune ayant sa méthode de reconnaissance et sa perception des plantes, à des périodes légèrement différentes, ainsi que l'inventaire précoce de certaines parcelles par rapport à d'autres a entraîné de légers biais à prendre en considération.

Souvent les études sur les plantes messicoles se basent uniquement sur la richesse spécifique de cette flore or nous avons montré que c'était l'abondance qui était particulièrement influencée par les pratiques agricoles. Il serait donc intéressant que les études suivantes se concentrent sur l'abondance des plantes messicoles. Utiliser l'abondance réelle plutôt que des classes d'abondances pourrait permettre d'en apprendre d'avantage. Cependant la mesure de l'abondance demande un protocole assez lourd avec un grand nombre de répétitions. Le coût est plus élevé que ce soit en moyen humain ou financier.

Il faudrait aussi songer à un protocole qui prenne en compte la surface de la parcelle (de quelques ares à plusieurs hectares), sa forme et les zones (bordure/centre/interface) pour réaliser des relevés qui donnent une représentation la plus exacte possible de la composition et de la diversité en plantes messicoles à l'échelle de la parcelle, car la distribution spatiale des individus est souvent en agrégats (Affre *et al.*, 2003). Ainsi plutôt que d'utiliser deux transects de quadrats parallèles le placement des quadrats pourraient se faire toujours aux mêmes endroits stratégiques des parcelles tels que les coins, le centre de la parcelle, les points centraux des bordures et les diagonales.

## VII. BILAN PERSONNEL

Ce stage a été réalisé dans l'enceinte de SupAgro Florac. Mon travail consistant à la fois à intégrer les données recueillies l'année précédente et à échantillonner dix nouvelles exploitations, j'ai eu une partie importante de terrain à réaliser. Afin d'effectuer au mieux ces missions, la structure a mis à ma disposition un bureau, un ordinateur et une voiture de services. J'ai partagée ce bureau avec deux autres stagiaires, dont l'une a travaillé sur la même problématique. Nous avons donc travaillé en équipe. Libre de choisir nos horaires et d'organiser notre temps de travail, nous avons travaillé en totale autonomie. Afin que le stage se déroule au mieux et pour profiter de leur expérience un suivi régulier a été mis en place par nos encadrants sous la forme de réunions. Réunions au cours desquelles nous présentions nos avancés et objectifs futurs. En dehors de nos maîtres de stage, nous avons beaucoup échangé avec les agriculteurs. Nous avons également été en contact avec des botanistes de métier qui nous ont appris à reconnaître certaines messicoles et par mail, avec des acteurs du PNA.

Ainsi ce stage m'a permis dans un premier temps de mobiliser et d'acquérir des connaissances supplémentaires en botanique et en agronomie. Identifier les espèces de messicoles et déterminer les principales adventices présentes dans les parcelles à demander un apprentissage. Il m'a fallu vérifier l'actualisation de tous les noms scientifiques. La réalisation du diagnostic agroenvironnemental nous a apporté de nouvelles connaissances sur les pratiques agricoles existantes et plus globalement sur les systèmes en polyculture élevage.

Dans un second temps il m'a permis de développer des compétences utiles. L'analyse des données m'a amené à utiliser des logiciels de statistique et de cartographie (R et QGIS). Un important travail de recherche bibliographique a été mené. Nous avons réalisé l'étude, des inventaires de terrain jusqu'à l'analyse des données, pour pouvoir proposer des orientations en vue de conserver les plantes messicoles. L'étude nous a amené à gérer un planning de rendez-vous chargé en parallèle d'un nombre important d'inventaires à réaliser. J'ai aussi participé à l'animation d'une formation et effectué des présentations orales en internes. Nous avons également travaillé sur la manière de rédiger, nos travaux devant aboutir à un article scientifique. Enfin nous avons appris à construire un questionnaire et conduire des entretiens afin d'en retirer des informations les plus pertinentes possible.

Sur le plan personnel, ce stage m'a de nouveau amené à travailler en équipe. Ce fut très enrichissant. Notre complémentarité nous a permis de surmonter toutes les difficultés rencontrées.

Concernant les problèmes rencontrés, cette année nous étions deux pour réaliser une charge de travail effectuée par une seule personne l'année dernière, cette dernière n'a donc pas pu mettre en forme les résultats et pousser l'analyse, ce qui nous a confronté à un important travail de reprise et d'homogénéisation des résultats. N'étant pas des botanistes confirmés l'identification de certaines plantes jusqu'à l'espèce nous a parfois posé des difficultés c'est

pourquoi nous avons choisis de parler de taxons. Enfin je pense que pour approfondir notre analyse il nous a manqué des connaissances sur la biologie des espèces.

Au final, cette expérience a totalement répondu à mes attentes. Elle m'a permis de réaliser un projet dans son ensemble et d'enrichir ma réflexion scientifique tout en acquérant des compétences mobilisables en situation professionnelle. Elle m'a aussi conforté dans mon choix d'orientation professionnelle, en m'offrant la possibilité de travaillé dans le domaine de l'agroécologie au contact d'acteurs de la filière agricole souhaitant promouvoir la biodiversité.

## CONCLUSION

Les plantes messicoles sont des plantes spécialistes inféodées aux céréales d'hivers, avec des caractères biologiques et écologiques particuliers (majoritairement annuelles, diploïdes) ce qui les rend peu compétitrices, peu polymorphes et donc plus vulnérables et menacées par des changements d'environnement, comme les modifications des pratiques agricoles. Leur forte régression suite à l'intensification des pratiques a d'importantes conséquences pour la faune associée. Il est donc urgent de définir une stratégie de conservation afin de préserver ces plantes particulières qui assurent de nombreux services écosystémiques. Protéger ces plantes demande une meilleure connaissance des processus influençant la composition et la diversité des plantes messicoles. Il a été établi que les conditions pédo-climatiques et que l'environnement, c'est-à-dire les paysages qui entourent les parcelles de notre zone d'étude sont homogènes. L'étude s'est donc concentrée sur l'influence que peuvent avoir les pratiques agricoles sur la composition et la diversité des plantes messicoles. La zone d'étude choisie est une zone particulière considérée comme un hot spot de plantes messicoles dont les systèmes agricoles en polyculture-élevage sont considérés comme extensifs. A notre connaissance, notre étude est la première à se concentrer sur les effets des pratiques agricoles et de leur intensification sur les plantes messicoles dans un contexte d'agriculture extensive.

A l'échelle de la parcelle, aucune différence de composition et de richesse spécifique en messicoles n'a été observée entre les parcelles des systèmes biologiques et conventionnelles. En classant ces parcelles biologiques et conventionnelles selon un gradient d'intensification des pratiques les résultats obtenus montrent que l'intensité des pratiques a un effet sur l'abondance en plante messicoles mais aucun effet sur la richesse spécifique. A une échelle plus petite, l'abondance comme la richesse en plantes messicoles sont significativement inférieures aux centres des parcelles comparées aux bordures, et ces différences augmentent significativement en fonction de l'intensité des pratiques. Nos résultats confirment donc qu'une réduction de l'intensité des pratiques en bordure de parcelle peut favoriser la diversité en plantes messicoles. Enfin parmi les pratiques agricoles étudiées, le désherbage est celle qui a l'effet négatif le plus important sur la diversité en plante messicoles, dans une moindre mesure la quantité d'azote apporté impact également les plantes messicoles.

Ainsi le gradient d'intensification et les pratiques telles que le nombre de passage d'herbicides ou la quantité d'azote apportée se sont avérés être plus appropriés que le système d'exploitation pour expliquer les variations de richesse et d'abondance en plantes messicoles observées. Par conséquent il apparaît crucial dans le but de conserver les messicoles de réduire l'intensité des pratiques en bordure de parcelle. Notre étude souligne également l'importance de promouvoir les systèmes agricoles extensifs pour protéger durablement les populations de messicoles.

Nous avons montré que c'était l'abondance qui était particulièrement influencée par les pratiques agricoles. Il serait donc intéressant que les études suivantes se focalisent sur l'abondance et non la richesse spécifique en plantes messicoles.

Un suivi sur le long terme des populations de messicoles pourrait permettre de confirmer nos résultats. Enfin l'abondance en plantes messicoles pourraient servir d'indicateur pour évaluer l'évolution de la biodiversité des milieux cultivés.

## REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Aboucaya A., Jauzein P., Vinciguerra L., Virevaire M., 2000. Plan national d'action pour la conservation des plantes messicoles. Rapport final, 46 p.
- Affre L., Dutoit T., Jäger M., Garraud L., 2003. Écologie de la reproduction et de la dispersion, et structure génétique chez les espèces messicoles : propositions de gestion dans le Parc naturel régional du Luberon. Les actes du Bureau des Ressources Génétiques, N°4: 405-428.
- Agreste, 2014. Enquête Pratiques culturelles 2011- Principaux résultats Agreste. Les dossiers, N°21 : 70 p.
- Albrecht, H., 2003. Suitability of arable weeds as indicator organisms to evaluate species conservation effects of management in agricultural ecosystems. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, Vol.98, N°1: 201-211.
- Armengot L., Jose-Mara L., Blanco-Moreno J., Bassa, Chamorro, Sans F., 2011. A novel index of land use intensity for organic and conventional farming of Mediterranean cereal fields. *Agronomy for sustainable development*, N°31: 699–707.
- Baessler C., Klotz S., 2006. Effects of changes in agricultural land-use on landscape structure and arable weed vegetation over the last 50 years. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, N°115: 43–50.
- Bailly R. et al, 1980. Guide pratique de défense des cultures. Le carroussel et ACTA, 419 p.
- Bellanger S., 2011. Etude de la biologie d'une messicole en regression : le bleuet (*Centaurea cyanus* L.). Science de la Vie. Thèse de Doctorat en Sciences de l'Université de Bourgogne, Dijon, 255 p.
- Bengtsson, J., Ahnström, J., & Weibull, A. C., 2005. The effects of organic agriculture on biodiversity and abundance: a meta-analysis. *Journal of applied ecology*, Vol.42, N°2: 261-269.
- Benton T. G., Vickery J. A., Wilson J. D., 2003. Farmland biodiversity: is habitat heterogeneity the key?. *Trends in Ecology & Evolution*, Vol.18, N°4: 182-188.
- Bray, J.R. & Curtis, J.T. 1957. An ordination of the upland forest communities of southern Wisconsin. *Ecological Monographs*, N°27: 325-49.
- Cambecédès J., Largier G., Lombard A. 2012. Plan national d'Actions en faveur des plantes messicoles. Conservatoire botanique national des Pyrénées- Fédération des Conservatoires botaniques nationaux - Ministère de l'Ecologie, du développement durable et de l'Energie, 242 p.
- Cirujeda A. and al., 2009. The weed composition in cereal fields reflects the agricultural intensity level in Aragón. 3 rd Workshop of the European Weed Research society Working Group Weeds and Biodiversity, Lleida.
- Colignon P., Francis F., Fadeur G. Haubruge E., 2004. Aménagement de la composition floristique des mélanges agri-environnementaux afin d'augmenter les populations d'insectes auxiliaires. *Parasitica*, N°60: 3-18.
- Dutoit T., Gerbaud E., Ourcival JM., Roux M., Alard D., 2001. Recherche prospective sur la dualité entre caractéristiques morphologiques et capacités de compétition des végétaux : le cas des espèces adventices et du blé. *Life Sciences*, N°324. Paris : Académie des sciences : 261-272.
- Dutoit T., Jäger M., Gerbaud E., Poschlod P., 2003. Rôles des ovins dans le transport de graines d'espèces messicoles: le cas d'une exploitation agricole du parc naturel régional du Luberon. *Courrier scientifique du Parc naturel régional du Luberon*, N°7 : 68-75.
- FCBN, 2013. Système d'information nationale flore, fonge, végétation et habitat. [En ligne] Disponible sur [http://siflore.fcbn.fr/?cd\\_ref=&r=metro](http://siflore.fcbn.fr/?cd_ref=&r=metro). Consulté le 14 Aout 2015.

- Forey E., Dutoit T., Bezannier F., Maubert P., Rolando C., 2005. A la recherche des espèces messicoles des pelouses calcicoles de la Réserve naturelle des vallées de la Grand-Pierre et de Vitain (Loir-et-Cher). *Symbioses*, N°13 : 33-38.
- Fried G., 2007. Variations spatiales et temporelles des communautés adventices des cultures en France. Thèse de l'Université de Bourgogne et INRA, 537 p.
- Fried G., Petit S., Dessaint F., Reboud X., 2009. Arable weed decline in Northern France: Crop edges as refugia for weed conservation ? *Biological conservation*, N°142: 238-243.
- Gaba, S., Chauvel, B., Dessaint, F., Bretagnolle, V., Petit, S., 2010. Weed species richness in winter wheat increases with landscape heterogeneity. *Agriculture, ecosystems & environment*, Vol.138, N°3: 318-323.
- Gabriel D., Thies C., Tschardt T., 2005. Local diversity of arable weeds increases with landscape complexity. *Perspectives in Plant Ecology, Evolution and Systematics*, Vol.7, N°2: 85-93.
- Gabriel D., Roschewitz I., Tschardt T., Thies C., 2006. Beta diversity at different spatial scales: plant communities in organic and conventional agriculture. *Ecological Applications*, N°16: 2011–2021.
- Gerbaud E., Dutoit T., Barrois A., Toussaint B., 2001. Teneurs en minéraux des fourrages de chaume et de leurs adventices : l'exemple d'une exploitation agricole du sud-est de la France (Vaucluse). *Animal Research*, N°50 : 495–505.
- Gibson R.H, Nelson I.L, Hopkins G.W, Hamlett B.J, Memmott J., 2006. Pollinator webs, plant communities and the conservation of rare plants: arable weeds as a case study. *Journal of Applied Ecology*, N°43: 246-257.
- Godinho I., 1984. Les définitions d' "adventice" et de "mauvaise herbe". *Weed Research*, N°24: 121-125.
- Guilbot R., Coutin R., 1993. Insectes et plantes messicoles. Actes du colloque de Gap « Faut-il sauver les mauvaises herbes ? », Gap 9 : 167-172.
- Hole, D. G., Perkins, A. J., Wilson, J. D., Alexander, I. H., Grice, P. V., Evans, A. D., 2005. Does organic farming benefit biodiversity?. *Biological conservation*, Vol.122, N°1: 113-130.
- Jastrzębska, M., Jastrzębski, W. P., Hołdyński, C., Kostrzewska, M. K., 2013. Weed species diversity in organic and integrated farming systems. *Acta Agrobotanica*, Vol.66, N°3: 113-124.
- Jauzein P., 1997. La notion de messicole : tentative de définition et de classification, *Le monde des plantes* N°458 : 19-23.
- Jauzein P. 2001. L'appauvrissement floristique des champs cultivés. Dossier de l'environnement de l'INRA N°21 : 65-78.
- José-Maria L., Armengot L., Blanco-Moreno J.M., Bassa M., Sans F.X. 2010. Effects of agricultural intensification on plant diversity in Mediterranean dryland cereal fields. *Journal of Applied Ecology* N°47 : 832-840.
- Kleijn, D., & Snoeijs, G. I. J., 1997. Field boundary vegetation and the effects of agrochemical drift: botanical change caused by low levels of herbicide and fertilizer. *Journal of Applied Ecology* : 1413-1425.
- Kleijn, D., Kohler, F., Báldi, A., Batáry, P., Concepción, E. D., Clough, Y., Verhulst, J., 2009. On the relationship between farmland biodiversity and land-use intensity in Europe. *Proceedings of the Royal Society of London B: Biological Sciences*, Vol.276, N°1658: 903-909.
- Legast M., Mahy G., Bodson B., 2008. Les messicoles, fleurs des moissons. Région Wallonne, Belgique, Collection Agrinature N°1 : 124 p.



- Le Roux X., Barbault R., Baudry J., Burel F., Doussan I., Garnier E., Herzog F., Lavorel S., Lifran R., Roger-Estrade J., Sarthou J.P., Trommetter M. (éditeurs), 2008. Agriculture et biodiversité. Valoriser les synergies. Expertise scientifique collective, synthèse du rapport, INRA (France), 116 p.
- Maffre, 2011. Fréquentation des plantes adventices par les abeilles en plaine céréalière intensive - focus sur le bleuet, 36 p.
- Marshall E.J.P., Brown V.K., 2003. The role of weeds in supporting biological diversity within crop fields. Abstract- Weed Research N°43 : 77-89.
- Millennium Ecosystem Assessment, 2005. Ecosystems and Human Well-being: Biodiversity Synthesis. World Resources Institute, Washington, DC.
- Oksanen J., Guillaume Blanchet F., Kindt R., *et al.* 2013. Package 'vegan'. Community ecology package, version, 2013, vol. 2, N°9.
- Olivereau F., 1996. Les plantes messicoles des plaines françaises, Courrier de l'environnement de l'INRA N°28 : 5-18.
- Petit, S., Thenail, C., Chauvel, B., Le Coeur, D., Baudry, J., 2008. Les apports de l'écologie du paysage pour comprendre la dynamique de la flore adventice. Innovations Agronomiques, N°3 : 49-60.
- Petit S., Boursault A., Le Guilloux M., Munier-Jolain N., Reboud X., 2011. Weeds in agricultural landscapes. Agronomy for sustainable development N°31 : 309–317.
- Pointereau P., 2010. Analyse des pratiques agricoles favorables aux plantes messicoles en Midi-Pyrénées. Conservatoire Botanique des Pyrénées et de Midi-Pyrénées. Rapport technique final, 118 p.
- Reid W.V., Mooney H.A., Cropper A., Capistrano D., Carpenter S.R., Chopra K., Dasgupta P., Dietz T., Duraipappah A.K., Hassan R., Kasperson R., Leemans R., May R.M., McMichael T., Pingali P., Samper C., Scholes R., Watson R.T, Zakri A.H., Shidong Z., Ash N.J, Bennett E., Kumar P., Lee M.J, Raudsepp-Hearne C., Simons H., Thonell J., Zurek M.B., 2005. Rapport de synthèse de l'Évaluation des Écosystèmes pour le Millénaire. Monde, 59 p.
- Requier F., Odoux J-F., Tamic T., Moreau N., Henry M., Decourtye A. Bretagnolle V., 2015. Honey bee diet in intensive farmland habitats reveals an unexpectedly high flower richness and a major role of weeds. Ecological Applications N°25 : 881–890.
- Robinson R.A., Sutherland W.J., 2002. Post-war changes in arable farming and biodiversity in Great Britain. Journal of Applied Ecology N°39 : 157-176.
- Romero, A., Chamorro, L., & Sans, F. X., 2008. Weed diversity in crop edges and inner fields of organic and conventional dryland winter cereal crops in NE Spain. Agriculture, Ecosystems & Environment, Vol.124, N°1: 97-104.
- Roschewitz, I., Gabriel, D., Tschardtke, T., Thies, C., 2005. The effects of landscape complexity on arable weed species diversity in organic and conventional farming. Journal of Applied Ecology, Vol.42, N°5 : 873-882.
- Saatkamp A., 2009. Population dynamics and functional traits of annual plants - a comparative study on how rare and common arable weeds persist in agroecosystems. Thèse de l'université Paul Cézanne Aix-Marseille III et Universitat Regensburg, 220 p.
- Sellenet P., 1996. Inventaires des messicoles du Causse Méjean. La Garance Voyageuse. Parc National des Cévennes, 49 p.

- Stoate C., Boatman N.D., Borralho R.J. , Rio Carvalho C., de Snoo G.R., Eden P., 2001. Ecological impacts of arable intensification in Europe. *Journal of Environmental Management* N°63 : 337–365.
- Storkey J., Meyer S., Still K.S., Leuschner C., 2011. The impact of agricultural intensification and land-use change on the European arable flora. *The Royal Society*, 9 p.
- Sutcliffe, O. L., Kay, Q. O., 2000. Changes in the arable flora of central southern England since the 1960s. *Biological Conservation*, Vol.93, N°1 : 1-8.
- Tscharntke, T., Klein, A. M., Kruess, A., Steffan-Dewenter, I., Thies, C., 2005. Landscape perspectives on agricultural intensification and biodiversity–ecosystem service management. *Ecology letters*, Vol.8, N°8 : 857-874.
- Verlaque R., Filosa D., 1997. Caryologie et biogéographie des messicoles menacées du Sud-Est de la France (comparaison avec les autres mauvaises herbes). Actes du colloque “Faut-il sauver les mauvaises herbes? “ Gap 9. 12 juin 1993 : 105-124.
- Waldhardt, R., Simmering, D., Otte, A., 2004. Estimation and prediction of plant species richness in a mosaic landscape. *Landscape Ecology*, Vol.19,N°2 : 211-226.
- Wilson J.D., Morris A J., Arroyo B.E, Clark S.C., Bradbury R.B., 1999. A review of abundance and diversity of invertebrate and plant foods of granivorous birds in northern Europe in relation to agricultural change. *Agriculture, ecosystems and environment*, N°75 : 13-30.

## **GLOSSAIRE**

Richesse spécifique : Nombre de taxons inventoriés sur un site.

Abondance : Nombre total d'individus inventoriés appartenant à un taxon donné.

Composition : Assemblage des taxons présents à un moment donné sur un site (nombre de taxons et noms des taxons)

Recouvrement d'un taxon : Proportion de la surface du sol couverte par la projection verticale des organes aériens de ce taxon.

Diversité spécifique : La diversité spécifique est un paramètre qui rend compte du nombre de taxons différents rencontrés dans un site donné. La richesse spécifique et l'abondance sont des indicateurs de diversité.

Occurrence : Présence (Apparition) d'un taxon.

Taxons : regroupements d'espèces

## ANNEXES

Annexe 1. Présentation de quelques espèces de messicoles (Photos © Laura Lannuzel, 2015)



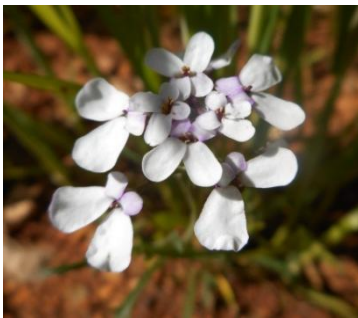
*Viola arvensis*



*Coringia orientalis*



*Adonis flammea*



*Iberis pinnata*



*Delphinium consolida*



*Legousia speculum-veneris*

## Annexe 2. Liste des taxons de messicoles sélectionnés sur une fiche terrain

Date	Agriculteur	Parcelle
Surface	Culture	Zone

nbre pieds / quadrat	Classe abondance
1 à 5	1
5 à 20	2
plus de 20	3

	Blocs	a	b	c	d	e
	Quadrats					
% recouvremt culture						
% recouvremt adventices						
Adonis aestivalis	Adonis d'été					
Adonis flammea	Adonis écarlate					
Agrostemma githago	Nielle					
Ajuga chamaepitys	Bugle petit pin					
Lycopsis arvensis	Buglosse					
Anthemis cotula	Camomille puante					
Anthemis arvensis	Fausse-Camomille					
Androsace maxima	Androsace					
Aphanes arvensis	Alchémille					
Asperula arvensis	Aspérule					
Bifora radians	Bifora					
Bromus arvensis	Brome des champs					
Bromus secalinus	Brome faux seigle					
Bunium bulbocastanum	Noix de terre					
Bupleurum rotundifolium	Buplèvre					
Calepina irregularis	Calépine					
Camelina microcarpa	Caméline petit fruit					
Camelina sativa	Caméline cultivée					
Caucalis platycarpus	Caucalis					
Cyanus segetum	Bleuet					
Ceratocephala falcata	Cératocephale					
Conringia orientalis	Conringie d'Orient					
Delphinium ajacis	Pied-d'alouette					
Delphinium consolida	" " royal					
Euphorbia falcata	Euphorbe en faux					
Fumaria vaillantii	Fumeterre					
Gagea villosa	Gagée des champs					
Galium tricornutum	Gaillet trois cornes					
Gladiolus italicus	Glaïeul d'Italie					
Iberis pinnata	Ibérus					
Legousia spe-veneris	Miroir-de-Vénus					
Buglossoides arvensis	Grémil des champs					
Lolium rigidum	Ivraie à épis serrés					
Lolium temulentum	Ivraie annuelle					
Myagrum perfoliatum	Myagre perfolié					
Neslia paniculata	Neslie paniculée					
Orlaya grandiflora	Caucalis grde fleur					
Papaver dubium	Coquelicot douteux					
Papaver rhoeas	Grand Coquelicot					
Papaver argemone	Coquelicot					
Polycnemum majus	Grand Polycnème					
Polygonum bellardii	Renouée Bellardi					
Ranunculus arvensis	Chausse-trape					
Scandix pecten-veneris	Peigne-de-Vénus					
Sinapis arvensis	Moutarde					
Stachys annua	Épiaire annuelle					
Thlaspi arvense	Tabouret champs					
Thymelaea passerina	Langue-de-moineau					
Torilis leptophylla	Torilis					
Valerianella coronata	Mâche couronnée					
Valerianella dentata	Mâche dentée					
Valerianella echinata	Mâche à piquants					
Valerianella eriocarpa	Mâche fruits velus					
Valerianella locusta	Mache doucette					
Vicia pannonica	Vesce de Hongrie					
Viola arvensis	Pensée des champs					

## RESUME / ABSTRACT

Les plantes messicoles ont fortement régressé depuis le début du 20<sup>ème</sup> siècle suite à l'intensification des pratiques agricoles. Or sur le territoire des Causses de Lozère l'agriculture en système extensif en polyculture-élevage ovins est considéré comme un hot spot de plantes messicoles. Nous avons réalisé un bilan agro-environnemental de 20 exploitations ainsi que des relevés floristiques sur 94 parcelles (3 à 5 par exploitations dont 53 parcelles en conventionnel et 41 parcelles en biologique) afin d'évaluer l'impact des pratiques agricoles et leur intensité sur la diversité et la composition en plantes messicoles sur deux zones de la parcelle (bordure et centre).

Aucune différence de composition et de richesse spécifique en plantes messicoles n'a été observée entre les parcelles des systèmes biologiques et conventionnelles. Cependant les pratiques sélectionnées et plus particulièrement le désherbage (chimique et mécanique) et l'apport d'azote minéral ont un impact sur la diversité en plantes messicoles. L'intensité des pratiques a un effet sur l'abondance en plante messicoles mais aucun effet sur la richesse spécifique. A l'échelle des zones de la parcelle, l'effet de l'intensification des pratiques sur la richesse et l'abondance en plantes messicoles est plus important en centre de la parcelle qu'en bordure. Il s'avère important de maintenir des pratiques agricoles traditionnelles, et d'orienter les efforts pour limiter toute forme d'élimination directe des messicoles et les apports d'azote minéral dans un objectif de conservation des messicoles.

**Mots clés** : messicoles / céréales d'hiver / systèmes extensifs / intensité des pratiques culturales / richesse / abondance / zones de parcelle / conservation

Rare arable weed species have considerably declined as land-uses changed and new agricultural practices emerged since the beginning of the 20th century. However, in the Causses area in Lozère the extensive agriculture system in mixed-farming and sheep breeding is a hot spot of rare arable weed species. An agro-environmental report was carried out on 20 farms. It was followed by plants census on 94 fields ((3 to 5 by farms with 53 conventionals and 41 organics) to assess both the impacts and the intensity of agricultural practices on rare arable weed species. The study measured the rare arable weed species diversity and plant-assemblage at the center and the edges of the fields. No significant differences in rare arable weed species composition and species richness have been observed between organic and conventional farming-systems. However some practices like weed control (chemical and mechanical) and mineral nitrogen input decrease rare arable weed species diversity. Moreover, the intensity of agricultural practices affects rare arable weed abundance but not species richness. At the field level, intensive practices lead to lower species richness and abundance in the center of the plot compared to the edges. Thus, it is crucial to maintain traditional agricultural practices, restrict direct elimination of rare arable weed species and reduce mineral nitrogen treatment in order to conserve stable populations of threatened rare arable weed species in agricultural landscapes.

**Keywords** : rare arable weed species / winter cereal fields / extensive agriculture system / land-use intensity / species richness / abundance / field positions / conservation measures