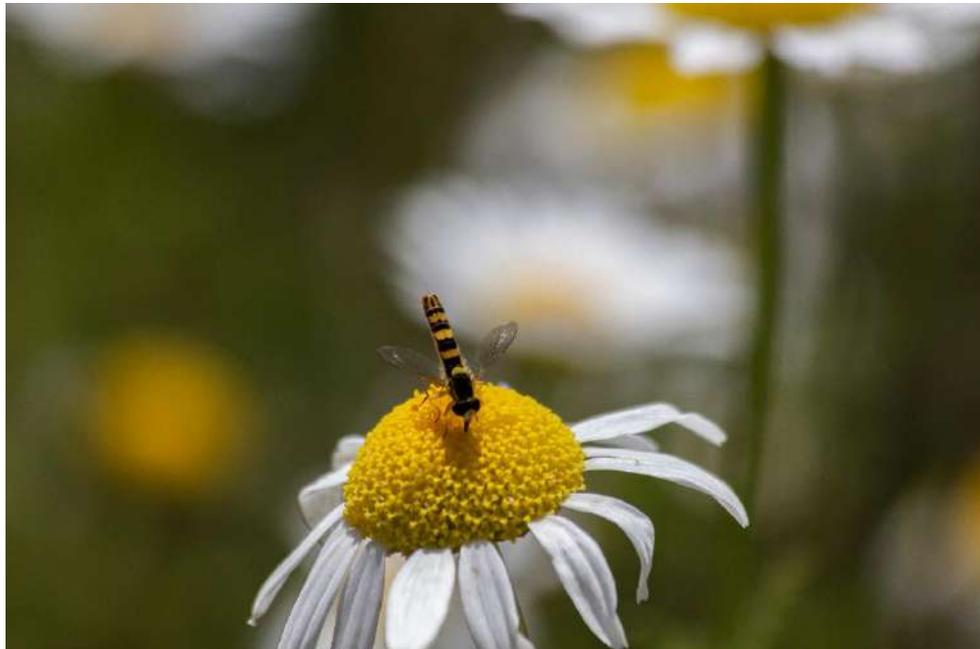


Contribution à la synthèse bibliographique d'observations sur les services écosystémiques rendus par les plantes messicoles



Photographie d'un Syrphe butinant une Anthémis.

LE GAL Valentin

Sous la direction de : Mme CAMBECÈDES Jocelyne

Université Paul Sabatier Toulouse III, Laboratoire Evolution et Diversité Biologique
118 Route de Narbonne, 31077 Toulouse

Du 10/06/2019 au 26/07/2019

Pour toute diffusion, ce mémoire doit être obligatoirement accompagné de l'attestation de soutenance

Université de Poitiers

Faculté des Sciences Fondamentales et Appliquées

Master 1^o Année Ecologie et Biologie des Populations

M1 E.B.P.

Attestation de soutenance & Appréciations du jury

Mlle /Mme /Mr ,

étudiant(e) en M1 EBP, a soutenu ce jour le présent mémoire, devant un jury composé d'enseignants-chercheurs et de chercheurs de l'Université de Poitiers.



Le jury, après délibération, a donné les appréciations suivantes :

❖ **Qualité générale du mémoire :**

◆ Rédaction

- Excellente
- Très bonne
- Bonne
- Moyenne
- Médiocre

◆ Richesse du contenu

- Excellente
- Très bonne
- Bonne
- Moyenne
- Médiocre

◆ Qualité de l'analyse

- Excellente
- Très bonne
- Bonne
- Moyenne
- Médiocre

❖ **Qualité générale de la présentation orale :**

◆ Prestation

- Excellente
- Très bonne
- Bonne
- Moyenne
- Médiocre

◆ Esprit de synthèse

- Excellent
- Très bon
- Bon
- Moyen
- Médiocre

◆ Qualité de l'illustration

- Excellente
- Très bonne
- Bonne
- Moyenne
- Médiocre

❖ **Déroulement du stage (Appréciations du Maître de stage) :**

◆ Insertion dans l'équipe

- Excellente
- Très bonne
- Bonne
- Moyenne
- Médiocre

◆ Qualité d'assimilation

- Excellente
- Très bonne
- Bonne
- Moyenne
- Médiocre

◆ Implication personnelle

- Excellente
- Très bonne
- Bonne
- Moyenne
- Médiocre



En conséquence, les appréciations du jury, en l'état actuel du mémoire, sont les suivantes :

➤ Note sur le mémoire : / 20 (coeff. 0.6) ➤ Note sur l'oral : / 20 (coeff. 0.4)

➤ Avis sur la divulgation du mémoire en l'état actuel :

- Autorisée sans modification.
- Autorisée après modifications mineures.
- Non divulgation pour clause de confidentialité
- Autorisée après modifications majeures.
- Non autorisée.

Fait à Poitiers, le :..... Signature et cachet du président du Jury :

Remerciements

Tout d'abord, je tiens à remercier Madame CAMBECEDES Jocelyne, Responsable du Pôle Conservation et restauration écologique au Conservatoire Botanique National des Pyrénées et Midi Pyrénées, qui m'a accompagné tout au long de ce stage, en appliquant un cadre de travail à la fois rigoureux et très agréable par sa gentillesse et son professionnalisme.

Je remercie M. BRUNE Jacques, de m'avoir accepté comme stagiaire dans son organisme, stage me permettant d'acquérir de la connaissance ainsi que de l'expérience.

Je remercie également Madame ESCARAVAGE Nathalie, Enseignant-chercheur au Laboratoire Evolution et Diversité Biologique de l'Université Paul Sabatier, pour son aide lorsque je l'ai sollicité, ainsi que sa courtoisie et sa gentillesse.

Je remercie toute l'équipe du Laboratoire, notamment de l'accueil qui m'ont apporté un accueil très chaleureux.

Finalement je tiens à remercier sincèrement tous mes professeurs s'occupant de ma formation de Master 1, qui m'ont permis de réaliser un stage plus tardif que les dates initialement prévues, me donnant alors la chance de valider mon M1, chose que je n'aurais pas pu faire sans leur aide.

Je remercie tout particulièrement M. Nicolas BECH, pour sa gentillesse, sa participation à mon décalage de stage, son soutien, et son suivi au cours de l'année mais également pendant toute la durée de stage, ce qui m'a énormément aidé dans la poursuite de mes études.

Enfin, je remercie toutes les personnes ayant contribué au succès de ce stage, par leur aide et leur soutien et m'ayant aidé dans la rédaction de ce rapport.

Contribution à la synthèse bibliographique d'observations sur les services écosystémiques rendus par les plantes messicoles.

Table des matières

Introduction	1
Matériel et Méthode	3
I. Sujet d'étude : Les plantes messicoles.	3
a- Biologie et conservation.	3
b- Les espèces étudiées	Erreur ! Signet non défini.
II- Organisation du travail et recherche bibliographique.	6
a- La prise de données.....	6
b- Sorties terrain	6
Résultats	8
I- Liste des invertébrés présents	8
a- Liste totale.....	8
b- Services écosystémiques et auxiliaires de culture.....	9
II- Réseaux d'interactions	11
a- Espèces bénéfiques aux cultures	11
b- Espèces néfastes aux cultures	12
III- Photographies.....	13
Discussion	14
a- Auxiliaires de cultures et services écosystémiques.	15
b- Des espèces néfastes aux cultures céréalières.....	16
II- Vers une agriculture plus écologique.....	17
a- Favoriser les messicoles dans les agroécosystèmes.....	17
b- Des difficultés et des solutions à apporter.....	19
Annexe 1	21
Annex 2	22
Références Bibliographiques.....	25
Résumé/Abstract	28

Introduction

Bien que l'on parle de la 6^e extinction de masse (Commissariat général au développement durable., 2018), aujourd'hui, ce n'est pas forcément le nombre d'espèces mais la rapidité à laquelle elles disparaissent qui alarme sur la condition des organismes vivants dans le monde. En effet, d'après le rapport sur la biodiversité de l'Agence Française pour la Biodiversité, 26% des espèces étudiées étaient considérées comme menacées ou éteintes en France au 1^{er} avril 2018 (Commissariat général au développement durable., 2018). L'ensemble des organismes semble être touché et aucun type n'est épargné par ces biais de populations.

Les végétaux aussi sont fortement impactés par cette période d'extinction, et certaines études ont même démontré qu'ils s'éteignaient à un rythme jusqu'à 500 fois plus élevé qu'ils ne le devraient pour certaines espèces (Aelys M. Humphreys et al., 2019). Les plantes étant à la base de la chaîne alimentaire, mais également de nombreux écosystèmes, le résultat de leur disparition pourrait avoir des conséquences non négligeables sur le reste des organismes, et donc sur l'environnement.

Bien que tous les écosystèmes soient en dégradation (IPBES., 2019), les agroécosystèmes sont parmi les milieux les plus impactés en France et semblent aussi subir fortement les conséquences de l'agriculture intensive et de l'impact de l'Homme. Invertébrés, végétaux ou encore avifaune, les espèces associées à ce type d'écosystème ont subi de fortes régressions depuis l'industrialisation et la mécanisation de l'agriculture au XX^e siècle (Cambecèdes et al., 2012). En France, entre 1989 et 2017, les espèces d'oiseaux communs dits « spécialistes » affiliées aux milieux agricoles ont chuté de 33% (Commissariat général au développement durable., 2018), et les données ne manquent plus pour montrer la forte baisse de populations que connaissent les invertébrés, notamment parmi les arthropodes et les pollinisateurs.

Fortement affiliées aux agroécosystèmes, les plantes messicoles, ou plantes des moissons, sont également menacées et connaissent une forte diminution de leur population en France depuis l'intensification des pratiques agricoles (Cambecèdes et al., 2012). Ces plantes, dont la majorité sont des plantes annuelles et dont les origines sont très variées, ont colonisé nos champs cultivés bien avant l'industrialisation de l'agriculture pour certaines espèces (Cambecèdes et al., 2012). Trouvées à proximité des parcelles ou sont cultivés des céréales, le travail annuel des sols a favorisé les messicoles qui se sont alors inféodés à ces milieux. Véritable source de biodiversité, et même considérées comme des indicateurs de celle-ci (S.Benvenuti et al., 2007), les messicoles confèrent une richesse floristique diversifiée, permettant d'accueillir une diversité d'organisme bien plus élevée que dans les monocultures habituellement présentes sur ces territoires agricoles.

Afin de protéger les plantes ségétales, un Plan National d'action est mis en place par le Ministère de l'Aménagement du Territoire et de l'Environnement ainsi que les Conservatoires Botaniques Nationaux depuis 1998, dans un objectif de protection et de suivis des populations de messicoles. Le Conservatoire Botanique National des Pyrénées et Midi-Pyrénées (CBNPMP) est l'un des acteurs principaux dans la conservation des Messicoles. Ce dernier, créé en 1999 et actuellement sous la présidence de M. BRUNE Jacques, a été formé par l'association de 5 collectivités étant le Département Hautes-Pyrénées, le Département des Pyrénées-Atlantiques, La Région Languedoc-Roussillon Midi-Pyrénées, le Communauté de communes de la Haute-Bigorre et enfin la ville de Bagnères-de-Bigorre, qui ont pour objectif d'étudier, de recenser et de protéger la flore.

Mme. CAMBECEDES Jocelyne, responsable du pôle Conservation et restauration écologique au CBNPMP, coordonne de nombreux projets en faveur de la préservation et la valorisation des végétaux. Les messicoles font partie de ces études, et de nombreuses missions sont organisées pour la conservation de ces espèces avec des programmes de sensibilisation, des inventaires floristiques, la création de parcelles d'expérimentation ou encore l'implantation de bandes enherbées. Ces études ont pour objectif final la réconciliation des messicoles dans le milieu agricole, et indirectement le retour de la Biodiversité dans les agroécosystèmes.

Afin d'améliorer les conditions des plantes des moissons dans les champs cultivés, il est important d'évaluer l'impact que ces différents taxons ont sur nos cultures pour ainsi trouver les moyens qui nous permettrons d'avoir une relation agriculture-environnement plus responsable. L'un des aspects qu'il reste à étudier est les interactions qu'il existe entre les messicoles et les invertébrés. Cette étude a pour objectif de caractériser l'entomofaune affiliée aux plantes messicoles et d'étudier les types de relations existantes afin d'évaluer les impacts potentiellement bénéfiques ou néfastes que ces végétaux pourraient avoir sur les cultures de céréales en France.

Matériel et Méthode

I- Sujet d'étude : Les plantes messicoles.

a- Biologie et conservation.

1- Caractéristiques principales et fonctions biologiques.

Les plantes messicoles, ou ségétales désignent les végétaux qui, depuis des centaines d'années voire des millénaires pour certains, sont affiliés aux cultures agricoles et plus spécifiquement aux moissons. Ces organismes, d'origine globalement méditerranéenne, sont ainsi retrouvés sur les cultures de plantes à graines et notamment de céréales. Cette spécialisation vient du fait qu'il y ait un travail annuel des sols dans ces champs, ce qui permet de faciliter leur germination et ainsi leur repousse. On retrouve deux catégories parmi les messicoles étant d'une part, des plantes annuelles, correspondant aux végétaux dont le cycle biologique est établi sur une année (de la germination à la graine). Généralement automnales ou de fin d'hiver, il existe quelques taxons à germination printanière ou estivale dits messicoles.



Photographie réunissant Anthémis, miroir de vénus, bleuet et chrysanthème des moissons.

D'autres part, des plantes vivaces géophytes complètent également la liste des messicoles. Les plantes vivaces sont des organismes pouvant vivre plusieurs années et le caractère « géophyte » désigne la capacité à passer la mauvaise saison, celle-ci n'étant pas nécessairement l'hiver, dans le sol et sous la forme d'un organe spécialisé comme le bulbe (Cambecèdes et al., 2012). Les messicoles contribuent fortement à maintenir la biodiversité dans les agroécosystèmes en favorisant la présence de nombreuses espèces, leur offrant des sites de reproduction, de nidification ou encore une source de nourriture.

Les invertébrés notamment les arthropodes sont largement favorisés par la présence de messicoles, et contribuent eux-mêmes à favoriser une forte biodiversité dans le milieu du fait de la place importante qu'ils occupent dans la chaîne alimentaire (Cambecèdes et al., 2012), notamment les oiseaux des champs et des plaines dont les populations chutent fortement ces dernières années, pour des raisons quasi similaires. Enfin ces derniers ont une forte importance agroécologique du fait de la présence d'auxiliaires de cultures fournissant divers services écosystémiques comme les pollinisateurs (R. H. GIBSON et al., 2006) ou encore de nombreux prédateurs favorisant la régulation voire une forte diminution de nombreuses espèces de ravageurs de cultures (Cambecèdes et al., 2012).

2- Conservation, menaces et PNA.

Depuis l'industrialisation, la motorisation et l'intensification des méthodes agricoles, les plantes ségétales ont vu leurs populations se réduire fortement. En effet l'utilisation de pesticides, notamment d'herbicides, a causé une diminution drastique des populations (R. H. GIBSON et al., 2006), spécifiquement avec le caractère « mauvaises herbes » souvent attribué aux plantes adventices, dont les messicoles, dans le milieu agricole. La trop forte exploitation et le travail intensif des sols ont également fortement perturbé la survie de ces espèces, en modifiant les propriétés physico-chimiques des sols dont elles sont dépendantes, ou en étant trop rapides pour le cycle biologique de ces espèces (avec une fauche trop précoce par exemple) (Cambecèdes et al., 2012). Pour pallier cette baisse de diversité floristique, les plantes messicoles ont été inscrites au programme d'action de la France pour la protection de la faune et de la flore sauvage, à la suite du conseil de Rio de Janeiro en 1992. Le Ministère de l'Aménagement du Territoire et de l'Environnement ainsi que les Conservatoire botanique nationaux (CBN) ont donc définis un Plan National d'Action ou PNA, coordonné par le CBN méditerranéen de Porquerolles, le CBN du Bassin Parisien et le CBN Alpin, et permettant d'établir une première réglementation en faveur de la protection de ces espèces. En association avec des experts, les acteurs et collectifs régionaux, le Plan National, d'une durée de 5 ans est rétabli après chaque réévaluation. Il a pour objectif d'organiser une stratégie favorable de suivis et de gestion des populations avec des actions de préservation et de sensibilisation nécessaire au maintien des différentes espèces. Cette stratégie est organisée selon deux actions principales étant d'une part, la réimplantation et la préservation d'espèces en milieu naturel ou en milieu agricole, et d'autre part la sensibilisation et la valorisation des services rendus par les messicoles, à destination du grand public, des agriculteurs ou encore du milieu politique.

b- Les espèces étudiées

1- Les liste de références.

Afin d'améliorer la gestion et le suivis des espèces, une liste nationale est définie. En France la liste nationale comprend 102 taxons dont 7 sont considérés comme disparus du territoire (Annexe1). La définition de messicole étant assez large, des listes régionales sont également créées en complément de la liste nationale afin d'ajouter des espèces connues pour être affiliées aux agroécosystèmes dans ces régions. Ainsi 13 listes régionales ont été mises en place dans des programmes particuliers ou encore des plans d'action régionaux avec pour objectif d'améliorer l'état des connaissances des plantes ségétales (Annexe 2) (Cambecèdes et al., 2012).

2- Les espèces désignées pour l'étude.

Table récapitulative des espèces messicoles choisies pour l'expérimentation :

Genre	Espèce	Diminutif	Genre	Espèce	Diminutif
Agrostemma	githago	AGOGI	Galium	aparine subsp. Spurium	GALAP
Ajuga	chamaepitys	AIUCH	Glebionis	segetum	CHYSE
Alopecurus	myosuroides	ALOMY	Hypecoum	imberbe	HCYIM
Ammi	majus	AMIMA	Iberis	amara	IBEAM
Anthemis	arvensis	ANTAR	Iberis	pinnata	IBEPI
Anthemis	cotula	ANTCO	Kickxia	spuria	KICSP
Apera	spica-venti	APESV	Legousia	speculum-veris	LEGSV
Arnoseris	minima	ARZMI	Logfia	arvensis	FILAR
Arrhenatherum	elatius subsp. bulbosum	ARREB	Lolium	temulentum	LOLTE
Asperula	arvensis	ASEAR	Lycopsis	arvensis	LYCAR
Avena	fatua	AVEFA	Melampyrum	arvense	MEAAR
Bifora	radians	BIFRA	Misopates	orontium	ATHOR
Bromus	arvensis	BROAV	Myagrum	perfoliatum	MYGPE
Bromus	secalinus	BROSE	Nigella	nigellastrum	GJLNI
Buglossoides	arvensis	LITAR	Orlaya	grandiflora	ORLGR
Bunium	bulbocastanum	BUIBU	Papaver	argemone	PAPAR
Calepina	irregularis	CPAIR	Papaver	dubium	PAPDU
Camelina	sativa	CMASA	Papaver	hybridum	PAPHY
Calendula	arvensis	CLDAR	Papaver	rhoeas	PAPRH
Caucalis	platycarpos	CUCLA	Ranunculus	arvensis	RANAR
Centaurea	benedicta	CXDBE	Raphanus	raphanistrum	RAPRA
Cephalaria	syriaca	CPISY	Roemeria	hybrida	ROEHY
Ceratocephala	falcatus	CCFFA	Scandix	pecten-veris	SCAPV
Conringia	orientalis	CNHOR	Scleranthus	anuus	SCRAN
Cuscuta	epilinum	CVCEP	Sinapis	alba	SINAL
Cyanus	segetum	CENCY	Spergula	arvensis	SPRAR
Delphinium	ajacsis	CNSAJ	Stachys	annua	STAAN
Delphinium	consolida	CNSRE	Stachys	arvensis	STAAR
Delphinium	halteratum	DELHA	Thlaspi	arvense	THLAR
Delphinium	orientale	CNSOR	Tulipa	agenensis	TULAG
Delphinium	pubescens	CNSPU	Tulipa	sylvestris subsp. Sylvestris	TULSY
Delphinium	verdunense	DELHV	Turgenia	latifolia	CUCLF
Euphorbia	exigua	EPHEX	Vaccaria	hispanica	VAAPY
Falcaria	vulgaris	FALVU	Valerianella	dentata f. rimosa	VLLRI
Filago	pyramidata	FILPY	Valerianella	dentata	VLLDE
Fumaria	densiflora	FUMDE	Vicia	pannonica var. purpurascens	VICPS
Fumaria	parviflora	FUMPA	Vicia	villosa	VICVI
Fumaria	vaillanti	FUMVA	Viola	arvensis	VIOAR
Galeopsis	angustifolia	GAEAN			
Galeopsis	segetum	GAESE			

Dans le cadre de cette étude menée avec le CBNPMP, une liste d'espèces a été définie. Cette liste comprenait initialement l'ensemble des taxons de la liste nationale ainsi que ceux possédant 5 citations ou plus en liste régionale. Au fur et à mesure des recherches et due à un manque de données sur de nombreuses espèces, la liste, qui comprenait alors 131 taxons (Annexe 2) a été réduite, et les espèces pour lesquelles aucune ou très peu d'informations n'ont été retenue ont été retirées. La liste finale contient des données nationales (en beige) ainsi que régionale (en vert) et présente un total de 79 taxons. Les diminutifs ont été réalisés selon la codification EPPO (European and Mediterranean Plant Protection Organization).

II- Organisation du travail et recherche bibliographique.

a- La prise de données.

L'objectif de cette étude est le recensement ainsi que l'identification des principaux taxons d'invertébrés présents et ayant des relations avec les individus de la liste. Les différents organismes sont alors définis selon plusieurs critères étant la systématique (de l'espèce à l'ordre lorsque c'est possible), la plante sur laquelle ils ont été aperçu, la systématique de cette dernière, le type de nutrition dominant, le type d'interaction avec la plante et enfin les parties de la plante concernées. Toutes les données sont ensuite rapportées dans un tableau à double entrées permettant de regrouper plus de 900 observations sur les relations existantes entre les messicoles (de la liste nationale et régionale) et les invertébrés. L'ensemble de ces données ont été récupérées en étudiant les résultats et les publications déjà parues sur le sujet, ainsi que les bases de données plante-invertébrés ouvertes à la consultation. Afin d'étudier ces relations, des graphiques représentant des réseaux d'interactions ont été réalisés sur le logiciel R grâce au package Bipartite, en utilisant tables de présence/absence sous forme de matrice ou une visite équivaut à 1 et l'absence de l'individu à 0.

b- Sortie terrain.

Au cours de ce stage trois sorties terrain ont été réalisées afin d'intégrer les méthodes d'expérimentation à mettre en place lors des missions de recensement. Ainsi, sous la direction de Laura LANNUZEL, chargée de mission en agroenvironnement au CBNPMP, le travail s'organisait en deux tâches distinctes. Dans un premier temps l'inventaire et le comptage par quadrillage des espèces messicoles présentes sur les sites visités, réalisés par Madame LANNUZEL. Le second travail réalisé par moi-même consistait à photographier les espèces invertébrées présentes sur les

messicoles, de manière « aléatoire » ou selon un protocole « Spipoll ». Ce dernier consiste à choisir une espèce de messicole précise et ne photographier que les espèces venant visiter cette dernière durant 20 minutes, en notant l'heure de début et de fin ainsi qu'un cliché de la plante et du site dans lequel elle a été trouvée. Les missions terrain ont été menées selon deux méthodes.



Fadet commun, Coenonympha pamphilus, butinant une fleur de bleuet.

1- La prospection.

La prospection sur le terrain, c'est-à-dire la recherche d'agroécosystème favorable à la présence de messicole de façon aléatoire dans la région. Une fois sur place, un inventaire des taxons messicoles présents est réalisé par Madame LANNUZEL, qui prélève également des échantillons afin de continuer l'identification en laboratoire. Les coordonnées du site sont ensuite notées en latitude et longitude afin de suivre l'évolution de ce dernier avec de nouveaux inventaires.

2- Les parcelles expérimentales.

L'étude en terrain d'expérimentation. En effet, certains agriculteurs acceptent de prêter des parcelles expérimentales au conservatoire. Ces dernières permettent alors de réaliser des suivis plus complets qu'en milieu naturel ainsi que des tests sur les méthodes agroécologiques et sur la préservation des messicoles dans les champs cultivés. Cette méthode permet également d'informer le public à propos des messicoles et de valoriser l'importance de ces dernières. De nombreux agriculteurs étant également apiculteurs de la région Pyrénées Midi-Pyrénées, un fort attrait pour les pollinisateurs représente certains avantages notamment avec la disparition de ces derniers. Elle permet finalement d'apporter la notion d'environnement dans le milieu agricole, une notion qui n'a pas toujours sa place dans ce milieu.

Résultats

I- Liste des invertébrés présents.

a- Liste totale.

Les bases de données ainsi que les publications ont permis de faire ressortir toute une liste de données plantes-insectes et ainsi un ensemble d'invertébrés qui semblent affilié à la présence des messicoles. La base de données n'étant pas intégrable, la liste des organismes est présentée sous forme d'un tableau récapitulatif. Un accent a été mis sur les familles, en effet les systématiques des invertébrés observés étant souvent incomplètes, la famille paraissait le plus précis pour étudier l'ensemble des individus.

Tableau 1 : Tableau récapitulatif des famille invertébrés présentes.

Les chiffres présents indiquent le nombre de genre présents dans chaque famille.

	Hymenoptera	Diptera	Coleoptera	Acari	Hemiptera	Lepidoptera	Orthoptera	Areneae
Familles	Halictidae ⁴	Cecidomyiidae ¹³	Dermestidae ¹	Eriophyidae	Aphididae ¹³	Papilionidae ¹	Gryllidae	Thomisidae ²
	Sphecidae ¹	Syrphidae ¹²	Brentidae ¹		Pentatomidae ³	Pyralidae ¹		Araneidae ¹
	Vespidae ³	Chloropidae ¹	Cetoniidae ³		Lygaeidae ³	Geometridae ⁴		
	Ichneuminidae ¹	Tephritidae ⁴	Cerambycidae ⁵		Pyrrhocoridae ¹	Noctuidae ¹²		
	Formicidae ¹	Agromyzidae ⁴	Oedemeridae ¹		Pemphigidae ¹	Tortricidae ⁵		
	Colletidae ¹	Calliphoridae ¹	Chrysomelidae ⁷		Tingidae ¹	Pieridae ⁴		
	Apidae ⁶	Tachinidae ¹	Curculionidae ⁹		Nabidae ¹	Nymphalidae ¹⁰		
	Tiphiidae ¹	Sarcophagidae ¹⁺	Nitidulidae ²		Triozidae ¹	Lycaneidae ²		
	Megachilidae ²	Bombyliidae ¹	Coccinellidae ²			Sphingidae ²		
	Cynipidae ¹	Psilidae ¹	Cantharidae ¹			Satiridae ¹⁺		
	Tenthredinidae ²		Melyridae ³			Elachistidae ²		
	Andrenidae ¹		Bruchidae ¹			Depressariidae ¹		
	Melittidae ¹⁺		Cleridae ¹			Zygaenidae ¹⁺		
	Eurytomidae ¹		Mycteridae ¹			Scythrididae ¹		
	Chalcidoidea ¹⁺		Buprestidae ¹					
	Crabronidae ¹		Glaphyridae ¹					
	Gasteruptionidae ¹							
	Pompilidae ¹⁺							
Total	18	10	16	1	8	14	1	2
Genres	30	39	39	1	24	47	1	3
Espèces	60-70	60-70	80-90	5	30-40	60-70	1	3

On peut noter la présence de 8 ordres d'invertébrés étant les Hyménoptères, les Diptères, les Coléoptères, les Acariformes (super ordre), les Hémiptères, les Lépidoptères, les Orthoptères et enfin les Aranéides. Les groupes majoritaires sont les Hyménoptères, les Diptères et les Lépidoptères avec 60 à 70 espèces, et les Coléoptères sont en majorité avec 80 à 90 espèces. Trois types d'interactions principales ressortent de l'étude messicoles-invertébrés, elles sont : la pollinisation, la prédation (ici il ne s'agit pas réellement d'une interaction plante-invertébré mais on peut supposer que certains prédateurs se servent des messicoles et de leur attrait pour chasser), et enfin la Phytophagie sous toutes ses formes (pour les larves ou les adultes, la galle, les brouteurs, les parasites, etc).

Les espèces Phytophages sont présentes en majorité chez les Coléoptères, dont la quasi-totalité se nourrit de végétaux. L'ensemble des Familles d'Hémiptères à l'exception de la famille des Nabidae, les Acariformes, les Gryllidae, l'ensemble des Lépidoptères du fait de leur stade larvaire phytophage, les Familles Cecidomyiidae, Tephritidae (Niblett, M., 1939), Chloropidae et Agromyzidae de l'ordre des Diptères et enfin la famille des Eurytomidae, des Cynipidae et des Tenthrenidae de l'ordre des Hyménoptères sont également considérées comme phytophages (Barnes, H.F., 1956).

b- Services écosystémiques et auxiliaires de culture.

Les auxiliaires de cultures sont des organismes vivants de tous types (bactéries, insectes, ou encore des oiseaux) qui ont un apport positif sur les cultures réalisées par les hommes. On parle également de service écosystémique. En effet, ces acteurs dans la lutte biologique étant majoritairement prédateurs, ils permettent la plupart du temps de réguler voire d'éliminer les populations de ravageurs présentes dans les cultures, qu'elles soient végétales ou animales. La pollinisation est également considérée comme un service écosystémique. Les ravageurs à l'inverse, sont des organismes se nourrissant des plantes cultivées dans les milieux agricoles impliquant de nombreuses pertes et dommages aux plantations. Il en existe également de tous genres, en allant des bactéries et invertébrés aux mammifères comme les rongeurs.

Un certain nombre d'espèces d'invertébrés affiliées aux messicoles de la liste citée ci-dessus fournissent des services écosystémiques. Parmi eux on peut noter 2 services écosystémiques principaux étant la pollinisation et la prédation d'espèces phytophages représentés dans le tableau ci-dessous :

*Tableau 2 : Familles et types d'auxiliaires affiliés aux messicoles.
Les chiffres présents indiquent le nombre de genre présents dans chaque famille.*

Pollinisateurs stricts	Prédateurs d'invertébrés ravageurs	Autres familles neutres/positives
Lepidoptera ³⁹	Ichneuminidae ¹	Pompilidae ¹⁺
Halictidae ⁴	Cantharidae ¹	Chalcidoidea ¹⁺
Colletidae ¹	Syrphidae ¹²	Gasteruptidae ¹
Apidae ⁶	Nabidae ¹	Vespidae ³
Andrenidae ¹	Coccinellidae ²	Crabonidae ¹
Megachilidae ²		Sphecidae ¹
Melittidae ¹⁺		Thomisidae ²
Syrphidae ¹²		Araneidae ¹
Calliphoridae ¹		Formicidae
Tachinidae ¹		
Sarcophagidae ¹⁺		
Bombyliidae ¹		
Cantharidae ¹		
Melyridae ³		
Glaphyridae ¹		

Parmi les pollinisateurs stricts, on peut noter une grande majorité d'Hyménoptères, notamment d'abeilles sauvages, ainsi que de Lépidoptères. Les diptères ne sont pas négligeables et semble représenter également une grande part de la pollinisation (Shahnawaz A. Dar. et al.), notamment du côté des Syrphidae, avec 12 genres présents. Enfin les Coléoptères, tenant quand même un rôle important dans la pollinisation, ne présentent que trois familles parmi les pollinisateurs stricts. Les autres espèces de coléoptères pollinisatrices ne se contentent pas de pollen ou de nectar, et dévorent le plus souvent les autres organes floraux présents.

On peut noter la présence de 5 familles considérées comme de réelles auxiliaires de cultures face aux ravageurs. Parmi ces invertébrés, on retrouve alors deux types de prédateurs étant les généralistes, qui se nourrissent de plusieurs sortes d'invertébrés, et les spécialistes, qui ne s'attaquent qu'à un type de proie bien précis. Parmi les généralistes, on peut retrouver la famille des Nabidae, des Cantharidae ainsi que des Ichneumonidae. Bien que généralistes, les Nabidae ainsi que les Cantharidae se sont montrés très utiles dans la lutte contre les pucerons, en étant plusieurs fois aperçus s'attaquant à des colonies. Les Ichneumonidae s'attaquent à différents ravageurs de culture, comme des coléoptères ou encore des larves de Lépidoptères. Les Coccinellidae ainsi que les Syrphidae, spécifiquement les larves, semblent être des prédateurs plus spécialistes, notamment des pucerons, dont ils impactent fortement les populations. En plus de cette spécificité, les Syrphidae constituent un groupe de pollinisateurs importants.

Enfin, même s'il ne s'agit pas d'auxiliaires de culture, d'autres espèces sont importantes dans le maintien d'une biodiversité viable. On peut noter une diversité élevée au sein des invertébrés de types « guêpe » (Tableau 1 et 2) avec 8 familles présentes étant les Pompilidae, les Gasteruptidae, les Vespidae, les Cynipidae, les Crabonidae, les Eurytomidae les Chalcidoidea et les Sphecidae. Les guêpes sont généralement polyphages, de nombreuses espèces sont importantes dans la régulation d'autres invertébrés et elles participent également à la pollinisation (Shahnawaz A. Dar. et al.). Les araignées également jouent un rôle important dans la régulation d'espèces de par le fait qu'il s'agisse de prédateur strict. Finalement, les fourmis, ici de la famille des Formicidae, sont également des acteurs quasi indispensables dans le maintien de la biodiversité. Pour les messicoles, ces dernières sont d'autant plus importantes qu'elles participent à la dissémination des graines de certaines espèces (Cambecède et al., 2012).

II- Les Réseaux d'interactions.

Afin de mieux comprendre et représenter les relations qu'il existe entre les invertébrés et les messicoles, des graphiques d'interactions ont été réalisées. Un premier graphique, a été réalisé sur l'ensemble des espèces invertébrés, mais le nombre de données trop important ne facilite pas l'utilisation du document. Ainsi, les différentes familles ont été classées en tant qu'espèces « positives » et « négatives ». Les espèces positives sont les espèces dont la présence dans les cultures n'occasionnent pas de dommages sur celles-ci, voire les espèces qui peuvent être bénéfiques aux agroécosystèmes ainsi qu'à l'Homme. Les espèces négatives, regroupent les espèces ravageuses, notamment les invertébrés phytophages pouvant s'avérer néfastes aux cultures.

a- Les espèces bénéfiques aux cultures.

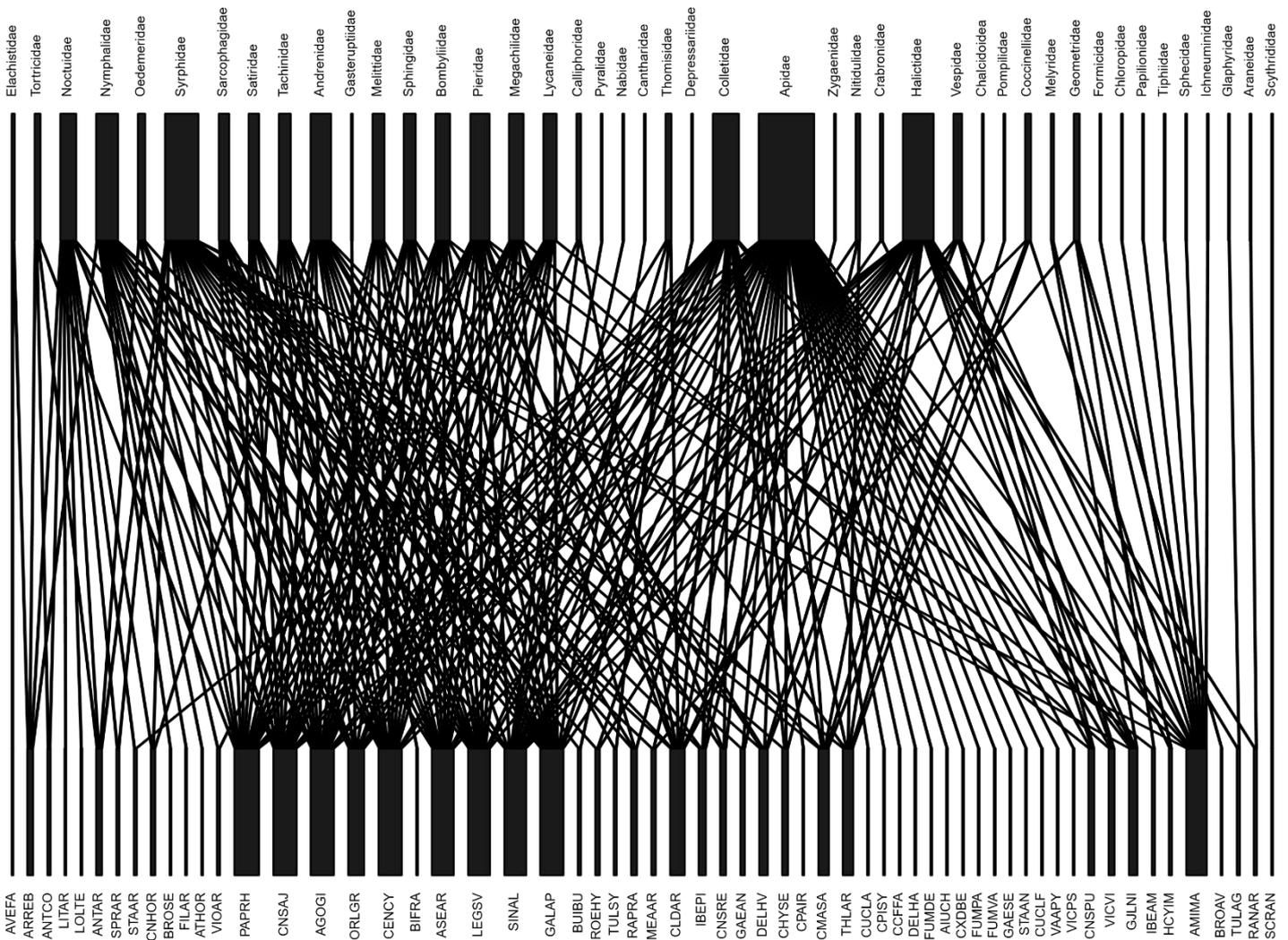


Figure 3 : Réseau d'interactions entre les espèces messicoles et les familles d'invertébrés neutres ou bénéfiques aux cultures céréalières. Il s'agit d'un graphique de présence absence où un trait de liaison correspond à une présence.

Parmi les espèces positives aux cultures, les familles d'espèces pollinisatrices semblent avoir un plus grand nombre d'interactions avec des espèces différentes appartenant à la liste des messicoles où l'on peut observer une plus grande diversité des espèces végétales visitées. La famille des Apidae notamment semble obtenir le maximum d'interactions avec des espèces différentes. Pour les espèces plutôt prédatrices où polyphages, on observe une certaine spécificité des espèces messicoles visitées avec un nombre d'interactions réduit par rapport aux pollinisateurs.

Concernant les plantes ségétales, 13 taxons semblent obtenir un plus fort attrait pour les invertébrés, spécifiquement pour les pollinisateurs. Ces plantes sont *Papaver roheas*, *Delphinium ajacsis*, *Agrostemma githago*, *Orlaya grandiflora*, *Cyanus segetum*, *Asperula arvensis*, *Legousia speculum-veris*, *Sinapis alba*, *Galium aparine*, *Bunium bulbocastanum*, *Ammi majus*, *Calendula arvensis*, *Camelina sativa* et *Thlaspi arvense*.

b- Espèces néfastes aux cultures.

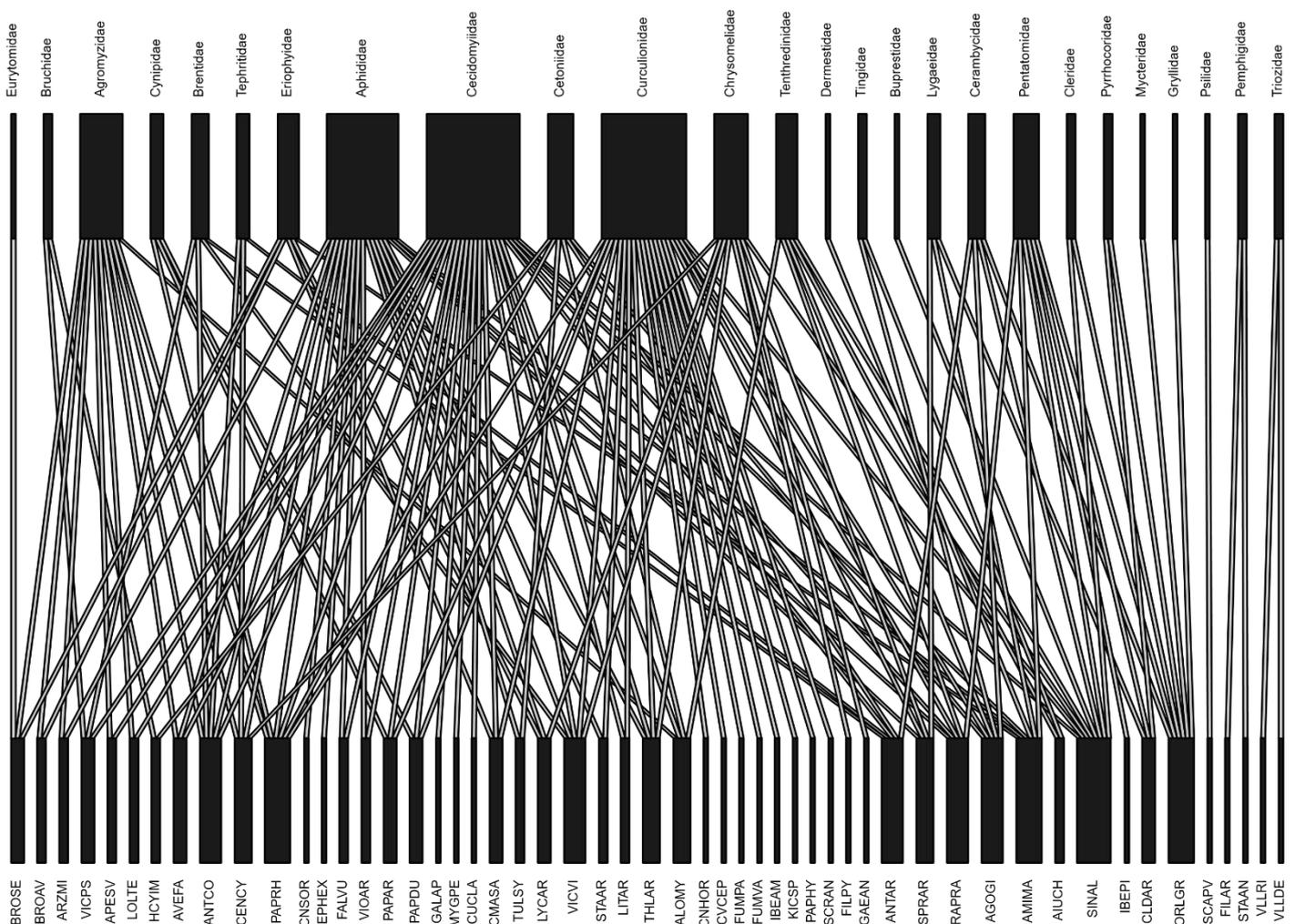


Figure 4 : Réseau d'interactions entre les espèces messicoles et les familles d'invertébrés néfastes aux cultures céréalières. Il s'agit d'un graphique de présence absence où un trait de liaison correspond à une présence.

Si le nombre de familles d'espèces dont la présence est néfaste aux cultures est plus faible que le nombre d'individus dont la présence est positive, les Phytophages paraissent moins spécifiques des espèces visitées. En effet on peut noter des visites sur une plus grande diversité d'espèces de messicoles. Parmi les phytophages, 5 familles semblent posséder un panel d'hôtes plus large que les autres individus. On remarque donc les Agromyzidae et les Cecidomyiidae de l'ordre des Diptère, les Aphididae de l'ordre des Hémiptères et avec la plus grande diversité d'hôte, les Curculionidae et les Chrysomelidae de l'ordre des Coléoptères.

Ici, l'ensemble des espèces messicoles est plus ou moins parasité par ces espèces, mais on dénote une plus grande affinité pour les plantes de la famille des Poacées.

III- Les photographies.

La prise de photographie sur le terrain, en prospection ou en parcelle d'expérimentation, a permis de rendre compte de la diversité des espèces présentes et affiliées aux plantes ségétales. Ces clichés ont également pu rendre compte de deux types de parcelles avec des diversité d'invertébrés bien différentes. Dans les champs cultivés de manière intensives, les cultures sont souvent très denses et resserrées, allant jusqu'à la bordure de la parcelle. Dans ce cas, les messicoles n'avaient pas la place ni la luminosité suffisante pour s'intégrer autour ou parmi les espèces cultivées.

A l'inverse, d'autres parcelles possédaient des cultures moins denses, et les bordures des champs avait conservé des bandes enherbées, favorables à l'apparition des messicoles. La diversité d'invertébré était nettement plus élevée dans ces dernières parcelles, notamment du côté des invertébrés. Dues à des difficultés dans l'application du protocole Spipoll, les photographies n'ont pas été prises en compte dans la base de données.

Discussion

I- Une forte richesse spécifique.

D'après cette étude, c'est un minimum de 298 espèces d'invertébrés qui sont présentes et semblent affiliées aux plantes messicoles (Tableau 1). Avec 8 ordres présents réunissant 72 familles, la diversité dans les types d'invertébrés présents n'est pas négligeable et démontre les capacités des messicoles à concentrer une biodiversité variée, et donc à fournir un milieu stable au maintien de ces organismes : c'est un écosystème. En effet, il semblerait que les capacités d'accueil des agroécosystèmes soient plus importantes lorsque les plantes ségétales sont présentes dans le milieu. Prédateurs, Phytophages et Pollinisateurs, la grande palette d'invertébrés présents souligne d'un milieu riche.



Syrphe butinant une fleur de Chrysanthème des moissons.

Malgré cela, le travail des céréales implique que certaines conditions soient maintenues, notamment sur la régulation de certaines espèces de ravageurs créant trop de dommages pour les cultures. Ainsi les espèces d'invertébrés présentes se doivent d'être neutres ou bénéfiques vis-à-vis des céréales cultivées. Lorsque l'on étudie la base de données entière, on peut noter un schéma identique sur le type de vertébrés présents à l'échelle de la plante, et à l'échelle de l'ensemble des messicoles. En effet, lorsque l'on se focalise sur les espèces dont les études publiées sont le plus nombreuses et ayant donc un plus grand jeu de données que les autres, et lorsque l'on étudie la présence d'invertébrés à l'échelle de la liste entière, on peut observer des proportions étant environ $\frac{3}{4}$ de Phytophages et de pollinisateurs, à niveau égal, et environ $\frac{1}{4}$ de prédateurs/polyphages. Due à l'incertitude et au manque de données sur de nombreuses espèces de messicole, cet aspect n'a pas été développé.

a- Auxiliaires de cultures et services écosystémiques.

Un grand nombre d'espèces dites positives pour les cultures semblent affiliées aux plantes messicoles. En effet, 7 ordres sont présents dont les Hyménoptères et les Lépidoptères en majorité suivis par les Diptères, les Coléoptères, la famille des Nabidae des Hémiptères et enfin l'ordre des Aranéides (Tableau 1 et 2). Avec un total de 101 genres c'est au minimum 101 espèces présentes s'avérant positives aux cultures de céréales (Tableau 1). Malgré tout, les Lépidoptères, bien qu'étant des acteurs importants dans la pollinisation des plantes à fleur (L.V. DICKS., 2002), leur stade larvaire phytophage leur attribue souvent le titre de ravageur due aux dégâts que certains occasionnent aux cultures, notamment les chenilles des familles Tortricidae et Noctuidae.

Afin de mieux comprendre les interactions de ces espèces de Lépidoptères, une étude plus poussée, spécifiquement sur cet ordre et notamment des espèces considérées comme ravageuses, pourrait se pencher sur les hôtes choisis au cours du développement de ces espèces. En effet trois cas pourraient se présenter pour les lépidoptères étant soit des larves ne se nourrissant que de certaines plantes messicoles, sans occasionner de dommages aux cultures, soit des adultes attirés par la richesse floristique des plantes ségétales, mais dont les larves se nourrissent des céréales cultivées, ou enfin des adultes et des larves assez généralistes se nourrissant à la fois des messicoles et des plantes cultivées.

Parmi les autres invertébrés, les Hyménoptères constituent le deuxième plus grand groupe de pollinisateurs dans cette liste (Tableau 1), spécifiquement le groupe des Apidae, dont le nombre de genres est le plus élevé et dont on peut supposer une richesse spécifique plus importante (J.Banaszak et al., 2015). En effet les abeilles, dont l'abeille domestique, mais également de nombreuses espèces d'abeilles sauvages (Z.Toopchi-Khosroshahi et al., 2011) et de bourdons (F. Gurel et al., 2008) sont largement favorisées par la présence de messicoles leur offrant une diversité floristique importante (Giovanni Benelli., 2014) et plusieurs études ont démontré une interdépendance entre les pollinisateurs et les messicoles dans les agroécosystèmes (R. H. GIBSON et al., 2006). On peut également noter que la diversité des plantes hôtes est bien plus élevée du côté de ces pollinisateurs, et notamment de la famille des Apidae (Figure 3), faisant de cette famille les pollinisateurs principaux pour une grande catégorie d'espèces (Shahnawaz A. Dar. et al.). Par leur importance dans les cultures, mais également par le fait qu'il y ait de nombreux agriculteurs étant également apiculteur, la présence de ces pollinisateurs s'avère doublement bénéfique, notamment dans le contexte actuel où les populations d'invertébrés, et spécifiquement celles d'abeilles, connaissent une forte perte d'effectif.

Les Diptères, et spécifiquement les syrphes, avec 12 genres présents (Tableau 1) représentent une part non négligeable de la pollinisation, en plus de s'avérer être des alliés solides en termes de lutte biologique. Bien que les larves ne soient pas toutes entomophages, le « double-rôle » des syrphes leur confère une importance particulière dans la notion de service écosystémique. Les quatre autres familles de prédateurs ressortis lors de cette étude (Tableau 2) sont également très utiles dans la lutte contre les ravageurs. Une étude pourrait viser à étudier si les plantes visitées par ces espèces (Figure 3) sont visitées de manière aléatoire ou spécifique, dû à la composition ou encore à la couleur des fleurs (Martha R. Weiss., 1991) (R. Dukas, A. Shmida. 1989) (A.Dafni et al., 1990), afin de favoriser certaines espèces de messicole en milieu agricole.

b- Les espèces néfastes aux cultures céréalières.

Les espèces néfastes aux cultures céréalières dénombre un total de 73 genres, soit au minimum 73 espèces de phytophages (Tableau 1). Parmi ces derniers, plusieurs familles sont considérées comme des ravageurs depuis de nombreuses années, comme les Tenthredinidae de l'ordre des Hyménoptères ou encore les Aphididae de l'ordre des Hémiptères, plus communément appelés pucerons. Lorsqu'on s'intéresse au nombre de genre et d'espèces, les Coléoptères semblent être les principaux ravageurs de cultures affiliés au messicoles (Tableau 1), suivis des Diptères, des Hémiptères, des Hyménoptères, des Acariens et enfin des Orthoptères. De façon générale les phages semblent également avoir une gamme d'hôtes moins spécifique que les invertébrés « bénéfiques » (Figure 4).

Avec 80 à 90 espèces et seulement trois familles s'avérant bénéfiques aux plantations de messicoles et donc indirectement aux cultures céréalières, les Coléoptères forment l'ordre le plus grand en termes de phytophagie. Ces derniers, bien qu'étant nombreux à participer à la pollinisation (A.Dafni et al., 1990) paraissent être avant tout des organismes phytophages causant de nombreux dommages aux plantes qu'ils visitent.



Insecte de la famille des Meloidae butinant sur une Anthémis.

Avec 9 genres présents, la famille des Curculionidae est en majorité dans l'ensemble des familles, avec les Chrysomelidae ainsi que les Cetoniidae en majorité seulement pour l'ordre des Coléoptères. De nombreux Diptères sont également des parasites phytophages, notamment les larves qui sont souvent la cause de maladie sur les végétaux comme la galle (Barnes, H.F., 1956). Avec les Cecidomyiidae et les Agromyzidae, les Diptères semblent être les deuxièmes phages dont les plantes hôtes sont les plus diversifiées parmi la liste totale des invertébrés néfastes (Figure 4).

Finalement, avec 30 à 40 espèces et seulement une famille bénéfique aux végétaux, de nombreux Hémiptères phytophages semblent être affiliés aux messicoles (Tableau 1). Bien que la richesse spécifique ne soit pas la plus élevée, on observe ici aussi une grande diversité dans les plantes hôtes victimes de ces organismes (Figure 4). Les familles des Aphididae ainsi que des Pentatomidae, appelées respectivement les pucerons et les punaises semblent être les plus présentes.

Le fait que des organismes aient une grande variété de plantes hôte rend plus difficile la gestion de ces espèces en milieu agricole. En effet, si une espèce paraît très spécifique dans le choix des plantes qu'elle visite, on peut dans un premier temps supposer qu'elle ne s'attaquera qu'à la plante ségétale sur laquelle elle a été aperçue. De plus, si cette plante est retirée, on peut imaginer que l'espèce d'invertébré affiliée ne sera donc plus présente et ne sera pas une menace pour les cultures à proximité. En revanche, plus une espèce possède une grande variété d'hôte, plus les risques qu'elle s'en prenne aux céréales cultivées en parcelle sont élevés, avec plus de chance pour ces dernières d'être comprises dans le régime alimentaire de cette espèce.

II- Vers une agriculture plus écologique.

Alors que les solutions se mettent en place lentement, pesticides, travail intensif et l'épuisement des sols conduisent à des champs « stériles » où les seuls organismes présents ne sont quasiment que les plantes cultivées. Pourtant riches à l'origine, les agroécosystèmes s'appauvrissent.



Photographie d'un champ de monoculture très dense.

a- Favoriser les messicoles dans les agroécosystèmes.

De nombreux arguments sont en faveur de la préservation des messicoles dans les agroécosystèmes. D'un point de vue écologique, les agroécosystèmes sont parmi les plus menacés des milieux depuis l'intensification des méthodes agricoles. Oiseaux, insectes, et mammifères, ont

vu leurs populations fortement réduites depuis plusieurs années, avec des pertes à des pourcentages très élevés ne présageant rien d'encourageant pour les années à venir.

Alors que les haies qui accueillent également une forte biodiversité tendent à disparaître (Cambecèdes et al., 2012), la préservation des messicoles permettrait de garder un dernier refuge, du moins pour les invertébrés, notamment dans les parcelles où l'impact de l'homme est fort.

Comme vu dans le tableau 1, c'est plus de 298 espèces qui sont présentes et semblent dépendre de la présence de messicole. La diversité au sein des espèces présentes, avec 8 ordres présents au total, témoigne de la richesse et de l'importance des messicoles dans le maintien de la biodiversité en milieu agricole (S.Benvenuti et al., 2007). Les Pollinisateurs notamment, dont les populations tendent à disparaître à une vitesse alarmante, sont particulièrement liés aux messicoles et à leur richesse floristique. En effet, alors que les plantes ségétales offrent un milieu et une source de nourriture abondante pour les pollinisateurs, ces derniers permettent la reproduction de ces organismes végétaux dont beaucoup sont entomogame (Cambecèdes et al., 2012) (Aurélia BARROIT et al.), impliquant une reproduction ainsi qu'une dispersion des graines dépendants des insectes.

Les messicoles sont également particulièrement importantes pour le maintien de l'avifaune dans les agroécosystèmes (Cambecèdes et al., 2012). De nombreux oiseaux nichent également à niveau bas, et les plantes ségétales peuvent constituer une zone d'abris ou de nidification pour certaines espèces vivant dans les champs ou les plaines.

Mais la protection des messicoles elles-mêmes est à prendre en compte étant donné les fortes pertes recensées en termes de population et même d'espèces ces dernières années. N'étant inféodés quasiment qu'au agroécosystèmes, la dégradation de leurs milieux de vie entraînerait d'énormes pertes, et beaucoup de disparition d'espèces qui ne pourraient alors pas subsister à d'autres endroits. Finalement, des tests sur certaines messicoles pourraient être faits afin de voir l'importance de ces organismes pour l'attrait des auxiliaires de cultures, notamment des prédateurs de ravageurs. Certaines espèces sont aujourd'hui très utilisées, comme la famille des Coccinellidae ainsi que les Ichneumonidae dans la lutte biologique contre certaines espèces nuisibles. La présence de ces invertébrés pourrait alors participer à réduire l'utilisation de pesticides, notamment d'insecticide, et améliorer la qualité des parcelles cultivées. Pour l'ensemble des espèces bénéfiques, on peut s'apercevoir que 13 espèces de messicoles semblent avoir un attrait particulier. Étant donné la provenance des données, issues de publications et de bases de données, les plantes avec un attrait supérieur pourraient simplement être dues à des recherches plus nombreuses menées sur ces espèces et donc ne pas être significatives.

b- Les difficultés et des solutions à apporter.

Trois obstacles majeurs font barrière à la présence de messicoles dans les milieux agricoles. Dans un premier temps, les adventices, et parmi elles les messicoles, sont anciennement prises pour des mauvaises herbes et caractérisées ainsi par de nombreux agriculteurs. Ces derniers sont alors réticents due à l'idée d'une éventuelle compétition entre les messicoles et les plantes cultivées dans les parcelles qui pourrait alors réduire les rendements des récoltes. En effet la compétition entre plante existe belle et bien, et certaines espèces peuvent rapidement prendre le dessus sur d'autres. Etant affiliées aux cultures de céréales, la récolte de graines de messicoles durant les moissons pourrait s'avérer problématique voir dangereux selon les espèces concernées.

Afin de pallier ce problème, le CBNPMP organise des missions de terrain dans des parcelles prêtées par des agriculteurs souhaitant tester de nouvelles méthodes plus « écologiques ». En effet, ces parcelles d'expérimentation permettent notamment d'étudier la cohabitation entre les céréales cultivées et les messicoles afin d'étudier les relations entre ces dernières et si les rendements en sont impactés. Une solution existante est de conserver des bandes enherbées entourant les parcelles, qui pourront permettre l'implantation de messicoles tout en évitant une trop grande compétition entre les espèces (Cambecèdes et al., 2012). Les bandes enherbées ont l'avantage d'avoir un sol travaillé comme le reste de la parcelle, et pourraient donc fournir un environnement favorable aux plantes ségétales, notamment aux plantes annuelles. De plus, les champs de céréales sont généralement très denses, empêchant le passage des messicoles des bandes enherbées au cœur du champs.

Dans un second temps il n'est pas réfutable que les messicoles attirent de nombreux invertébrés phytophages qui pourraient causer des dommages importants au cultures environnantes. En effet, plusieurs espèces ont été attribuées aux messicoles selon cette étude et plusieurs d'entre elles semblent assez généralistes quant au choix des plantes hôtes (figure 4), étant alors une menace directe pour les parcelles. Des études complémentaires pourraient être menées afin de se focaliser sur certaines espèces de plante ségétales, dont l'attrait serait plus centré sur des espèces bénéfiques aux cultures de céréales. D'après la base de données, on peut néanmoins se rendre compte que les messicoles appartenant à la famille des poacées semblent avoir un plus fort attrait pour les invertébrés phytophages, mais les données n'étant pas complètes, aucune certification ne peut être faite.

Finalement, c'est le manque de données sur le sujet qui contribuent également à défavoriser les messicoles dans le milieu agricole. D'une part du côté du public ainsi que des politiques, ou une prise de conscience se fait très lentement et depuis peu et ou le manque d'information sur le sujet ralenti la prise de décisions. Des missions de sensibilisation sont alors organisées, notamment pas le CBNPMP afin d'informer sur les avantages et les bienfaits des plantes messicoles, spécialement en milieu agricole. Ces missions peuvent insister sur l'aspect écologique, mais également sur l'aspect patrimoine naturelle puisque de nombreuses espèces étaient anciennement cultivées et consommées, et certaines d'entre elles ont également des bienfaits pharmaceutiques.

D'une autre part, le manque de données est également présent dans le milieu « scientifique », puisque très peu de publications sont faites sur les espèces messicoles, notamment sur les interactions plantes insectes. En effet, la plupart des articles s'intéressent plus à l'utilisation de certaines molécules comme les phéromones ou encore aux interactions plantes-insectes mais d'un aspect très vaste en parlant des liens entre les messicoles et les pollinisateurs sans se focaliser sur des espèces bien précises. Ce manque de données empêche de réaliser des études plus complètes sur les interactions que l'on peut retrouver avec les plantes ségétales et les invertébrés, dont l'identification de ces derniers est souvent compliquée et incomplète. En effet, ici les données récupérées dans les publications ont permis d'établir des graphiques de présence absence, mais aucun paramètre statistique ne peut être étudié du fait qu'il n'y ait pas de données tel que le nombre de visite permettant de calculer l'abondance de certaines espèces par rapport à d'autres ou l'attrait plus particulier de certaines plantes. Un moyen d'y remédier serait de récupérer les données directement sur le terrain avec des protocoles bien précis permettant d'avoir plus de paramètres dans l'étude.

Annexe I : Liste Nationale selon Aboucaya & al., 2000 extraite du PNA 2017.

1 : taxons en situation précaire (52 taxons) ; **2** : taxons à surveiller (30 taxons) ; **3** : taxons encore abondants au moins pour certaines régions (12 taxons) ; **D** : taxons présumés disparus (7 taxons) ; *Glebionis segetum*, n'appartenant pas à la liste de 2000, n'est pas évalué.

<i>Adonis aestivalis</i> L.	1	<i>Delphinium verdunense</i> Balb.	1
<i>Adonis annua</i> L.	1	<i>Euphorbia falcata</i> L.	2
<i>Adonis flammea</i> Jacq.	1	<i>Gagea villosa</i> (M.Bieb.) Sweet	2
<i>Adonis microcarpa</i> DC.	1	<i>Galium spurium</i> L.	1
<i>Agrostemma githago</i> L.	1	<i>Galium tricornutum</i> Dandy	2
<i>Ajuga chamaepitys</i> (L.) Schreb.	2	<i>Garidella nigellastrum</i> L.	1
<i>Allium rotundum</i> L.	2	<i>Gladiolus italicus</i> Mill.	2
<i>Alopecurus myosuroides</i> Huds.	3	<i>Glaucium corniculatum</i> (L.) Rudolph	1
<i>Anchusa arvensis</i> (L.) M. Bieb.	2	<i>Glebionis segetum</i> (L.) Fourr.	
<i>Androsace maxima</i> L.	1	<i>Hypecoum imberbe</i> Sm.	1
<i>Anthemis altissima</i> L.	2	<i>Hypecoum pendulum</i> L.	1
<i>Apera spica-venti</i> (L.) P. Beauv.	3	<i>Iberis pinnata</i> L.	2
<i>Aphanes arvensis</i> L.	3	<i>Legousia hybrida</i> (L.) Delarbre	2
<i>Arrhenatherum elatius</i> (L.) P. Beauv. ex J. & C. Presl subsp. <i>bulbosum</i> (Willd.) Schubler & G. Martens	3	<i>Legousia speculum-veneris</i> (L.) Chaix	2
<i>Asperula arvensis</i> L.	1	<i>Lithospermum arvense</i> L.	3
<i>Avena fatua</i> L.	3	<i>Lolium remotum</i> Schrank	D
<i>Bifora radians</i> M.Bieb.	1	<i>Lolium temulentum</i> L.	1
<i>Bifora testiculata</i> (L.) Spreng.	1	<i>Myagrum perfoliatum</i> L.	1
<i>Bromus arvensis</i> L.	2	<i>Neslia paniculata</i> (L.) Desv. subsp. <i>thracica</i> (Velen.) Bornm.	1
<i>Bromus secalinus</i> L.	1	<i>Nigella arvensis</i> L.	1
<i>Bunium bulbocastanum</i> L.	2	<i>Nigella gallica</i> Jord.	1
<i>Bunium pachypodium</i> P.W.Ball	1	<i>Orlaya grandiflora</i> (L.) Hoffm.	1
<i>Bupleurum rotundifolium</i> L.	1	<i>Ornithogalum nutans</i> L.	1
<i>Bupleurum subovatum</i> Link ex Spreng.	1	<i>Papaver argemone</i> L.	2
<i>Calepina irregularis</i> (Asso) Thell.	2	<i>Papaver hybridum</i> L.	2
<i>Camelina alyssum</i> (Mill.) Thell.	1	<i>Papaver rhoeas</i> L.	3
<i>Camelina microcarpa</i> Andr. ex DC.	1	<i>Polycnemum arvense</i> L.	1
<i>Camelina rumelica</i> Velen.	1	<i>Polycnemum majus</i> A.Braun	1
<i>Camelina sativa</i> (L.) Crantz	1	<i>Polygonum bellardii</i> All.	1
<i>Caucalis platycarpus</i> L.[1753]	2	<i>Ranunculus arvensis</i> L.	2
<i>Centaurea cyanus</i> L.	2	<i>Ridolfia segetum</i> Moris	1
<i>Cephalaria syriaca</i> (L.) Schrad. ex Roem. & Schult.	D	<i>Roemeria hybrida</i> (L.) DC.	1
<i>Ceratocephalus falcatus</i> (L.) Pers.	1	<i>Scandix pecten-veneris</i> L.	3
<i>Cnicus benedictus</i> L.	2	<i>Scleranthus annuus</i> L.	3
<i>Conringia orientalis</i> (L.) Dumort.	1	<i>Silene conoidea</i> L.	1
<i>Consolida ajacis</i> (L.) Schur	1	<i>Silene cretica</i> L.	D
<i>Consolida hispanica</i> (Costa) Greuter & Burdet	1	<i>Silene linicola</i> C.C.Gmel.	D
<i>Consolida pubescens</i> (DC.) Soó	1	<i>Silene muscipula</i> L.	1
<i>Consolida regalis</i> Gray	2	<i>Sinapis alba</i> L.	3
<i>Cuscuta epilinum</i> Weihe	D	<i>Spergula arvensis</i> L.	3
<i>Delphinium halteratum</i> Sm.	D	<i>Spergularia segetalis</i> (L.) G.Don	1

Annexe II : Liste Nationale et régionale de départ, présentant 131 taxons.

Genre	Espèce	Diminutif	Famille	Liste	Statut IUCN 2019
Adonis	aestivalis		Ranunculaceae	LN	NT
Adonis	annua		Ranunculaceae	LN	LC
Adonis	flammea		Ranunculaceae	LN	NT
Adonis	microcarpa		Ranunculaceae	LN	NAa
Agrostemma	githago	AGOGI	Caryophyllaceae	LN	LC
Ajuga	chamaepitys	AIUCH	Lamiaceae	LN	LC
Allium	rotundum		Liliaceae	LN	LC
Alopecurus	mysuroides	ALOMY	Poaceae	LN	LC
Athaea	hirsuta		Malvaceae	LR	LC
Ammi	majus	AMIMA	Apiaceae	LR	LC
Androsace	maxima		Primulaceae	LN	LC
Anthemis	arvensis	ANTAR	Asteraceae	LR	LC
Anthemis	cotula	ANTCO	Asteraceae	LR	LC
Apera	spica-venti	APESV	Poaceae	LN	LC
Aphanes	arvensis		Rosaceae	LN	LC
Arnoseric	minima	ARZMI	Asteraceae	LR	LC
Arrhenatherum	elatius subsp. bulbosum	ARREB	Poaceae	LN	LC
Asperula	arvensis	ASEAR	Rubiaceae	LN	EN
Avena	fatua	AVEFA	Poaceae	LN	LC
Bifora	radians	BIFRA	Apiaceae	LN	NAa
Bifora	testiculata		Apiaceae	LN	EN
Bromus	arvensis	BROAV	Poaceae	LN	LC
Bromus	secalinus	BROSE	Poaceae	LN	LC
Buglossoides	arvensis	LITAR	Boraginaceae	LN	LC
Bunium	bulbocastanum	BUIBU	Apiaceae	LN	LC
Bunium	pachypodium		Apiaceae	LN	NT
Bupleurum	rotundifolium		Apiaceae	LN	NT
Bupleurum	subovatum		Apiaceae	LN	EN
Calepina	irregularis	CPAIR	Brassicaceae	LN	LC
Camelina	alyssum		Brassicaceae	LN	RE
Camelina	microcarpa		Brassicaceae	LN	NT
Camelina	rumelica		Brassicaceae	LN	DD
Camelina	sativa	CMSA	Brassicaceae	LN	DD
Calendula	arvensis	CLDAR	Asteraceae	LR	LC
Caucalis	platycarpus	CUCLA	Apiaceae	LN	LC
Centaurea	benedicta	CXDBE	Asteraceae	LN	LC
Cephalaria	syriaca	CPISY	Caprifoliaceae	LN	NAa
Ceratocephala	falcatus	CCFFA	Ranunculaceae	LN	NT
Conringia	orientalis	CNHOR	Brassicaceae	LN	EN
Cota	altissima		Asteraceae	LN	LC
Cuscuta	epilinum	CVCEP	Convolvulaceae	LN	NAa
Cyanus	segetum	CENCY	Asteraceae	LN	LC
Delphinium	ajacis	CNSAJ	Renonculaceae	LN	EN
Delphinium	consolida	CNSRE	Renonculaceae	LN	LC
Delphinium	halteratum	DELHA	Renonculaceae	LN	VU

Delphinium	orientale	CNSOR	Renonculaceae	LN	NT
Delphinium	pubescens	CNSPU	Renonculaceae	LN	NT
Delphinium	verdunense	DELHV	Renonculaceae	LN	NT
Ervilia	articulata		Fabaceae	LN	NT
Euphorbia	exigua	EPHEX	Euphorbiaceae	LR	LC
Euphorbia	falcata		Euphorbiaceae	LN	NAa
Falcaria	vulgaris	FALVU	Apiaceae	LR	LC
Filago	pyramidata	FILPY	Asteraceae	LR	LC
Fumaria	densiflora	FUMDE	Papaveraceae	LR	DD
Fumaria	parviflora	FUMPA	Papaveraceae	LR	LC
Fumaria	vallanti	FUMVA	Papaveraceae	LR	LC
Gagea	villosa		Liliaceae	LN	LC
Galeopsis	angustifolia	GAEAN	Lamiaceae	LR	LC
Galeopsis	segetum	GAESE	Lamiaceae	LR	LC
Galium	aparine subsp. Spurium	GALAP	Rubiaceae	LN	LC
Galium	tricornutum		Rubiaceae	LN	LC
Gladiolus	italicus		Iridaceae	LN	LC
Glaucium	corniculatum		Papaveraceae	LN	NT
Glebionis	segetum	CHYSE	Asteraceae	LN	LC
Honorius	nutans		Asparagaceae	LN	NT
Hypocoum	imberbe	HCYIM	Papaveraceae	LN	RE
Hypocoum	pendulum		Papaveraceae	LN	EN
Iberis	amara	IBEAM	Brassicaceae	LR	LC
Iberis	pinnata	IBEPI	Brassicaceae	LN	LC
Kickxia	spuria	KICSP	Plantaginaceae	LR	LC
Lathyrus	hirsutus		Fabaceae	LR	LC
Legousia	hybrida		Campanulaceae	LN	LC
Legousia	speculum-veris	LEGSV	Campanulaceae	LN	LC
Logfia	arvensis	FILAR	Asteraceae	LR	LC
Logfia	gallica		Asteraceae	LR	LC
Lolium	remotum		Poaceae	LN	RE
Lolium	temulentum	LOLTE	Poaceae	LN	CR
Lycopsis	arvensis	LYCAR	Boraginaceae	LN	LC
Melampyrum	arvense	MEAAR	Orobanchaceae	LR	LC
Misopates	orontium	ATHOR	Plantaginaceae	LR	LC
Myagrimum	perfoliatum	MYGPE	Brassicaceae	LN	NAa
Myosurus	minimus		Ranunculaceae	LR	CR
Neslia	paniculata subsp. thracica		Brassicaceae	LN	NT
Nigella	arvensis		Ranunculaceae	LN	CR
Nigella	hispanica var. parviflora		Ranunculaceae	LN	LC
Nigella	nigellastrum	GJLNI	Ranunculaceae	LN	EN
Orlaya	grandiflora	ORLGR	Apiaceae	LN	LC
Papaver	argemone	PAPAR	Papaveraceae	LN	LC
Papaver	dubium	PAPDU	Papaveraceae	LR	LC
Papaver	hybridum	PAPHY	Papaveraceae	LN	LC
Papaver	rheas	PAPRH	Papaveraceae	LN	LC
Petroselinum	segetum		Apiaceae	LR	LC
Polycnemum	arvense		Amaranthaceae	LN	EN

Polycnemum	majus		Amaranthaceae	LN	LC
Polygonum	bellardii		Polygonaceae	LN	NT
Ranunculus	arvensis	RANAR	Ranunculaceae	LN	LC
Raphanus	raphanistrum	RAPRA	Brassicaceae	LR	LC
Ridolfia	segetum		Apiaceae	LN	CR*
Roemeria	hybrida	ROEHY	Papaveraceae	LN	EN
Scandix	pecten-veris	SCAPV	Apiaceae	LN	LC
Scleranthus	annuus	SCRAN	Caryophyllaceae	LN	LC
Silene	conoidea		Caryophyllaceae	LN	NAa
Silene	cretica		Caryophyllaceae	LN	NAa
Silene	linicola		Caryophyllaceae	LN	Disparu
Silene	muscipula		Caryophyllaceae	LN	CR
Sinapis	alba	SINAL	Brassicaceae	LN	LC
Spergula	arvensis	SPRAR	Caryophyllaceae	LN	LC
Spergula	segetalis		Caryophyllaceae	LN	EN
Stachys	annua	STAAN	Lamiaceae	LN	LC
Stachys	arvensis	STAAR	Lamiaceae	LR	LC
Thlaspi	arvense	THLAR	Brassicaceae	LN	LC
Thymelaea	passerina		Thymelaeaceae	LN	LC
Torilis	Leptophylla		Apiaceae	LN	LC
Torilis	nodosa		Apiaceae	LR	LC
Tulipa	agenensis	TULAG	Liliaceae	LN	NAa
Tulipa	clusiana		Liliaceae	LN	NAa
Tulipa	gesneriana		Liliaceae	LN	EN
Tulipa	lortetii		Liliaceae	LN	NAa
Tulipa	raddii		Liliaceae	LN	NAa
Tulipa	sylvestris subsp. Sylvestris	TULSY	Liliaceae	LN	LC
Turgenia	latifolia	CUCLF	Apiaceae	LN	EN
Vaccaria	hispanica	VAAPY	Caryophyllaceae	LN	NT
Valerianella	coronata		Caprifoliaceae	LN	LC
Valerianella	dentata f. ramosa	VLLRI	Caprifoliaceae	LN	LC
Valerianella	dentata	VLLDE	Caprifoliaceae	LN	LC
Valerianella	echinata		Caprifoliaceae	LN	EN
Veronica	praecox		Plantaginaceae	LR	LC
Veronica	triphyllos		Plantaginaceae	LR	NT
Vicia	pannonica var. purpurascens	VICPS	Fabaceae	LN	LC
Vicia	villosa	VICVI	Fabaceae	LN	LC
Viola	arvensis	VIOAR	Violaceae	LN	LC

Références Bibliographiques

Commissariat général au développement durable. 2018. Biodiversité, les chiffres clefs. 18-20.

Aelys M. Humphreys, Rafaël Govaerts, Sarah Z. Ficinski, Eimear Nic Lughadha & Maria S. Vorontsova. 20219. Global dataset shows geography and life form predict modern plant extinction and rediscovery. *Nature Ecology & Evolution* VOL. 3: 1043–1047.

Cambecèdes J., Largier G., Lombard A. 2012. PlanNational d'actions en faveur des plantes messicoles. Conservatoire botanique National des Pyrénées et de Midi-Pyrénées – Fédération des Conservatoires Botaniques nationaux – Ministère de l'Écologie, du Développement durable et de l'Énergie. 242 p.

IPBES. 2019. Rapport de la plateforme intergouvernementale sur la biodiversité et les services écosystémiques.

S. Benvenuti, D. Loddo, G. Basteri, A. Russo. 2007. Insect-pollinated weeds as Indicator of the agroecosystem biodiversity. *Agr. Med.* VOL. 137, 132-137

Barnes, H.F. 1956. Gall midges of economic importance. *Cereal crops.* 7 1-261:29

J.Banaszak, P.Szefer, B.Dochkova. 2015. Relationships between bees (Hymenoptera: Apoidea: Apiformes) and flowers in the Bulgarian agricultural landscape. *POLISH JOURNAL OF ENTOMOLOGY*, VOL. 84: 101–126.

Martha R. Weiss. 1991. Floral colour changes as cues for pollinators. *Nature*, VOL. 354: 227–229.

Niblett, M. 1939. Notes on the food plants of the larvae of British Trypetidae. *Entomologist's Record and Journal of Variation.* VOL. 51: 69-73.

L.V. DICKS, S.A. CORBET and R.F. PYWELL. 2002. Compartmentalization in plant–insect flower visitor webs. *Journal of Animal Ecology*. VOL. 71: 32 – 43

Giovanni Benelli, Stefano Benvenuti, Nicolas Desneux, Angelo Canale. 2014. *Cephalaria transsylvanica*-Based Flower Strips as Potential Food Source for Bees during Dry Periods in European Mediterranean Basin Countries.

Z.Toopchi-Khosroshahi, HA Lotfalizadeh. 2011. Identification of honey plants and their attractiveness to honeybee in Kandovan, Northwest of Iran. *BIHAREAN BIOLOGIST*, 5 (1): pp.36-41.

R. Dukas, A. Shmida. 1989. Correlation between the color, size and shape of Israeli crucifer flowers and relationships to pollinators. *OIKOS*, 54: 281-286.

F. Gurel, A. Gosterit, Ö. Eren. 2008. Life-cycle and foraging patterns of native *Bombus terrestris* (L.) (Hymenoptera, Apidae) in the Mediterranean region. *Insectes sociaux*, Volume 55, Issue 2, pp 123–128.

Aurélia BARROIT, Eric GERBAUD, Laurence AFFRE & Virginie RAQUET. Stratégies de reproduction et de dispersion des graines chez les espèces messicoles. *Courrier scientifique du Parc naturel régional du Luberon*, n° 4-2000, p. 128-142.

R. H. GIBSON, I. L. NELSON, G. W. HOPKINS, B. J. HAMLETT and J.MEMMOTT. 2006. Pollinator webs, plant communities and the conservation of rare plants: arable weeds as a case study. *Journal of Applied Ecology*, VOL. 43 : 246 –257.

A.Dafni, P. Bernhardt, A. Shmida, B.Y. Ivri, S. Greenbaum, Ch. O'Toole and L. Losito. 1990. Red bowl-shaped flowers: convergence for beetle pollination in the Mediterranean region. *Israel Journal of Botany* 39: 81-92

Shahnawaz A. Dar, Z.H. Khan, Akhtar Ali Khan*and Sheikh Bilal Ahmad. Pollinator Biodiversity and their Conservation. Srinagar – 191 121, J&K, India.

Bases de données invertébrées utilisées

Gaden S. Robinson, Phillip R. Ackery, Ian J. Kitching, George W. Beccaloni and Luis M. Hernández. HOSTS - a Database of the World's Lepidopteran Hostplants. Natural History Museum.

Gombault C., Morison N., Guilbaud L., Vaissière BE. 2018. FlorAbeilles: Base de données en ligne sur les interactions plantes-abeilles en France métropolitaine. Inra, Unité abeilles et environnement, Avignon, France.

Yvan Barbier, David Genoud, Stéphanie Iserbyt, Gilles Mahe, Denis Michez, Sébastien Patiny, Alain Pauly, Pierre Rasmont, Michaël Terzo, Nicolas Vereecken, Raymond Wahis. Atlas Hymenoptera. The Mons University Zoology's laboratory and the Entomology Unit of Functional and Evolutionary of Gembloux Agro Bio Tech.

Gargominy, O. & Régnier, C. 2019. Base de connaissance "Statuts" des espèces en France. Version pour TAXREF v12.0. UMS 2006 Patrimoine naturel, Muséum national d'Histoire naturelle. Archive contenant deux fichiers.

Nicolas Deguines. Base de données Spipoll, sciences participatives. Vigie-Nature, Muséum d'histoire Naturelle.

David Roy, Chris Preston, Helen Roy, Oli Pescott, Björn Beckmann, Jodey Peyton, Michael Pocock, Marc Botham, Tom August, Gary Powney, Biren Rathod, Stephen Freeman, Steph Rorke, Martin Harvey, Charlotte, Kattur. Database of insects and their food plants. Biological Records Center.

Résumé/Abstract

Les agroécosystèmes sont de plus en plus menacés en France, et les populations animales et végétales qu'ils abritent sont elles aussi touchées. Les plantes messicoles, fortement affiliées à ces milieux, connaissent une forte diminution de leurs populations depuis l'industrialisation et la mécanisation de l'agriculture au XX^e siècle. Les plantes ségétales sont considérées comme de réels indicateurs de la biodiversité en milieu agricole, ayant un fort attrait pour l'entomofaune et l'avifaune, des organismes eux aussi menacés par la main de l'Homme. Depuis peu sous la protection d'un Plan National d'Action, les messicoles bénéficient aujourd'hui d'une certaine protection et préservation ayant pour objectif le maintien des populations. Parmi les acteurs de ce programme, le Conservatoire Botanique National des Pyrénées et Midi-Pyrénées participe à de nombreuses missions en faveur de ces plantes des moissons. Afin de mieux les préserver, il est important de mesurer l'impact qu'elles peuvent avoir sur les champs cultivés, pour pouvoir y répondre de manière responsable. Les relations avec ces végétaux et les insectes qui y sont associés étant très peu étudiées, cette étude a pour objectif de comprendre et d'identifier l'entomofaune associée aux plantes messicoles, afin de pouvoir évaluer l'importance des plantes messicoles en milieu agricole.

Mots clefs : Messicole, Entomofaune, CBNPMP, Ségétales, Moissons, Agroécosystème.

Agroecosystems are increasingly threatened in France, and the animal and plant populations that they shelter are also affected. Segetal plants, strongly affiliated with these environments, know a sharp decline in their populations since the industrialization and mechanization of agriculture in the twentieth century. Segetal plants are considered as real indicators of biodiversity in agricultural areas, having a strong attraction for entomofauna and birds, organisms also threatened. Recently under the protection of a National Action Plan, they now benefit from a protection and preservation aiming at the maintenance of populations. Among the actors of this program, the National Botanical Conservatory of the Pyrenees and Midi-Pyrenees participate in many missions in favor of these harvest plants. In order to preserve them, it's important to measure the impact they can have on cultivated fields. The relationship with these plants and the associated insects is very little studied, this study aims to understand and identify the entomofauna associated with Segetal plants, in order to assess the importance of these plants in agricultural areas.

Keywords: Segetal plants, Weeds, Entomofauna, Agroecosystems, Crop