



HAL
open science

Distribution spatio-temporelle du coquelicot pour l'alimentation de l'abeille domestique en plaine agricole intensive

Jacqueline Gandar

► **To cite this version:**

Jacqueline Gandar. Distribution spatio-temporelle du coquelicot pour l'alimentation de l'abeille domestique en plaine agricole intensive. 2016, 57 p. hal-01605799

HAL Id: hal-01605799

<https://hal.science/hal-01605799>

Submitted on 5 Jun 2020

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.



Distributed under a Creative Commons Attribution - ShareAlike 4.0 International License

Jacqueline Gandar



Août 2016

UNITE D'ENTOMOLOGIE
INRA LE MAGNERAUD
CNRS DE CHIZE

**DISTRIBUTION SPATIO-TEMPORELLE DU
COQUELICOT POUR L'ALIMENTATION DE
L'ABEILLE DOMESTIQUE EN PLAINE
AGRICOLE INTENSIVE**



Maitres de stage :

Jean François Odoux

Vincent Bretagnolle

Professeur référente :

Isabelle Gattin

REMERCIEMENTS

Dans un premier temps, je tiens à remercier particulièrement mes maîtres de stage, Jean-François Odoux et Vincent Bretagnolle qui ont mis tout en œuvre pour que mon stage se passe dans les meilleures conditions possibles et m'ont apporté leur confiance et précieux suivi tout au long de mon stage.

Je suis très reconnaissante de l'accueil chaleureux et de l'encadrement bienveillant de Jean François, de tout le temps qu'il a consacré à me guider, conseiller et à répondre à mes questions. Vincent aussi m'a suivie attentivement lors des cinq mois de stage, il m'a beaucoup aidée à poser mes problématiques, à élaborer les études, à rédiger mon rapport. Leurs conseils à tous les deux m'ont permis de progresser en méthodologie, organisation, analyse et rédaction.

Je tiens à remercier vivement l'ensemble du personnel de l'unité d'Entomologie et son directeur Pierrick Aupinel pour m'avoir intégrée rapidement au sein de l'équipe. J'ai passé de très bons moments avec eux que ce soit lors des sorties terrain et pendant les pauses toujours dans la bonne humeur.

Je remercie :

- Claude Hamaide, la secrétaire de l'unité très disponible et qui a tout fait pour que l'organisation du stage se passe au mieux
- Julien Ancelin pour m'avoir permis d'utiliser GeoPoppy qu'il a conçu, pour tout le temps qu'il a passé à me former et sa grande disponibilité pour répondre à mes questions.
- Thierry Tamic pour sa gentillesse et sa disponibilité et pour avoir partagé ses nombreuses passions notamment la botanique et la palynologie.
- Clovis Toullet qui m'a permis d'avoir mes premières expériences avec ce monde passionnant des abeilles.
- Alexis Laim, mon coéquipier de terrain avec qui j'ai partagé l'inventaire et qui avait un très bon œil pour identifier les patchs même de loin. C'était un vrai travail d'équipe et nous avons dû faire face ensemble aux aléas du terrain.
- Sabrina Gaba qui m'a guidée au cours du stage et permis de comprendre des points clefs sur les adventices.
- L'ensemble de l'équipe qui a fait que mon expérience au Magneraud était très enrichissante

J'exprime également ma gratitude à l'ensemble du service du CNRS pour leur sympathie et l'accueil chaleureux qui ont favorisé mon intégration dans leur équipe.

Je pense aussi à mes coéquipiers stagiaires de l'INRA et du CNRS. J'ai passé de très bons moments amicaux en stage et durant notre temps libre.

Toutes ces personnes m'ont très bien transmis leur passion pour l'apiculture et l'agro-écologie et grâce à elles, j'ai pu apprendre beaucoup. Ce stage me motive toujours plus pour progresser et persévérer dans ce domaine.

Je remercie Isabelle Gattin, mon professeur de l'ESITPA qui m'a suivie lors de la rédaction du descriptif de stage. Ses bons conseils m'ont aidée à établir un début de réflexion sur la problématique, à rendre du recul sur le sujet et aussi à débiter mon stage avec une vision claire de sa mission.

RESUME

Les objectifs sont d'étudier la distribution spatio-temporelle du coquelicot et du bleuet disponibles pour l'abeille domestique dans une plaine agricole intensive à grande échelle (ZA de 450 km²) et comprendre leur répartition.

La méthodologie mise en place est d'abord d'effectuer l'inventaire botanique des patchs de coquelicots et des bleuets de toute la ZA lors de la période de floraison (mi-mai à mi-juin). Ensuite, nous étudierons la distribution spatiale 2016 selon différents paramètres (nombre de patchs et nombre de fleurs, corrélation entre les deux messicoles, l'occupation du sol et habitat, densité par secteurs de 1 km²). Nous analyserons aussi le dynamisme spatial du coquelicot sur 3 années d'inventaire (2014 à 2016) avec le but d'étudier l'importance de l'évolution de la densité des zones. Dans un dernier temps, nous testerons des relations entre la distribution spatio-temporelle et des facteurs agricoles (nature de la culture, historique parcellaire, intensité des pratiques).

97% des patchs sont du coquelicot, Leur répartition est similaire sur plusieurs points : les types d'habitats majoritaires qui sont les bords de parcelle (93%) notamment en bord de route (82%), les petits patchs avec moins de 100 fleurs (81%), le type de culture associé qui sont les céréales d'hiver (entre 55 et 57%), le colza, le lin. Pour le coquelicot, le dynamisme spatial est important entre les trois années. D'après cette étude, on note une corrélation positive entre la surface en céréale d'hiver, l'agriculture biologique et le nombre de fleurs de coquelicots mais l'historique céréalier n'est pas corrélé au nombre de fleurs.

SOMMAIRE

INTRODUCTION	2
I- Contexte de l'étude	6
A- Etat de l'art	6
1) Les plantes messicoles et l'agriculture	6
a) Description	6
b) Influence de l'agriculture sur les plantes messicoles	6
1) L'alimentation des abeilles domestiques	10
a) Alimentation des abeilles	10
b) Description des messicoles étudiées	12
B- Objectifs	16
C- Hypothèses :	16
II- MATERIEL ET METHODES	18
A- Matériel	18
1) Le dispositif ECOBEE	18
2) Le programme LISEA	18
B- Méthodologie	20
1) Inventaires botaniques	20
2) Analyse spatiale et temporelle	22
a) Analyse 2016	22
b) Dynamique spatiale du coquelicot et du bleuet :	24
c) Influence des pratiques agricoles	26
III- RESULTATS	28
A- Distribution spatiale et quantitative 2016	28
1) Distribution globale	28
2) Distribution du coquelicot et du bleuet selon la densité de fleurs et de patches	30

a) Le coquelicot	30
b) Le bleuet.....	30
3) Comparaison de la distribution des bleuets et la distribution des coquelicots	30
4) Répartition des deux messicoles en fonction de l'occupation du sol	32
5) Distribution des coquelicots et des bleuets en fonction du type d'habitat.....	34
B- Dynamique de la distribution de 2014 à 2016.....	36
1) Dynamique spatiale entre 2015 et 2016.....	36
2) Dynamique spatiale à l'échelle de trois années : 2014-2015-2016	36
C- Etude des facteurs agronomiques	40
1) Influence de la nature de la culture	40
a) A l'échelle annuelle (2016).....	40
b) A l'échelle bisannuelle (2015-2016).....	40
Culture 2016 : Culture d'hiver :	41
Culture 2016 : Culture de printemps.....	41
2) Influence de l'historique céréalier d'une parcelle	42
a) Culture 2016 : Culture d'hiver	42
b) Culture 2016 : Culture de printemps	42
3) Influence de l'agriculture biologique	45
DISCUSSION	47
LISTE DES FIGURES.....	50
TABLE DES SIGLES	53
GLOSSAIRE :	54
BIBLIOGRAPHIE.....	55



Figure n°1 : Photographie représentant un cadre avec des abeilles (PP)



Figure n° 2 : Photographie des bleuets et des coquelicots en bordure de parcelle de colza.

INTRODUCTION

Les agrosystèmes occupent désormais une part importante de nos territoires, 42% en Europe et 56% en France (Marot, 2012). Depuis une cinquantaine d'années, afin d'assurer les besoins alimentaires, les paysages agricoles ont été profondément modifiés (Godfray et al. 2010.) Parallèlement à l'intensification des systèmes agricoles, on assiste à la chute de la biodiversité et d'habitats (Tilman et al, 2001.). Par exemple, dans une étude en France, ces 30 dernières années on observe un déclin de 44 % de la diversité des adventices et de 67 % pour la densité des plantes (Fried, 2008). On prévoit d'ailleurs que la décroissance de la diversité biologique pourrait encore s'accélérer (Brook et al., 2008 ; Stork, 2010). Du fait de leur faible capacité d'adaptation, les plantes sauvages dépendent fortement des interventions humaines actuelles, cela explique que l'agriculture joue un rôle déterminant sur la présence de celles-ci. Les différents facteurs agricoles sont la nature de la culture et ses précédents, les techniques agricoles et l'intensité de l'agriculture pratiquée. Ainsi, les habitats semi naturels-comme les bords de culture jouent un rôle clef pour la conservation de la biodiversité. (Bunce et al, 1994).

Or, cette diminution du nombre de plantes a un impact négatif sur les agroécosystèmes car les adventices jouent le rôle de ressources trophiques pour de nombreux organismes (insectes, oiseaux, micromammifères) (C. Stoate, 2009). En particulier, nous observons un déclin des abeilles en Europe et Amérique du Nord (Winfree et al. 2009). Or la pollinisation des abeilles est considérée comme un service écosystémique clef (Klein et al., 2015) car elle est indispensable pour le bon fonctionnement des agroécosystèmes et des écosystèmes naturels (Nicola, 2010).

Il a été démontré que le régime alimentaire des abeilles joue un rôle clef pour la santé de celles-ci. Ainsi, le changement du paysage serait une des causes expliquant la diminution du nombre d'abeilles soumises au stress alimentaire. Dans le Poitou Charentes, la période de disette qui a lieu entre le mois de mai et le mois de juin peut apparaître comme un stress environnemental pour l'écologie des abeilles car c'est durant cette période que la taille et l'activité de la population sont les plus grandes (Odoux, 2014). Aussi, il a été montré que lors de cette période entre la floraison des deux cultures oléagineuses principales, le colza et le tournesol, les espèces les plus utilisées par les abeilles sont des espèces spontanées en particulier celles situées dans les champs de céréales, c'est-à-dire les plantes messicoles ou adventices)

Les abeilles sont prêtes à parcourir des distances importantes jusqu'à 6 kms de distance (Beeman et Ratniesk, 2000) pour avoir les ressources florales de qualité bien que cela leur coute beaucoup d'énergie. Il paraît donc essentiel de conserver la biodiversité adventice qui est à la base de la chaîne trophique dans l'agroécosystème et de maintenir la production agricole (Marshall et al., 2003 ; Storkey 2006) afin de protéger les abeilles de la pression alimentaire.

Nous nous intéressons à deux de ces espèces, le coquelicot (*Papaver sp*) et le bleuet (*Cyanus segetum*) fleurissant toutes les deux durant la période de disette alimentaire entre les mois de mai et juin (Figure n°2). Le coquelicot (figure 2) est d'une grande importance car il est capable de fournir aux abeilles de très grosses quantités de pollen d'une qualité supérieure à la moyenne (Odoux et al. 2012). Le bleuet (figure 2), messicole beaucoup plus rare, est aussi une source très intéressante pour les abeilles fournissant un nectar et pollen de qualité.



Figure n° 3 : Logo de LISEA

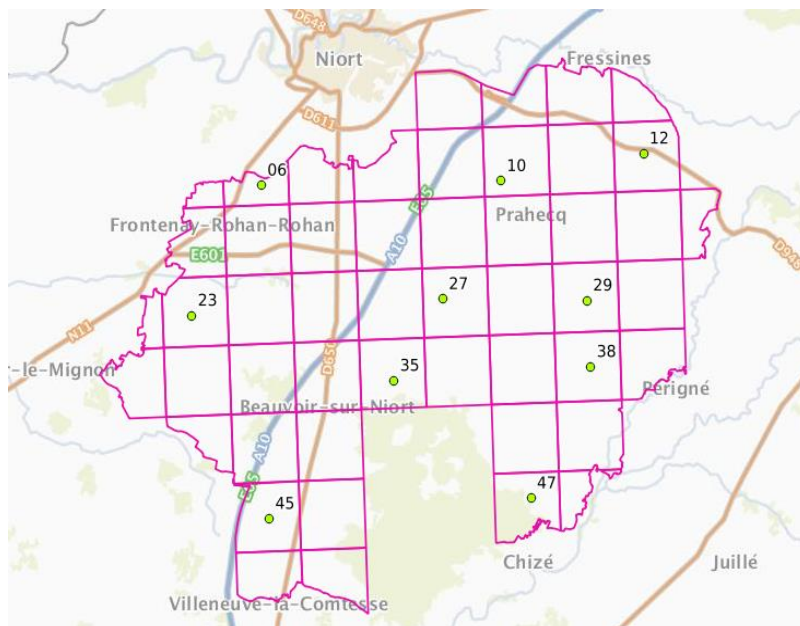


Figure n°4 : Dispositif ECOBEE situé sur la Zone Atelier

Nous tenterons de répondre à la problématique : **Caractériser une ressource florale importante (pour le coquelicot et le bleuet), à la fois dans l'espace et dans le temps et comprendre leur répartition.**

Afin de répondre à cette problématique, nous nous fixons les objectifs suivants :

- Répertorier les coquelicots et les bleuets sur une zone à large échelle pour l'année 2016
- Etudier la distribution des fleurs en fonction de plusieurs paramètres (la densité des fleurs, le type d'habitat et d'occupation du sol) sur l'ensemble de la zone inventoriée.
- Etudier le dynamisme spatial à l'échelle de trois années (2014 à 2016)
- Etablir des relations entre des facteurs agricoles et la distribution spatio-temporelle des deux messicoles.

Ce projet d'étude s'inscrit dans le cadre d'un des programmes financés par LISEA, société concessionnaire de la ligne de train à grande vitesse LGV SEA Tours-Bordeaux, et engagée dans un important programme de compensation sur le territoire traversé par la ligne (Figure n° 3). Celui à laquelle je suis rattachée LISEA « Importance du coquelicot pour l'abeille domestique en Plaine agricole intensive », débuté en 2014, est prévu sur 5 années. Il a pour objectif de caractériser la disponibilité de cette ressource alimentaire fleurissant en période d'activité intense des abeilles sur une zone d'étude en territoire agricole. Nous profitons de cette étude pour inventorier dans un même temps les bleuets dont les données seront utilisées pour le programme CENTAURE mis en place par l'ITSAP (Institut Technique et Scientifique des Abeilles et de la Pollinisation) et qui consiste à étudier le maintien du bleuet et les services éco systémiques associés, dans différentes cultures annuelles surtout que celui-ci est peu concurrentiel pour les cultures.

Cette étude est pilotée par l'unité expérimentale d'Entomologie du Magneraud appartenant à L'INRA (L'Institut National de Recherche Agronomique) en coopération avec le CNRS (Centre national de recherche scientifique) de Chizé.

L'objectif majeur de l'Unité expérimentale du Magneraud est de proposer des solutions et des compromis entre productivité et préservation des ressources et des services écosystémiques dans le cadre d'une agriculture durable. Ainsi, pour y répondre, une de ses missions majoritaires est d'évaluer les effets des ressources alimentaires fournies par l'environnement agricole et le paysage, sur le développement des colonies d'abeilles. Un dispositif ECOBEE (Figure n°4) a été mis en place par l'unité en partenariat avec le CNRS de Chizé. Il est dédié à l'observation des abeilles en milieu céréalier situé dans la Zone Atelier « Plaine & Val de Sèvre » s'étendant sur 450 km² au sud de Niort et dont le suivi de 13 000 parcelles est réalisé par le CNRS de Chizé depuis 1994.



Figure n° 5: Photographie représentant des messicoles dans un champ de blé

I- Contexte de l'étude

A- Etat de l'art

1) Les plantes messicoles et l'agriculture

a) Description

Les plantes messicoles sont des plantes annuelles ou bisannuelles qui ont un cycle de vie généralement proche de celui des céréales et la plupart d'entre elles fleurissent entre juin et juillet avant ou après la moisson (Olivereau 1996, Marzio et Jolivet 1997) (Figure n°5). Ce sont des thérophytes, le mode de persistance étant la graine, elles s'adaptent très bien aux rythmes des travaux des champs, en particulier au labour à l'automne et à la moisson pendant l'été. La plupart de ces espèces ont une stratégie de reproduction de type r caractérisée par une production d'un grand nombre de graines et d'une mort précoce qui leur permet de s'adapter aux milieux instables. Pionnières, elles ont souvent besoin de sol nu pour se développer. La plupart ne portent pas préjudice aux cultures, cependant elles supportent difficilement la concurrence. Seules les espèces les plus évoluées dans une stratégie de type r ont pu survivre à l'intensification progressive. Actuellement, les espèces les plus menacées et qui sont fortement en régression sont les messicoles strictes comme le bleuet, qui ont une faible amplitude d'habitat et qui sont peu ou non aptes à coloniser des milieux autres que les cultures.

La liste nationale des plantes messicoles comporte actuellement 100 taxons dont 56 considérés en situation précaire. La situation en France est hétérogène selon les régions. Ainsi, en zones de grandes cultures, sur sols profonds et fertiles, le constat est alarmant. Il a été montré qu'une diversité de types d'habitats dans le paysage est importante pour la diversité des espèces de plantes qui s'installent (Gabriel et al 2005). Nous observons une diminution de 25 % de la densité des adventices (Hald 1999) celles-ci étant les plantes poussant dans un endroit sans y avoir été intentionnellement installée et souvent considérées comme nuisibles en agriculture.

La biodiversité dans les champs favorise de nombreux services écosystémiques notamment l'apport d'une source d'alimentation (nectar-pollen, graines pour les granivores) et lieu de refuge pour la faune, c'est pourquoi il paraît essentiel de les protéger.

b) Influence de l'agriculture sur les plantes messicoles

- La nature de la culture

Par le travail du sol, la période d'implantation ou le mode de désherbage spécifique, la nature de la culture joue un rôle important sur la nature des espèces présentes. Pour les messicoles, des rotations privilégiant les céréales d'hiver, intégrant des cultures fourragères à semis automnal, sont favorables. En revanche, les cultures qui impliquent un travail du sol au printemps comme les céréales de printemps ou qui restent en place plusieurs années (prairies temporaires) conduisent à éliminer les espèces dont les graines ont une durée de vie courte comme le bleuet. Ainsi, la diminution des cultures de printemps au profit des cultures d'hiver ces dernières années est une cause explicative du changement de la flore retrouvée dans les parcelles. Ce sont donc plutôt les plantes à la germination automnale qui se développent (Chacelot, 1985 ;Hald, 1999).

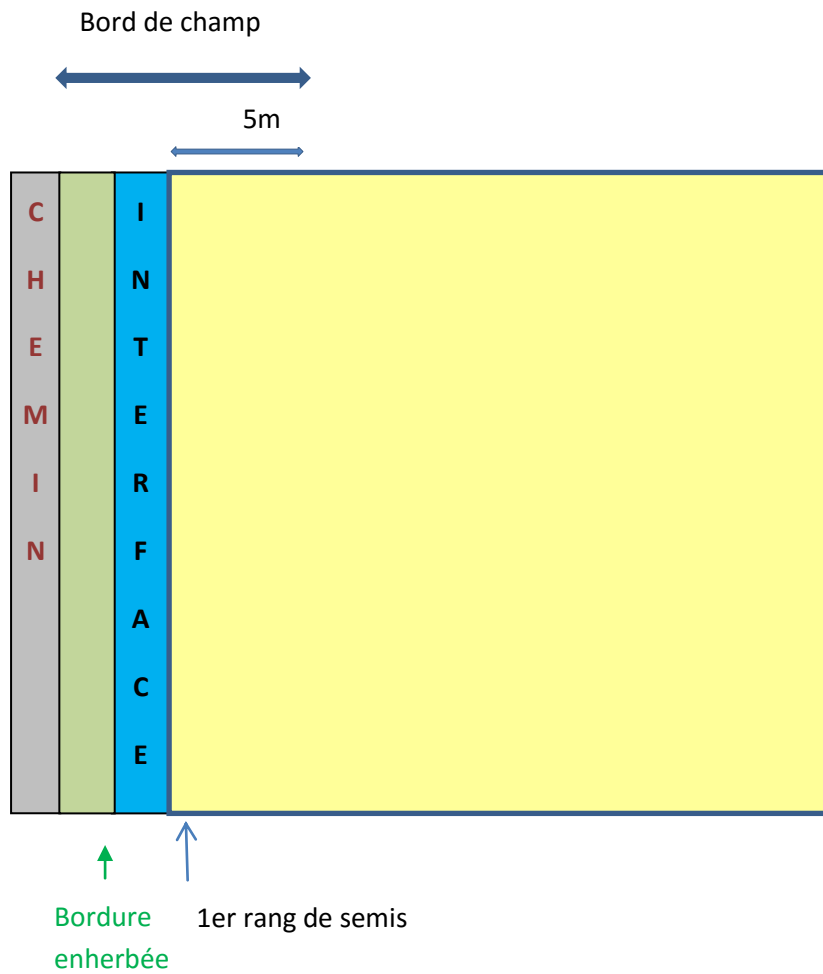


Figure n° 6: Schéma représentant le bord de champ (FP avec données tirées de l'article 'Field margins in northern Europe' (Marshall, E.J.P., Moonen, A.C, 2002))

- Les pratiques agricoles

De plus, les pratiques agricoles influent fortement sur l'abondance et la richesse de la flore présente. En effet, parallèlement à la spécialisation agricole, le développement du désherbage chimique et l'augmentation de la fertilisation azotée et de l'utilisation de pesticides, on observe une banalisation de la flore, et des phénomènes de sélection et résistance apparaissent (Marshall et Moonen, 2002). Durant ces dernières décennies, l'intensification du contrôle des adventices dans les parcelles a entraîné une diminution importante du stock grainier dans les parcelles cultivées (Robinson et Sutherland, 2002). Le travail du sol limité en profondeur et en fréquence est favorable au maintien de la diversité floristique. En effet celui-ci permet de recouvrir les graines nécessitant une dormance et crée une perturbation suffisante pour limiter le développement d'une flore herbacée à reproduction végétative très compétitive.

- Les bords de champ

Les espèces messicoles et adventices ne sont pas limitées à l'intérieur des parcelles cultivées mais aussi dans des habitats semi-naturels notamment les bords de champs (Marshall et Arnold, 1995) (Figure n°6). Le rôle clef des pratiques agricoles peut expliquer que c'est en bordure que l'on retrouve le plus d'espèces messicoles (Fried et al 2009) et que la densité des graines est la plus importante (Wilson et Aebischer, 1995 ; José-María et Sans 2011). En effet, l'agriculture y est plus extensive en bordure (Wagner et Edwards, 2001) avec une plus grande pénétration de la lumière, une moins grande quantité d'intrant et de perturbation mécanique (Leijn et Van der Voort, 1997). Ces facteurs permettent aux espèces sauvages en bordure de parcelle d'avoir des meilleures conditions de développement (Fried et al, 2009). Les interactions entre les cultures et les bords de culture continuent d'être une préoccupation majeure de la recherche (Marshall et Moonen, 2001).

Aussi, les bords de cultures sont spatialement mieux connectés aux sources voisines de propagation (corridor biologique) (Dunning et al., 1992; Marshall et Arnold, 1995) et sont souvent une zone de refuge pour de nombreux animaux tels que les arthropodes, oiseaux, mammifères, macrofaunes, qui peuvent par leur déplacement, leurs actions sur le sol (recherche de nourriture en fouillant la terre) disséminer les graines.

Ainsi, les bords de champs présentent une richesse en espèces plus importante qu'en plein champ (Romero, Chamorro et Sans. 2008; Kovács-Hostyánski et al., 2011) incluant notamment les espèces menacées par l'intensification et les espèces héliophiles C'est notamment dans les systèmes de production intensifs que les bords de champs maintiennent une plus grande richesse en messicoles que le plein champ (Gabriel et al, 2005).

- Agriculture biologique

²Selon le plan national d'action 2012-2017, L'agriculture biologique est plus favorable qu'une agriculture conventionnelle à la présence des plantes messicoles mais sa diversité conduit à des résultats variables selon les exploitations.



Figure n° 7: Photographie représentant des abeilles domestiques sur un cadre (PP)

Une étude montre qu'à l'échelle parcellaire, la richesse en espèces est environ 70% plus grande et l'abondance des plantes des champs est le double en agriculture biologique comparativement à l'agriculture conventionnelle (Hyvonen T et al., 2003). Les facteurs clés sont notamment une faible application d'herbicides, le seuil de tolérance aux mauvaises herbes étant souvent plus élevé et une plus faible densité de semis.

Cependant, d'autres pratiques en agriculture biologique ne sont pas favorables au développement des plantes des champs. En remplacement des herbicides, le désherbage mécanique intensif comme l'utilisation de la herse étrille et le faux semis peut fortement affecter la flore sauvage par le désherbage mécanique. Il a été montré que la destruction mécanique de ces couverts en pleine floraison empêche le stock de graine de se développer. (Fleuri et Fric, 2002). De plus, l'abandon de tout travail du sol pour pratiquer un semis direct favorise les espèces vivaces au détriment des annuelles comme le bleuet. Aussi, l'agriculture biologique utilise notamment des systèmes agricoles peu favorables au développement des messicoles comme les prairies permanentes et temporaires.

1) L'alimentation des abeilles domestiques

a) Alimentation des abeilles

L'alimentation des abeilles est constituée essentiellement de nectar et de pollen des plantes (Figure n° 7). Les abeilles utilisent une large variété de plantes pendant toute la saison y compris pendant les périodes où les espèces cultivées fleurissent. On dit qu'elles sont polylectiques car elles recherchent le pollen et le nectar sur une diversité de plantes.

Le **pollen** est un élément essentiel pour l'alimentation des abeilles car il est consommé par les jeunes adultes et les larves (Keller et al., 2005) et est la seule source de **protéines** (Goulson, 2003 ; Smeets et Duchateau, 2003) et **lipides** (Haydak, 1970) incluant les acides gras. Certains de ces acides gras notamment ceux retrouvés abondamment dans les pollens d'adventices sont réputés pour le **développement larvaire** et leurs fonctions **antibactériennes** et antifongiques (Feuillet *et al.* 2008, Huang, 2010). Les pollens ne présentent pas une composition chimique uniforme et surtout sont de **valeurs biologiques** très **inégaux**. (Roulston, Cane et Buchmann 2000 ; Somerville et Nicol 2006), L'abeille effectue ainsi au sein de la flore locale une sélection très sévère et n'utilise qu'un nombre réduit de plantes. Bien que cette préférence des abeilles pour certains types de fleurs soit démontrée (Goulson 2003 ; Cane & Sipes 2006), nous avons peu de connaissances sur le rôle de la qualité du pollen expliquant cette relation entre la qualité du pollen et le nombre de visites de pollinisateurs. L'odeur du pollen joue un rôle essentiel pour le guidage des abeilles (Louveaux, 1954). Cela ne dépend pas des acides aminés mais des sucres et surtout des acides gras. En effet, les abeilles arrivent à reconnaître l'odeur ce qui leur permet de trouver le pollen qui leur convient : elles développent une mémoire pour la reconnaissance des odeurs.

L'autre source alimentaire importante pour les abeilles, le **nectar** permet de fournir notamment de **l'énergie** pour les adultes et est stocké dans le miel. Il provient surtout d'espèces cultivées comme le colza et le tournesol.



Figure n° 8: Photographie d'un Grand Coquelicot (*Papaver Rhoeas*)

Aussi, Heinrich, en 1978, a montré que les abeilles domestiques parcourent de grandes distances, ce qui implique forcément un coût supplémentaire pour l'abeille. Elles sont en effet prêtes à parcourir de plus grandes distances car un manque de diversité en pollen et nectar est préjudiciable aux populations (Haydak, 1970 ; Michener, 2007, Decourtye, 2010) et diminue significativement les défenses immunitaires de la colonie (Alaux et al. 2009).

Il a été démontré que la diminution du nombre d'apoïdes est d'autant plus forte que le milieu environnant s'apparente à une monoculture (Payette & de Oliveira 1989). C'est aussi dans ces types de cultures intensives (A. Clermont, 2010, J.F. Odoux, 2011) que l'on observe l'attrait des abeilles domestiques pour les plantes messicoles (A. Clermont, 2010, J.F. Odoux, 2011). C'est pourquoi, nous nous intéressons à deux d'entre elles, le coquelicot (*Papaver sp*) et le bleuet (*Cyanus segetum*) présentées ci-dessous.

b) Description des messicoles étudiées

1- Le coquelicot

Originaire du Moyen-Orient ou du sud de la Méditerranée, il a été amené par les Indo-Européens entre – 3 000 et – 2 000 ans av J.-C., conjointement aux céréales cultivées. Il existe quatre espèces de coquelicots : le grand Coquelicot (*P. rhoeas*), le coquelicot argenome (*P. argemone*), le coquelicot douteux (*P. dubium*) et le coquelicot intermédiaire (*P. hybridum*). Le plus commun est le grand Coquelicot (Figure n° 8) qu'on différencie principalement grâce à sa capsule glabre et arrondie et à ses poils dressés sur la tige. C'est le seul coquelicot qui peut porter éventuellement concurrence aux cultures.

Cette plante annuelle monocarpique est ubiquiste et peut se retrouver sur tous types de sols. Peu exigeant par rapport à son milieu mais supportant difficilement la concurrence d'autres espèces, celui-ci se retrouve surtout en milieux ouverts et ensoleillés, sur des sols presque nus : milieux associés aux moissons, bords de chemins et friches. Cependant, bien qu'il trouve souvent refuge dans les milieux à tendance rudérale et aux bords des routes, il s'y épanouit difficilement et a tendance à disparaître en raison de la précarité du milieu (Olivereau, 1996).

Plusieurs facteurs favorisent la dispersion et le maintien de cette espèce thérophyte. Tout d'abord, un pied peut fournir entre 50 000 et 60 000 gaines (Olivereau, 1996) et la durée de vie de celles-ci est très longue pouvant même durer jusqu'à quarante ans car elles résistent bien à l'enfouissement et au manque d'eau. Aussi, la faculté germinative de la semence s'accroît avec l'âge jusqu'à un maximum. En effet, selon Bussard (1935), à peine 4% des graines germent durant la 2^e année suivant le prélèvement, contre 60% lors de la 6^e année. De plus, sa germination peut être étalée sur plusieurs années et est peu exigeante. Il a été montré par Guyot (1961) que le Coquelicot (*Papaver rhoeas*) ne germe qu'à 22 % (contre 100 % chez le témoin) en contact avec des graines germantes de blé. Cependant, pour la fécondation, il s'agit d'une plante auto incompatible, son pollen ne pouvant pas germer sur le stigmate d'une fleur d'un même individu, ainsi la pollinisation des abeilles joue un rôle clef pour le maintien de l'espèce.

Cette plante messicole est d'un grand intérêt apicole car elle fournit un pollen en quantité et qualité durant une période de creux entre la floraison du colza et la floraison du tournesol (mois de mai et juin).



Figure n°9 : Photographie d'un Bleuet

Le coquelicot peut atteindre 60% de la récolte du pollen en juin (Odoux et al. 2012; Requier et al. 2014). Aussi, il a été montré que le pollen de coquelicot fait partie des aliments les plus riches en protéines (~25%) et en lipides (~10%), essentiels à l'équilibre de la colonie (Feuillet, 2008). Cependant, il ne produit pas de nectar.

Nous avons observé que les abeilles commencent à le ramasser seulement lorsque la densité de floraison est assez importante. Aussi, comparativement aux autres plantes, il est favorisé par un temps médiocre comme la baisse des températures (Louveau, 1985). Le coquelicot apparaît comme fortement attractif pour les abeilles qui viennent le rechercher. Il semblerait que les taches noires à la base des sépales du Grand coquelicot soient un facteur d'attraction pour les abeilles (Johnson and Dafni, 1998). Cependant, les causes expliquant l'attraction des abeilles pour le coquelicot et l'importance de celui-ci dans l'alimentation des abeilles sont encore mal connues et sont encore des pistes à explorer.

2- Le bleuet

Le bleuet (*Cyanus segetum*) (Figure n°9) est une astéracée annuelle ou bisannuelle qui a la particularité de fournir un nectar de qualité et est considéré comme une ressource importante pour les pollinisateurs (Perju et Moldovan, 1991). Avec un cycle biologique proche des céréales, la germination du bleuet a lieu en automne ce qui fait qu'il est plus sensible aux herbicides et aux labours que le coquelicot. Il passe ensuite l'hiver sous forme de rosette et fleurit du mois de mai jusqu'à la moisson. Cette espèce se retrouve surtout dans les cultures d'hiver (blé, orge, colza et moutarde) et occasionnellement dans celles de printemps (tournesol) (Svensson et Wigren, 1985).

Plusieurs facteurs expliquent que la pollinisation est nécessaire pour qu'il puisse se reproduire. Tout d'abord, il possède un système de protandrie, c'est-à-dire que le tube de ses 5 étamines libère le pollen alors que le stigmate reste fermé ce qui empêche l'autofécondation. De plus, cette espèce allogame et entomophile est une espèce auto-incompatible, ne pouvant s'autoféconder ou se reproduire avec des individus ayant les mêmes allèles-S d'incompatibilité. Ainsi, dans les situations où les populations de bleuets sont de petites tailles et isolées, l'espèce peut vite décliner s'il n'y a pas un bon maintien de pollinisateurs. Aussi, une diminution du nombre de reproducteurs au cours du temps (Glémin et al., 2005 ; Busch & Schoen, 2008) peut expliquer en partie la baisse de fécondité généralement observée (Demauro, 1993 ; Byers et Meagher, 1995) et l'augmentation du risque d'extinction dans ces populations.

Cette messicole emblématique de nos paysages agricoles est actuellement en déclin dans l'ouest de l'Europe (Sutcliffe et Kay, 2000) et fait partie de la liste nationale des taxons messicoles à surveiller (Aboucaya & al 2000). Les pratiques qui apparaissent les plus néfastes pour cette mellifère sont l'application d'herbicide (Håkansson, 2003 ; Ulber et al., 2010) et le tri quasi-systématique des semences (Svensson et Wigren, 1985).

Des études ont montré que lorsque le bleuet est rare dans une région, il est associé à d'autres messicoles peu fréquentes. En revanche, quand il est commun, il est associé aux zones ayant la plus forte diversité végétale (Bellanger 2011). L'importance de le protéger est d'autant plus évidente : Il pourrait servir d'espèce parapluie (Barua, 2011). En effet, en préservant cette plante indicatrice de biodiversité, il est probable que d'autres espèces spécialistes en voie de raréfaction dans l'agroécosystème soient elles aussi protégées.

HYPOTHESES

HYP : Densité de fleurs plus importante en bordure de champ qu'en plein champ



Figure n°10 : Photographie d'un patch de coquelicots en bordure de champ



Figure n°11: Photographie d'un patch de coquelicot en plein champ

HYP : La surface céréalière d'hiver est corrélée positivement avec la présence de coquelicots



Figure n°12: Photographie d'un champ de céréales



Figure n°13 : Photographie avec un groupe de coquelicots dans un champ de céréales

B- Objectifs

Nous nous sommes fixé les objectifs suivants :

- Répertorier les coquelicots et les bleuets de toute la Zone Atelier (ZA) de 2016
- Etudier la **distribution** de ces plantes en prenant en compte différents critères : la densité des fleurs et des patchs, l'occupation du sol, le type de terrain, la corrélation entre ces deux messicoles).
- Etudier la **dynamique spatiale** à l'échelle de trois années (2014 à 2016) sur les parties communes inventoriées. Nous aurons pour objectif d'identifier les zones avec une densité en hausse et celles avec une densité en baisse et d'analyser leur répartition. Un des buts est aussi d'évaluer si les zones d'augmentation restent les mêmes ou varient à l'échelle de trois ans.
- Etablir des liens entre des facteurs agricoles et la distribution du coquelicot. A partir de la recherche bibliographique et des données disponibles, nous choisissons d'étudier
 - ✓ L'influence de la surface en culture d'hiver ainsi que son évolution
 - ✓ L'historique céréalier d'une parcelle
 - ✓ La surface en agriculture biologique.

C- Hypothèses :

Grâce à l'état de l'art, nous établissons différentes hypothèses.

- Une importance majoritaire de la présence du coquelicot comparativement au bleuet.
- Une dynamique spatiale plus importante pour les coquelicots par rapport aux bleuets.
- Dans les parcelles agricoles, la présence de coquelicot et du bleuet est influencée par :
 - La nature de l'habitat dans la parcelle : Les bords de champ notamment en bord de chemin présentent plus de fleurs que le plein champ (Figure n°10 et figure n°11).
 - Les pratiques agricoles : l'agriculture biologique, par moins de traitements notamment devrait jouer positivement sur la présence des deux messicoles
 - La nature de la culture et de ses précédents : cultures à cycle de développement hivernale notamment les céréales d'hiver qui sont favorables au développement de ces deux messicoles (Figure n°12 et figure n°13)
 - La quantité de coquelicots utilisés par les abeilles est corrélée à la quantité disponible
 -

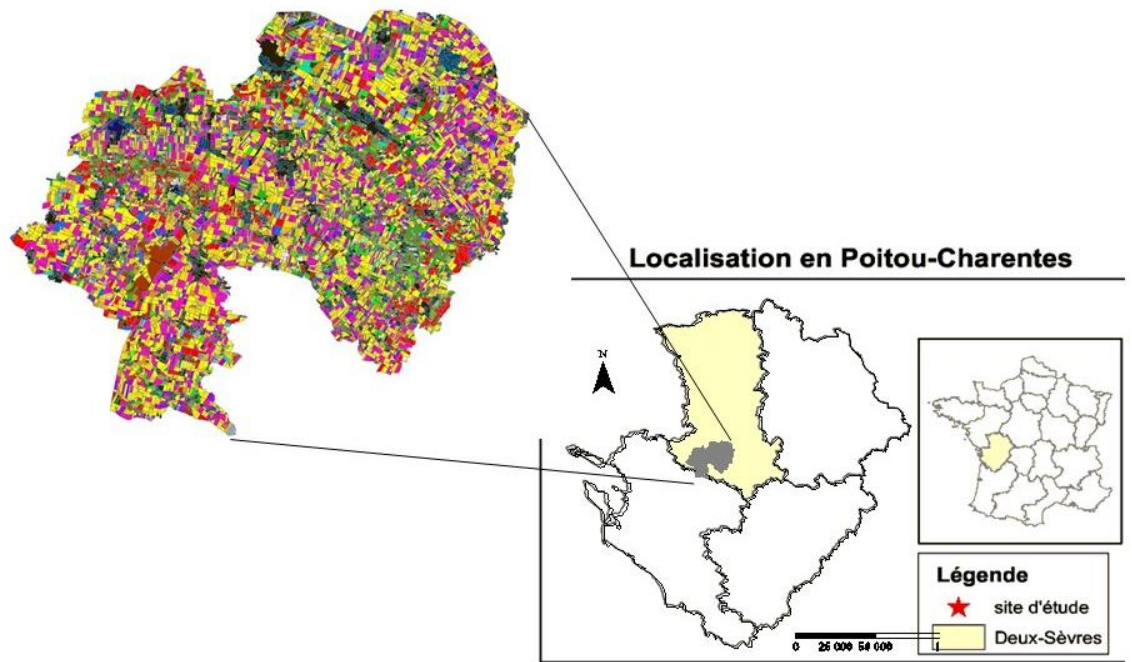


Figure n°14 : Zone Atelier Plaine et Val de Sèvre (site internet de Zone Atelier Plaine et Val de Sèvre)

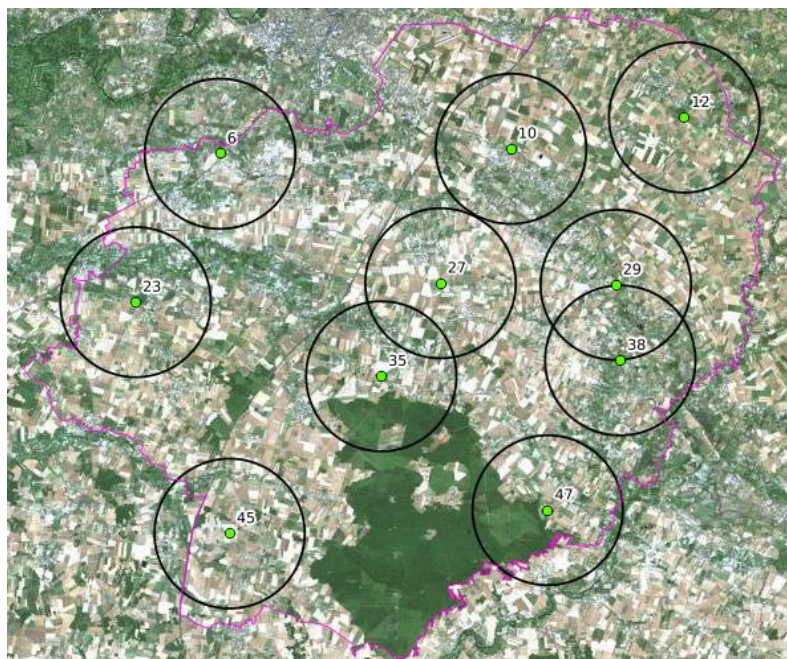


Figure n°15 : Carte représentant les 10 ruchers 2016 et leur buffer de 3000m de rayon sur la ZA (site Apibee de l'unité d'Entomologie du Magneraud)

II- MATERIEL ET METHODES

A- Matériel

1) Le dispositif ECOBEE

L'INRA (Institut national de la recherche agronomique) en partenariat avec le CEBC (Centre d'Etudes Biologiques de Chizé) dépendant du CNRS, a créé en 2007, **ECOBEE**, un dispositif dédié à l'observation des abeilles en milieu céréalier. Ce dispositif original pour étudier l'abeille domestique en zone de culture intensive est composé de trois entités complémentaires.

La principale entité est le dispositif d'observation implanté sur la **Zone Atelier Plaine & Val de Sèvre** (Figure n°14), s'étendant sur 45 000 ha et 19 000 parcelles, du sud de la ville de Niort au massif de la forêt de Chizé.

L'intérêt de cette zone atelier s'explique par plusieurs raisons :

- Elle est située dans une zone de monoculture intensive et possède d'autres modes agricoles (présence d'agriculture biologique).
- Elle est composée de paysages relativement contrastés et est d'une grande taille.
- Elle fait l'objet d'un suivi parcellaire par le CEBC depuis 19 ans : historique de l'assolement pour l'ensemble des parcelles et des pratiques agricoles pour 13000 d'entre elles.

Depuis 2008, cette zone a été découpée en 50 carrés de 10 km² (Figure n°15). L'objectif est de couvrir l'intégralité de la zone sur une durée de cinq ans. Ainsi, chaque année, nous tirons de manière aléatoire et sans remise 10 secteurs. Dans chacun d'entre eux, un rucher comprenant 5 ruches (3 ruches expérimentales et 2 ruches témoins) est installé et restera du mois de mars au mois d'octobre. Tous les dix jours, ces colonies font l'objet de mesures démographiques (taille et nature du couvain, population adulte, indice de mortalité, taux de varroa) et portant sur l'évolution des réserves.

ECOBEE comprend deux autres unités :

- Un rucher d'environ 150 colonies, situé sur le site expérimental du Magneraud, Celui-ci sert de site de référence au sens environnemental dans la mesure où les suivis d'assolement, de floraison y sont assurés depuis une dizaine d'années dans un rayon de 3 km. Ce site sert également à assurer l'élevage et l'approvisionnement en colonies de la zone atelier sur des programmes spécifiques.
- Le laboratoire d'analyse palynologique de l'UE D'entomologie (INRA Magneraud). Celui-ci sert notamment à pouvoir préciser l'attraction qu'exercent certaines plantes pour les abeilles

2) Le programme LISEA

La fondation d'entreprise 'LISEA Biodiversité' a été créée à l'initiative de LISEA. Elle a pour objectif de soutenir des projets de préservation et de restauration du patrimoine naturel dans



Figure n°16 : Schéma représentant le fonctionnement de Geo Poppy (données Julien Anslin)



Plein champ

Bordure de parcelle

Bordure de chemin

Figure n°17 : Photographies représentant les différents types d'habitat des messicoles (PP)

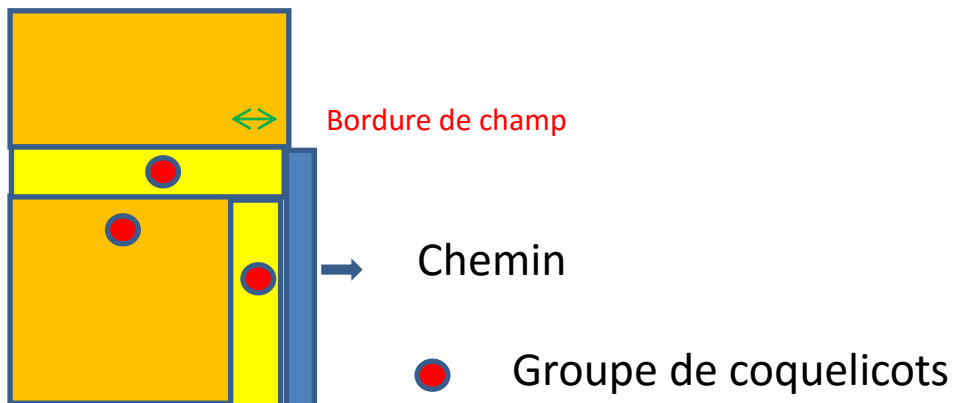


Figure n°18 : Schéma représentant l'identification des patches de coquelicot (FP)

Un de ces projets, le programme « Importance du coquelicot pour l'abeille domestique en plaine agricole » a pour fonction d'évaluer les ressources disponibles pour les abeilles et d'identifier celles réellement exploitées aussi bien en quantité qu'en qualité. Celui-ci est programmé pour cinq ans depuis 2014 et est piloté par l'Unité expérimentale d'entomologie.

B- Méthodologie

1) Inventaires botaniques

Il s'agit de faire un inventaire exhaustif de la présence du coquelicot et du bleuet sur les chemins et routes couvrant toute la ZA (figure n°5). L'objectif est d'inventorier toutes les parcelles cultivées et bords de champs où l'on observe la présence de coquelicots ou de bleuets. Nous avons commencé par faire un tirage aléatoire des ruchers de façon à limiter l'effet temporel pendant la période d'inventaire. Ainsi, l'ordre des ruchers obtenus est 10,23,27,35,6,45,29,38,12 et 47. Comme les années précédentes, pour chaque rucher, un buffer de 3000m de rayon est tracé autour sur QGIS car nous considérons cette distance comme référence pour l'aire de butinage des abeilles. La méthodologie est de débiter tout d'abord l'inventaire dans les buffers et de continuer ensuite sur les parties de la ZA entre les buffers des ruchers afin que l'ensemble de la Zone soit inventorié.

Pour cet inventaire, nous utilisons un dispositif récent, Geo Poppy qui est un serveur websig sans web et sans prise de courant. Il consiste en une tablette tactile GPS dans laquelle nous pouvons rentrer facilement des points messicoles (Figure n°16). Le fait que la tablette soit en liaison avec le satellite nous permet d'avoir toujours accès à notre localisation sur la carte. Celle-ci est connectée à un boîtier appelé « framboise », celui-ci étant un ordinateur opensource comprenant des bases de données constituées de :

- Couches vecteurs
- Un serveur QGIS
- Interface Lizmap
- Une carte microSD de 16 Go servant à enregistrer le projet
- Une clé wifi (Dongle Wifi EDIMAX) qui permet de communiquer avec Raspberry

L'inventaire se réalise à deux personnes, les deux coéquipiers identifiant les patchs de fleurs, mais l'un conduisant le véhicule et l'autre inventoriant les patchs sur la tablette tactile. L'intérêt du coquelicot et du bleuet est qu'elles sont toutes deux des plantes facilement identifiables même à distance notamment grâce à leur couleur bien caractéristique

Nous avons établi les différents critères définissant les points messicoles :

- La nature de la plante : Coquelicot /Bleuet
- La classe (estimation du nombre de fleurs au sein du patch) : 1-10/11-100/101-1000/1001-10000/10001-100000
- Le type d'habitat : Plein Champ/ Bordure de parcelle en bord de route /Bordure de parcelle en bord de champ (Figure n°17).

Numéro de la classe	Classe	Moyenne géométrique
1	1-10	3,16
2	11-100	31,62
3	101-1000	316,23
4	1001-10 000	3162,78
5	10 001-100 000	31627,8

Figure n°19 Tableau représentant les moyennes géométriques associées à leurs classes

Bleuet Coquelicot	Faible densité	Forte densité
Faible densité	1	2
Forte densité	3	4

Figure n°20 : Tableau représentant les différentes Catégories' Bleuets/Coquelicots

Contrairement aux deux années précédentes, nous distinguons deux catégories de bord de parcelle : Les bords de champ longés par un chemin ou une route et les bords de champ sans chemin les bordant. Ainsi, cela va nous permettre de tester une de nos hypothèses qui est que déplacement des véhicules (agricoles ou autres) est un facteur de dissémination de graines. A partir des définitions lues dans les articles scientifiques, nous considérons les bords de champ comprenant à la fois les bords enherbés, l'interface et les cinq premiers mètres cultivés de la parcelle.

Pour chacune des deux messicoles, afin d'éviter des confusions entre différents patches pouvant se confondre, toutes les fleurs identifiées sur une bordure appartiennent au même patch. Il en est de même pour les fleurs observées en plein champ. (Figure n°18).

2) Analyse spatiale et temporelle

a) Analyse 2016

Dans un premier temps, grâce au logiciel SIG, QGIS sur lequel nous pouvons reporter les données de l'inventaire 2016, nous analysons la distribution spatiale du coquelicot et du bleuet selon différents paramètres (la densité des fleurs et de patches, le type d'habitat, l'occupation du sol, la corrélation de la présence de ces deux messicoles). Pour notre étude, afin de comparer entre elles les différentes années d'inventaire, nous ne conservons que les patches se trouvant dans la ZA. Aussi, nous avons calculé la moyenne géométrique (MG) de chaque classe (les données sont en effet collectées sous un format logarithmique), nous pouvons estimer la quantité totale de fleurs par patch et ainsi établir des classes d'abondance (Figure n°19).

Afin d'avoir un aperçu général de la distribution des patches, nous les reportons sur une carte en établissant un code pour la couleur et la taille représentant la taille des patches.

Pour la suite de l'étude, dans le but d'étudier plus finement la répartition des stations fleuries, nous réalisons un maillage de la zone en une grille de carrés de 1km². Nous pourrions ainsi identifier les zones à forte densité et celles au contraire où la densité est faible. Nous ne conservons que les mailles de la grille ayant une surface suffisamment grande pour qu'elles soient intéressantes à étudier. Nous nous fixons la taille minimale de 330 000 m² (soit 33% la surface des mailles de 1km²).

Distribution selon la densité de fleurs :

Tout d'abord, nous représentons la distribution des coquelicots et des bleuets selon leur densité de patches et de fleurs dans chaque carré de la maille. Notre méthode consiste à sommer les MG pour chaque maille que nous divisons par la surface de la maille (certains situés à la frontière de la ZA sont inférieures à 1km²). Nous identifions ainsi les zones à forte et faible concentration.

Corrélation de la présence et abondance bleuet/abondance coquelicot :

Afin d'étudier la corrélation entre la présence et l'abondance du bleuet avec celles du coquelicot, nous effectuons une jointure spatiale entre les tables attributaires du SIG de tous les coquelicots se trouvant dans mailles avec des bleuets en 2016. Pour connaître la densité des fleurs dans chaque carré commun, nous utilisons la méthode précédente pour chacune des deux plantes.

Céréale Coquelicot	Faible surface	Forte surface
Faible densité	1	2
Forte densité	3	4

Figure n°21: Tableau représentant les différentes catégories 'Céréale/Coquelicots'





Céréale Coquelicot		
	1	2
	3	4

Figure n°22 : Tableau représentant les différentes catégories 'Evolution céréale /Coquelicot'

Dans le but de simplifier la représentation et l'analyse, nous nous intéressons à quatre catégories (figure n°20). Nous calculons la médiane de la densité pour les deux catégories ce qui nous permettra de fixer les valeurs limites distinguant les faibles et fortes densités. Nous pouvons ainsi associer chaque maille commune entre les deux plantes à l'une des catégories. Après avoir reporté ces données sur QGIS, on les joint à la table attributive de la maille de la densité des bleuets, nous établissons un code couleur pour distinguer sur la carte les catégories.

Occupations du sol favorables aux coquelicots et bleuets :

Pour identifier les types de terrains favorables à ces messicoles, nous reportons sur QGIS l'assolement de la ZA en 2016 établi par le CNRS. Nous réalisons une jointure spatiale afin qu'à chaque patch soit attribué la nature de l'occupation du sol sur lequel il se trouve. Pour chaque type d'occupation du sol, nous faisons la somme de toutes les fleurs présentes et nous calculons successivement :

- Nombre de coquelicots et leur proportion par type d'occupation du sol
- Surface pour chaque type d'occupation du sol et sa part dans l'assolement.
- Coefficient multiplicatif (Coef) de la proportion de fleurs par type d'occupation du sol par rapport à la part de ce type de terrain dans l'assolement.
-

b) Dynamique spatiale du coquelicot et du bleuet :

A l'échelle de deux années (2015-2016) :

Pour les années 2015 et 2016, l'ensemble de la ZA a été inventoriée, nous pouvons donc faire une comparaison globale de la zone en enlevant les parties inventoriées des buffers des ruchers situés hors ZA. Nous distinguons ainsi les zones d'augmentation et de diminution que nous subdivisons en différentes catégories relatives à l'importance de l'évolution dans le but d'affiner l'étude.

Pour chaque maille, nous étudions :

- La différence absolue : Différence de la densité de coquelicots 2016 et celle des coquelicots 2015
- La différence relative par rapport à l'année 2015 : Différence absolue/ Densité en 2015

A l'échelle de trois années (2014-2015-2016)

En 2014, l'inventaire n'avait été fait seulement à l'intérieur des buffers de 3000m de rayon des ruchers 2014. Ainsi, le but étant de faire une comparaison à l'échelle des trois années, nous sélectionnons seulement les patches situés à l'intérieur de buffers et inclus dans la ZA. Sur la grille, nous sélectionnons seulement les mailles avec la taille minimale de 330 000 m² (soit 33% la surface des mailles de 1km²). Nous utilisons la même méthode qu'à l'échelle bisannuelle en effectuant dans un premier temps la différence absolue. La différence par rapport à chaque année ne sera représentée que si celle-ci est significativement distincte de la différence absolue.

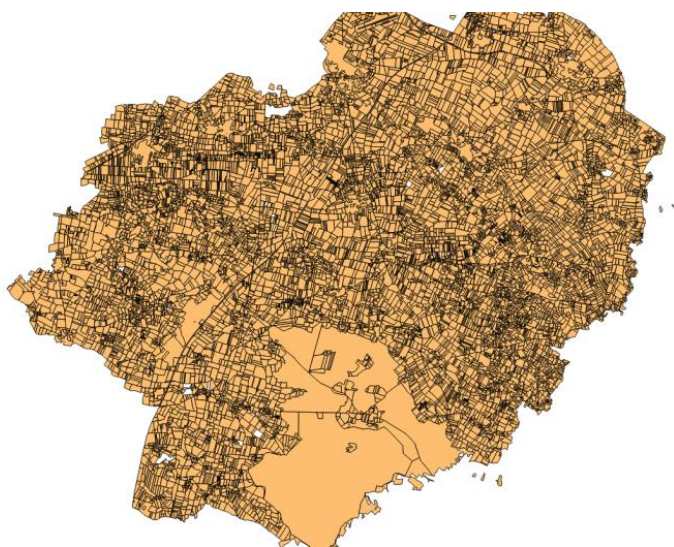


Figure n°23 : Carte représentant l'assolement 2016 effectué par le CNRS (QGIS)

AB Coquelicot	Faible surface	Forte surface
Faible densité	1	2
Forte densité	3	4

Figure n°24 : Tableaux représentant les différentes catégories 'AB /Coquelicot'

c) Influence des pratiques agricoles:

Dans un dernier temps, nous étudions différents paramètres agricoles pouvant expliquer cette distribution spatio-temporelle du coquelicot.

La surface céréalière d'hiver :

- A l'échelle d'une année

Afin d'expliquer les zones à forte concentration en coquelicots, nous étudions la part de la surface céréalière d'hiver dans les mailles de 1 km². A partir d'une jointure spatiale sur QGIS, nous associons chaque surface céréalière d'hiver 2016 aux mailles de la grille. Après avoir sommé les surfaces céréalières de chaque maille, nous calculons la part qu'elle occupe dans la maille. Nous choisissons de distinguer quatre catégories (figure n°21). Pour les distinguer, nous calculons sur l'ensemble des mailles : **Mce** (Médiane de la part qu'occupent la surface en céréales d'hiver) et **Mco** (Médiane de la densité des coquelicots).

- A l'échelle de deux années :

Pour comprendre si le dynamisme des coquelicots peut être expliqué par l'évolution de la surface céréalière, nous reproduisons la méthode précédente pour l'année 2016 à l'année 2015. Nous faisons ensuite la différence des deux. Toujours pour simplifier la représentation, nous établissons 4 catégories (Figure n°22).

L'historique céréalière d'une parcelle :

- A partir des données de l'assolement (CNRS), pour chaque année, nous choisissons de retracer l'historique céréalière pour sur une durée de 8 ans (Figure n°23). La méthode est la suivante :
 - Distinction entre deux catégories pour 2016 : **culture d'hiver** (céréale d'hiver et colza) et **culture de printemps** (autre culture)
 - Différenciation entre **céréale d'hiver** (code 1) et **les non céréales d'hiver** (code 0) pour chaque année : Somme du nombre d'années avec des céréales d'hiver
 - Association de chaque groupe de **coquelicots 2016** à la **culture présente** et à l'**historique culturel** de la parcelle
 - **Analyse sur R** : Tester la corrélation entre le nombre d'années avec des céréales d'hiver sur le nombre de coquelicots 2016 pour les deux catégories.

Influence de l'agriculture biologique :

A partir d'une jointure spatiale de la grille maillée avec les parcelles en AB, nous choisissons ici aussi quatre catégories (figure n°24). Pour les distinguer, nous calculerons sur l'ensemble des mailles : **Mb** (Médiane de la part de la surface en agriculture biologique) et **Mco** (Médiane de la densité des coquelicots).

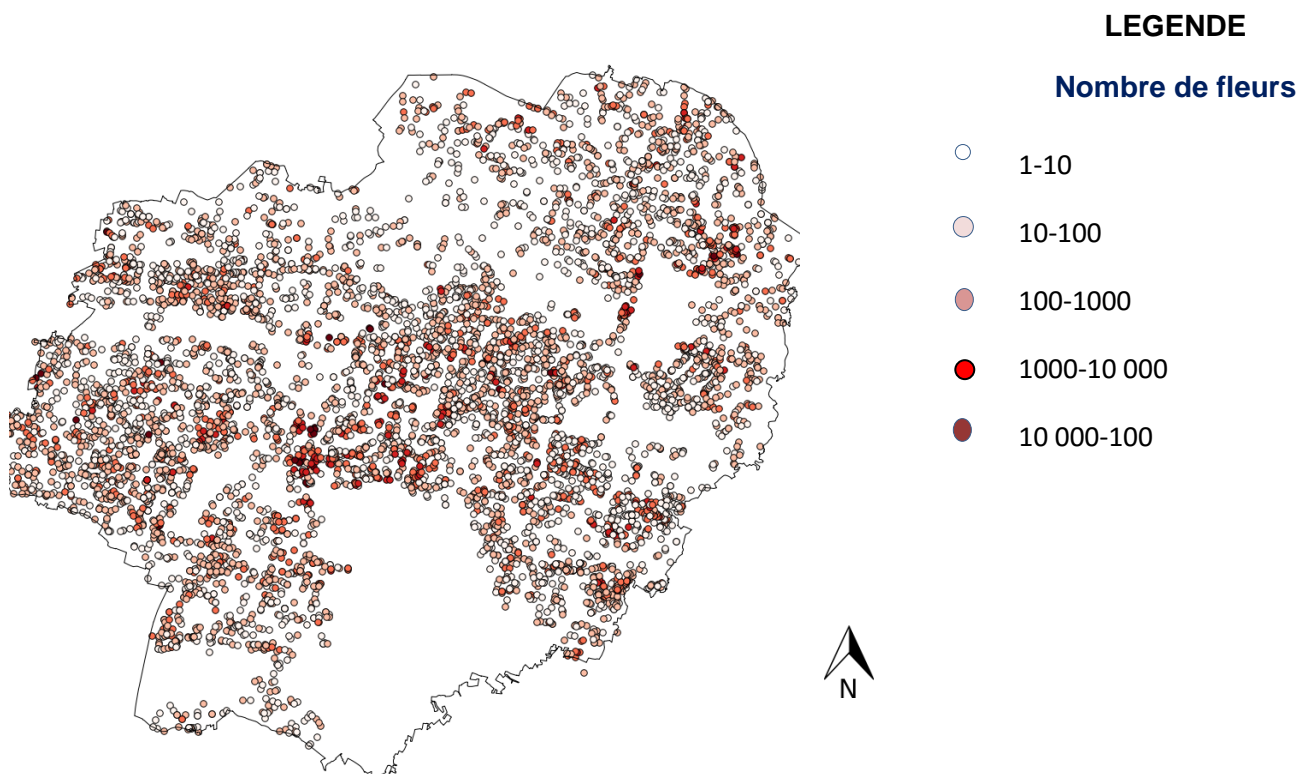


Figure n° 25: Carte représentant les patchs de coquillots selon la classe associée sur la ZA

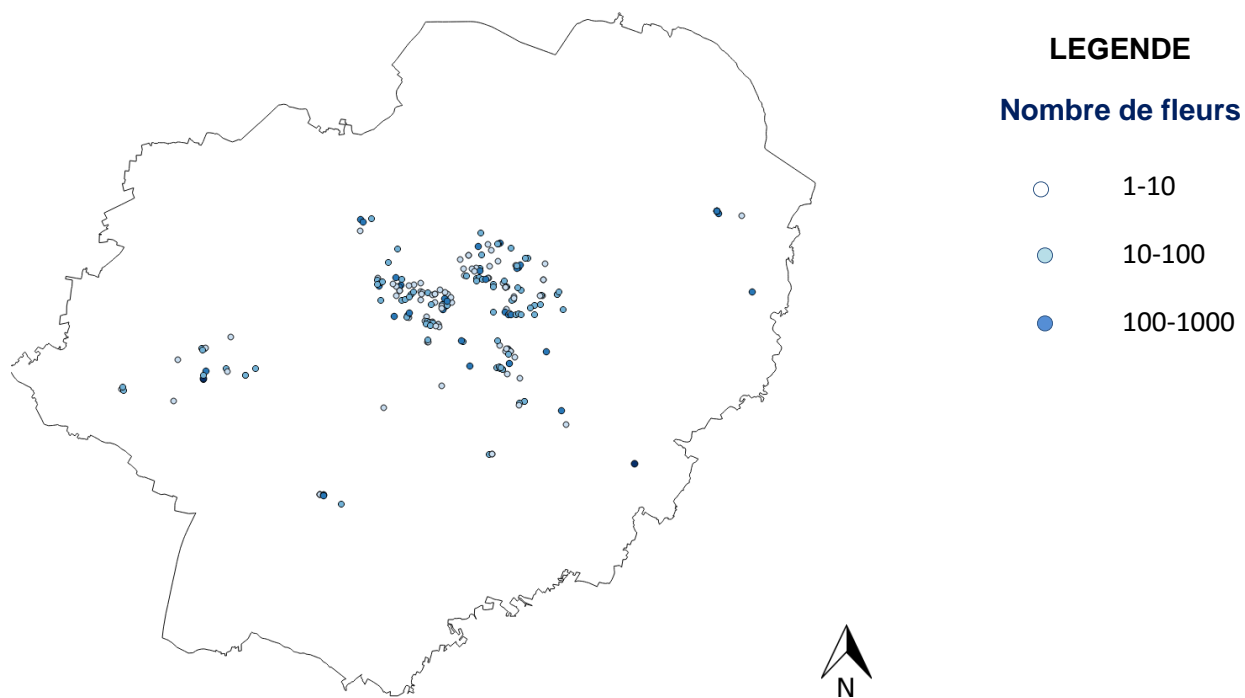


Figure n° 26 : Carte représentant les patchs de bleuets sur la ZA

III- RESULTATS

A- Distribution spatiale et quantitative 2016

1) Distribution globale

Au total, 7471 patchs ont été inventoriés en intégrant ceux situés dans les zones des buffers des ruchers en dehors de la ZA. Sur l'ensemble de la ZA, **7093** patchs ont été identifiés dont 96,92% étant du coquelicot. Aussi, sur la figure n° 25, nous pouvons observer que le coquelicot est présent sur l'ensemble de la zone à l'exception de petites régions (zones bocagères, bois). D'après la figure n°26, le bleuet est lui concentré sur certaines régions notamment au centre de la zone et à l'ouest. Celui-ci est présent dans la même zone (au centre) que les années précédentes (2014 et 2015) mais aussi dans une petite zone plus à l'ouest.

		2015	2016
Coquelicot	Nombre de patchs	5245	6875
	Nombre de fleurs	2 667 008	2 305 281
Bleuet	Nombre de patchs	119	218
	Nombre de fleurs	317 645	21 380

Figure n°27 : Tableau représentant la quantité de coquelicots et de bleuets de la ZA

Le nombre de groupes de bleuet est en forte augmentation par rapport à l'année précédente (218 contre 119 en 2015) mais le nombre de fleurs a diminué de 93% par rapport à 2015. Nous essayerons de comprendre par la suite cet important contraste.

Classe	1-10	11-100	101-1000	1001-10000	10 001-100 000
Coquelicot	2777 (40,39%)	2848 (41,42%)	986 (14,34%)	228 (3,31%)	36 (0,52%)
Bleuet	91 (41,7%)	87 (39,9%)	38 (17,4%)	2 (0,9%)	/

Figure n° 28 : Tableau représentant le nombre de patchs en fonction de la classe en 2016

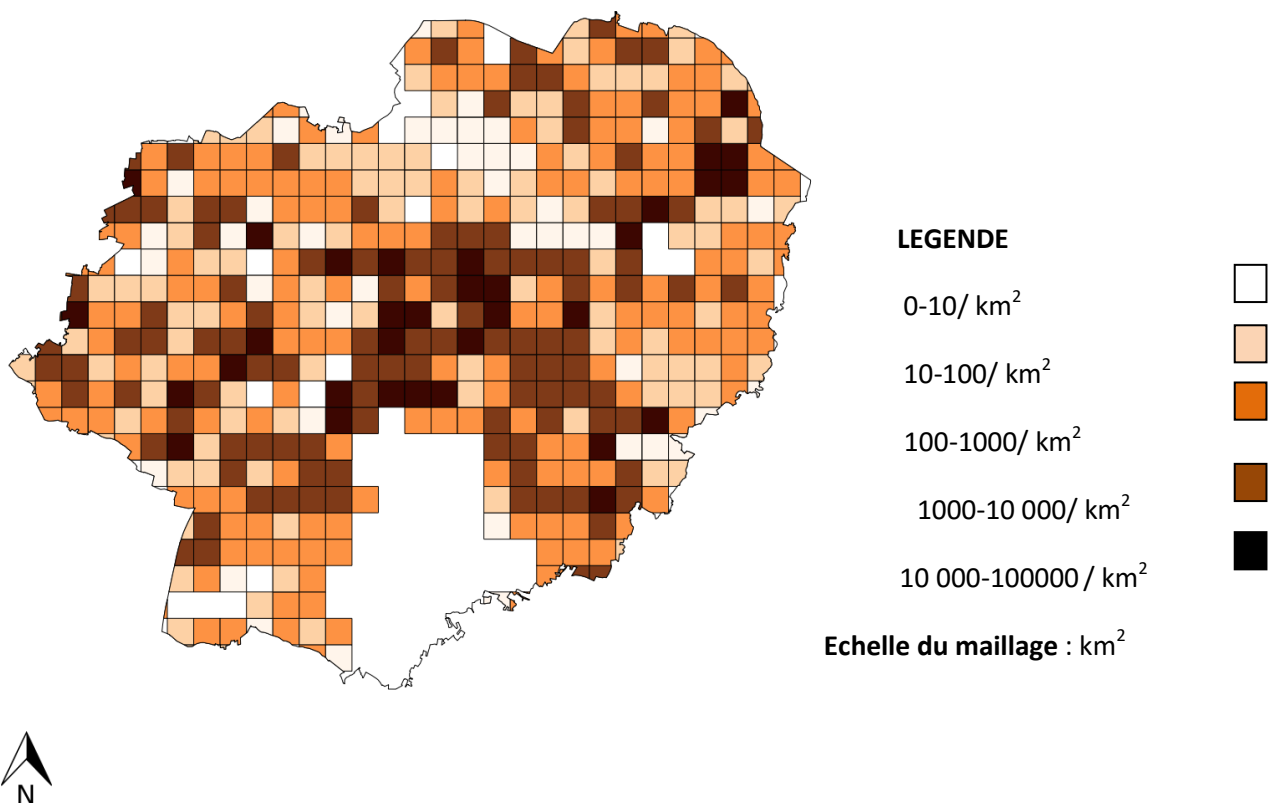


Figure n° 29 : Carte de la distribution du coquelicot en 2016 en fonction de la densité de fleurs

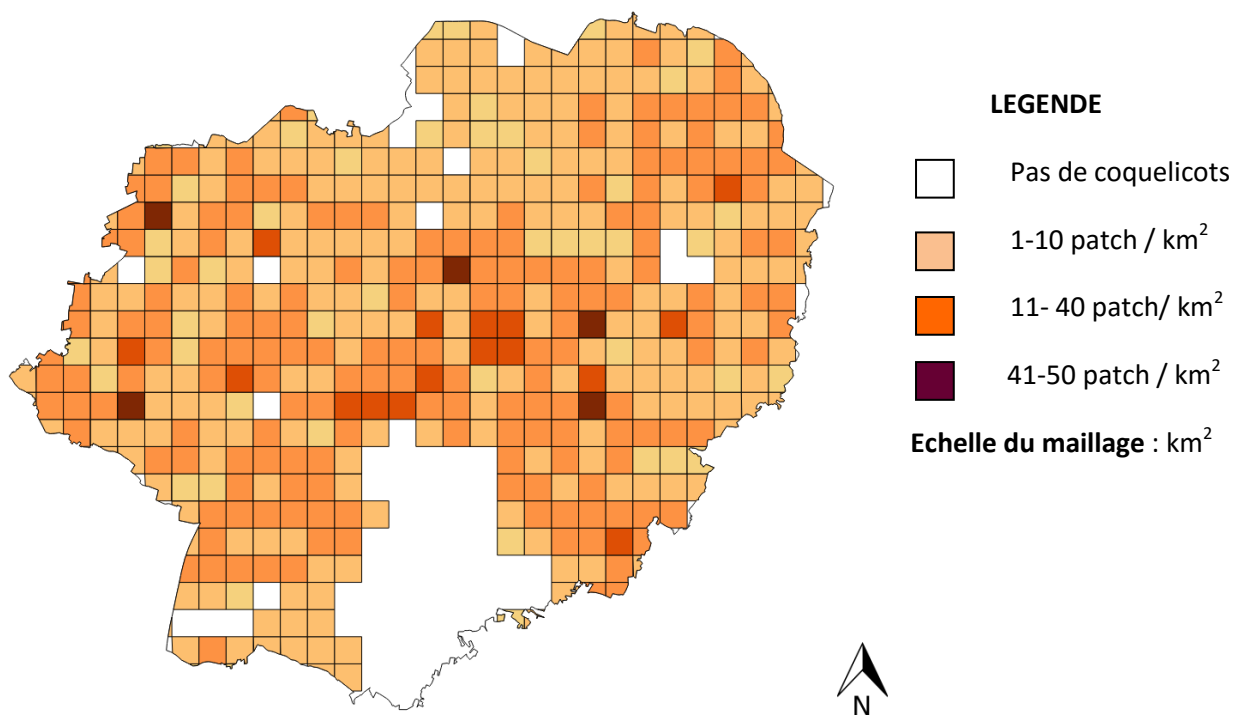


Figure n° 30 : Carte de la distribution des coquelicots 2016 en fonction de la densité de patches

Pour les deux espèces, il s'agit surtout de patches de petites tailles (81,6% avec moins de 100 fleurs). Cette observation avait été bien soulignée les années précédentes pour le coquelicot. Cependant, nous notons une nette différence par rapport à 2015 où seulement 53 % étaient avec moins de 100 fleurs, et 8 patches appartenant à la classe '10 001-100 000 fleurs' avaient été identifiés alors que cette année aucun n'appartenant à cette classe de fleurs n'a été inventorié. On pourrait ainsi expliquer la contradiction entre l'évolution du nombre de patches et celle du nombre de fleurs entre les deux années.

2) Distribution du coquelicot et du bleuet selon la densité de fleurs et de patches

a) Le coquelicot

D'après la figure n°29, les mailles avec une forte densité de fleurs sont concentrées sur une certaine zone (centre et nord est). De plus, en comparant la figure n°29 et la figure n° 30, nous observons que les zones avec un nombre de patches important correspondent aux zones avec un nombre élevé de fleurs.

b) Le bleuet

La figure n° 31 nous montre que la zone avec une densité importante de bleuets se situe au centre de la ZA. Aussi, celle-ci semble correspondre à une zone avec une concentration importante en coquelicots. Nous allons comparer ainsi étudier la corrélation entre les deux plantes.

3) Comparaison de la distribution des bleuets et la distribution des coquelicots

MB : Médiane(densité du nombre de fleurs de bleuets (/ km²) =183

MC : Médiane(densité du nombre de fleurs de coquelicots (/ km²) =408

	Bleuet	Faible densité	Forte densité
Coquelicot			
Faible densité		15,1%	9,4%
Forte densité		34%	41,5 %

Figure n° 32 : Tableau des proportions des différentes catégories 'Bleuets/Coquelicots'

bleuets sur la ZA

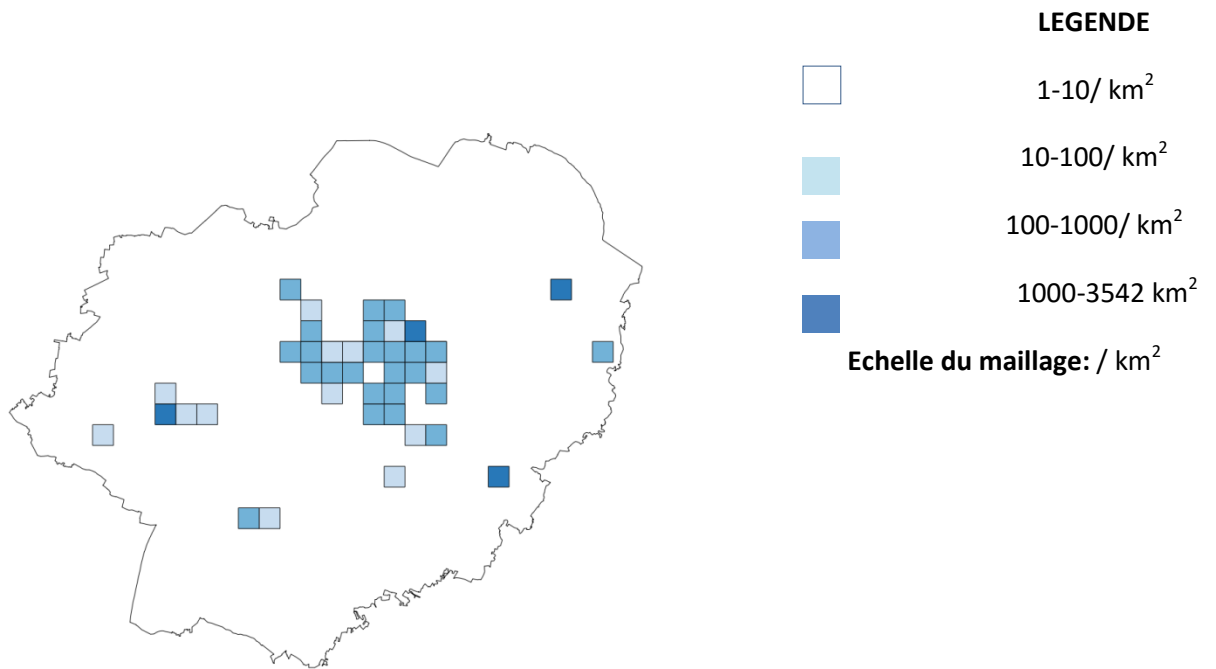


Figure n° 31 : Carte de la distribution du bleuet en 2016 en fonction de la densité de fleurs

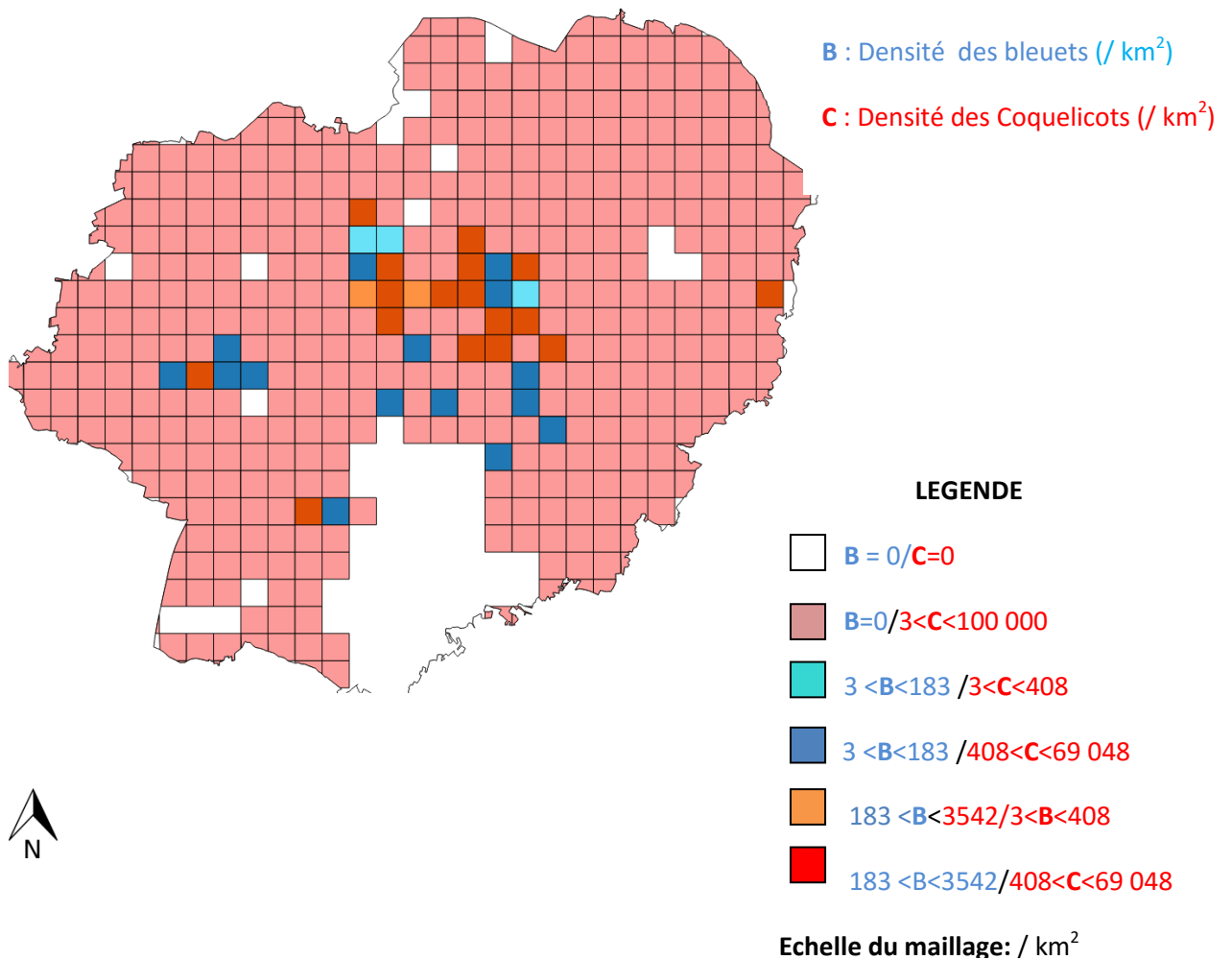


Figure n° 33 : Carte représentant la présence et la densité du bleuet associées à celle du coquelicot.

D'après la figure n° 32 et la figure n° 33, 75% des zones avec des bleuets ont une forte densité de coquelicots (>408/km²). Les zones avec une forte densité en bleuets (>183 / km²) correspondent à 81% à des zones à forte concentration de coquelicots (>408/km²). Ainsi, il existe une corrélation importante entre la présence du bleuet et la densité en coquelicots.

4) Répartition des deux messicoles en fonction de l'occupation du sol

Afin de comprendre la corrélation entre la présence et l'abondance de ces deux messicoles, nous étudions les terrains qu'ils affectionnent.

Occupation du sol	Terrain	Coquelicots		Bleuets	
	Proportion (%)	Proportion (%)	Coefficient	Proportion (%)	Coefficient
Céréale d'hiver	24.09	54.71	2.27	57.8	2.40
Colza	7.08	13.43	1.90	24.31	3.43
Lin	0.99	2.83	2.86	5.04	5.09
Constructions	8.29	7.47	0.90	0.92	0.11
Pois	2.19	2.86	1.31	2.75	1.26
Tournesol	6.69	3.56	0.53	2.29	0.34
Légumineuses	2.33	2.74	1.18	1.83	0.79
Labour	1.35	0.83	0.61	0	0.00
Prairie	7.47	1.31	0.18	2.23	0.30
Raygrass	2.86	1.92	0.67	2.29	0.80
Autre	15	3.58	0.24	0.46	0.03
Maïs	7.55	2.13	0.28	0	0.00
Bois-haies	13.75	0.52	0.04	0	0.00
Orge de printemps	0.26	0.10	0.38	0	0.00
Vigne	0.17	0.23	1.35	0	0.00

Figure n° 34 : Tableau représentant la distribution des coquelicots et des bleuets en fonction de l'occupation du sol

Les terrains principaux favorables au coquelicot sont : Les céréales d'hiver (coef : 2,27), le colza (coef : 1,9), le lin (coef : 2,86), le pois (coef : 1,31) et les autres légumineuses (1,18). Les types de terrain les moins adaptés à la présence du coquelicot sont les bois (coef : 0,04), les prairies (0,18), le maïs (0,28) et le tournesol (0,53)

Pour les bleuets, les plus propices à leur développement sont les céréales d'hiver (coef : 2,32), le colza (coef : 3,43) et le lin (5.09). Ceux les moins propices au développement des bleuets sont le maïs (coef : 0), les bois et haies (coef :0), les zones construites (coef : 0,12), les prairies (coef :0,29) et les cultures de printemps.

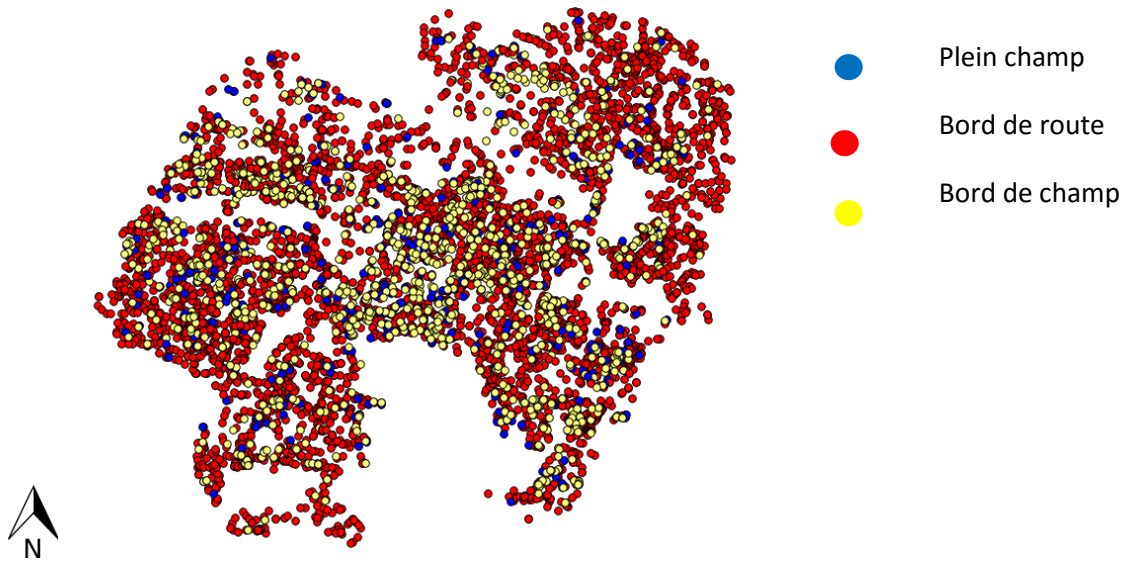


Figure n°36 : Carte représentant la distribution des coquelicots 2016 en fonction du type d'habitat

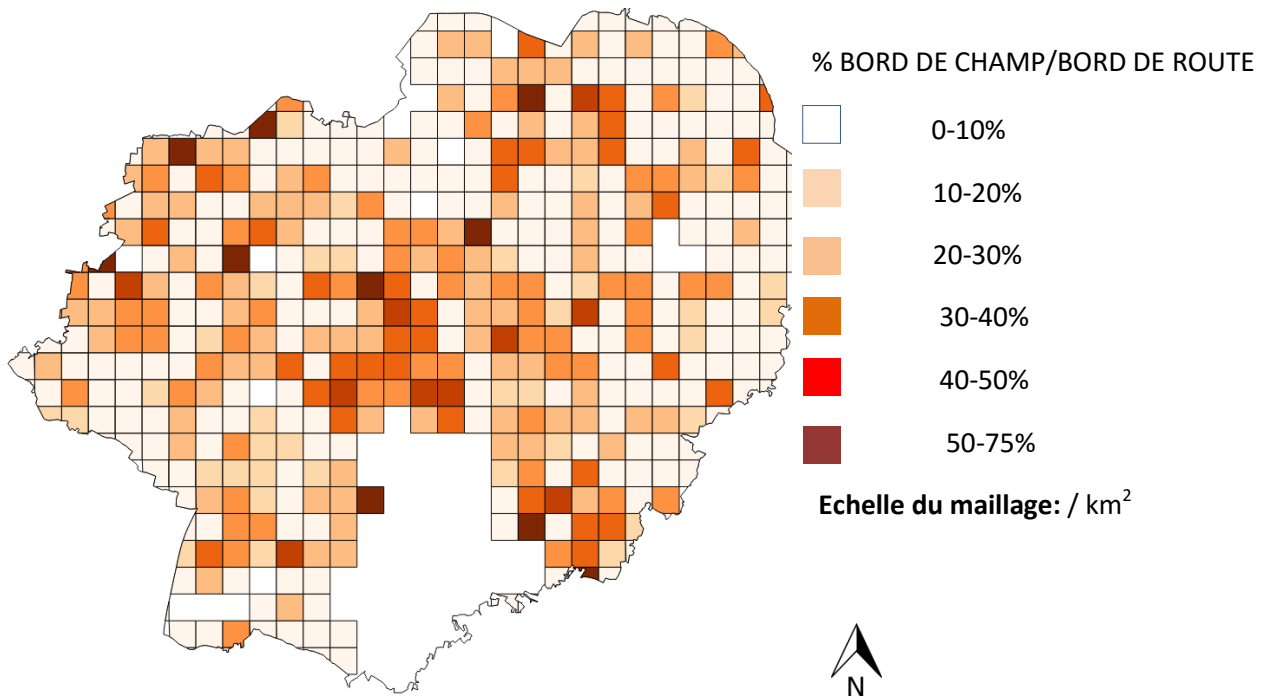


Figure n°37 : Carte représentant la distribution des coquelicots en bord de champ proportionnellement à ceux en bord de route

5) Distribution des coquelicots et des bleuets en fonction du type d'habitat

Terrain	Bord de route	Bord de champ	Plein champ
Plante			
Coquelicot	5223	1123	529
	(75,97%)	(16,33%)	(7,64%)
	92,3%		
Bleuet	166	38	14
	(76,14%)	(17,43%)	(6,42%)
	93,57%		

Figure n°35 : Tableau représentant le nombre de patches en 2016 en fonction du type d'habitat en 2016

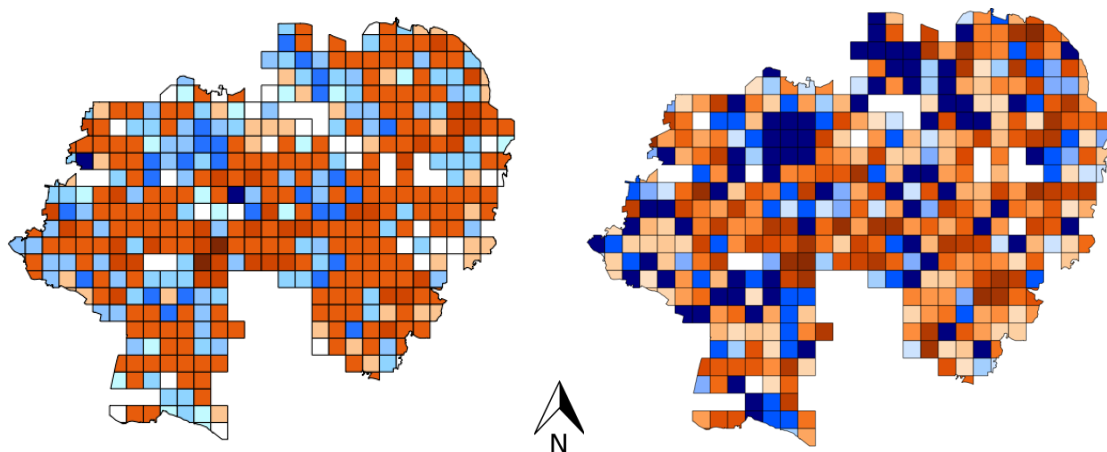
L'habitat majoritaire que ce soit pour ces deux espèces est les bords de parcelles (93%) notamment en bord de route (82% d'entre-elles).

D'après la figure n° 36, nous constatons que sur une zone (au centre de la ZA), les patches de coquelicots en bord de champ semblent en nombre élevé comparativement à ceux en bordure de route. Cette zone correspondrait à celle où la densité des patches et la densité des fleurs sont les plus élevées. Afin d'identifier plus précisément cette zone riche en patches en bord de champ, nous étudions la distribution des bords de champ comparée aux bords de route à une échelle plus grande (maille du km²).

La figure n°37 nous confirme la densité importante des coquelicots en bord de champ au centre de la ZA.

Dégradé de marron : Augmentation de la densité

Dégradé de bleu : Diminution de la densité



Différence absolue de la densité

Différence relative par rapport à 2015

Figure n°38 : Cartes représentant l'évolution de la densité du coquelicot entre 2015 et 2016

B- Dynamique de la distribution de 2014 à 2016

1) Dynamique spatiale entre 2015 et 2016

D'après la figure n° 38, nous constatons que la distribution du coquelicot évolue fortement entre 2015 et 2016. Aussi, la comparaison des cartes nous permet de dire qu'il y a une autocorrélation spatiale entre l'évolution des densités absolue et relative.

De plus, les zones d'augmentation et de diminution du nombre de coquelicot sont réparties à travers toute la ZA. Cependant, les zones à forte évolution (diminution ou hausse) sont concentrées sur certaines zones. Aussi par comparaison de carte, nous constatons qu'il y a une corrélation entre l'augmentation du nombre de fleurs et les zones à forte concentration de coquelicots en 2016 ainsi que la baisse du nombre de fleurs et les zones faibles en coquelicots en 2016.

2) Dynamique spatiale à l'échelle de trois années : 2014-2015-2016

Sur la figure n° 39, nous observons que sur les parties communes aux trois années, il y a une forte évolution de la densité du coquelicot avec une majorité des zones en augmentation de la densité. Aussi, les zones avec une importante augmentation entre 2014 et 2016 ne correspondent pas toujours à une augmentation durant les deux années et il en est de même pour celles en diminution. Ainsi, les zones où la densité de coquelicot est importante changent fortement entre ces trois années. Afin de chercher des explications, nous allons tester plusieurs facteurs agricoles et étudier l'influence éventuelle qu'ils peuvent jouer sur le dynamisme des coquelicots.

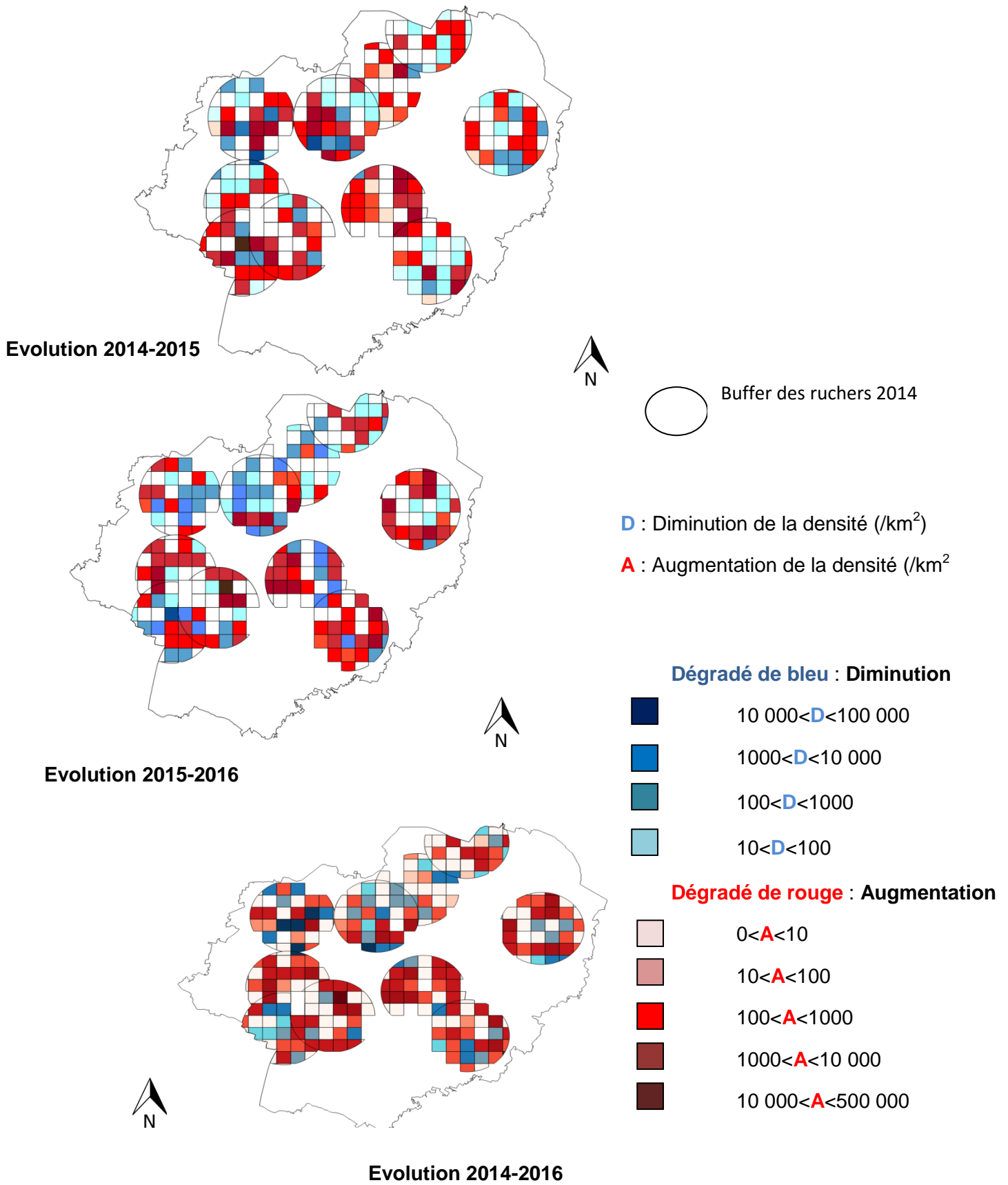


Figure n°39 : Cartes représentant l'évolution de la densité de coquelicots dans les buffers des ruchers 2014 entre 2014 et 2016

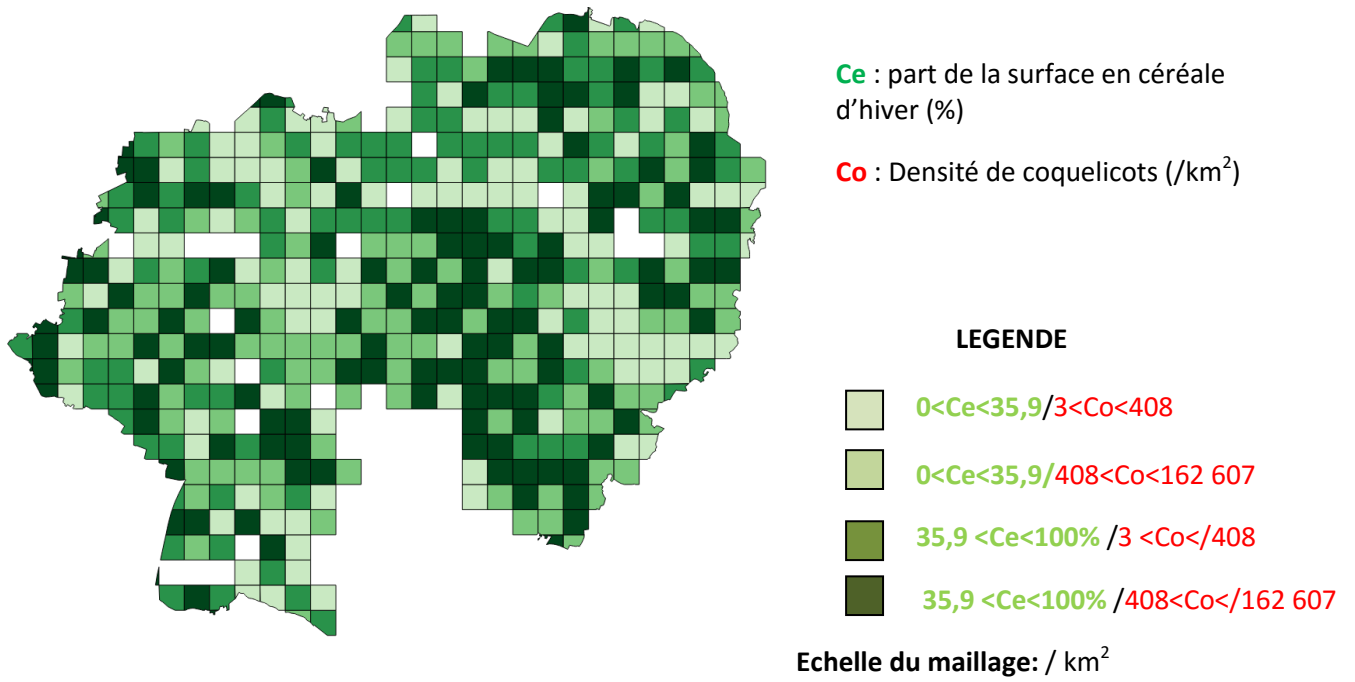


Figure n°41 : Carte représentant le coefficient de corrélation entre la densité de coquelicots et la surface céréalière en 2016

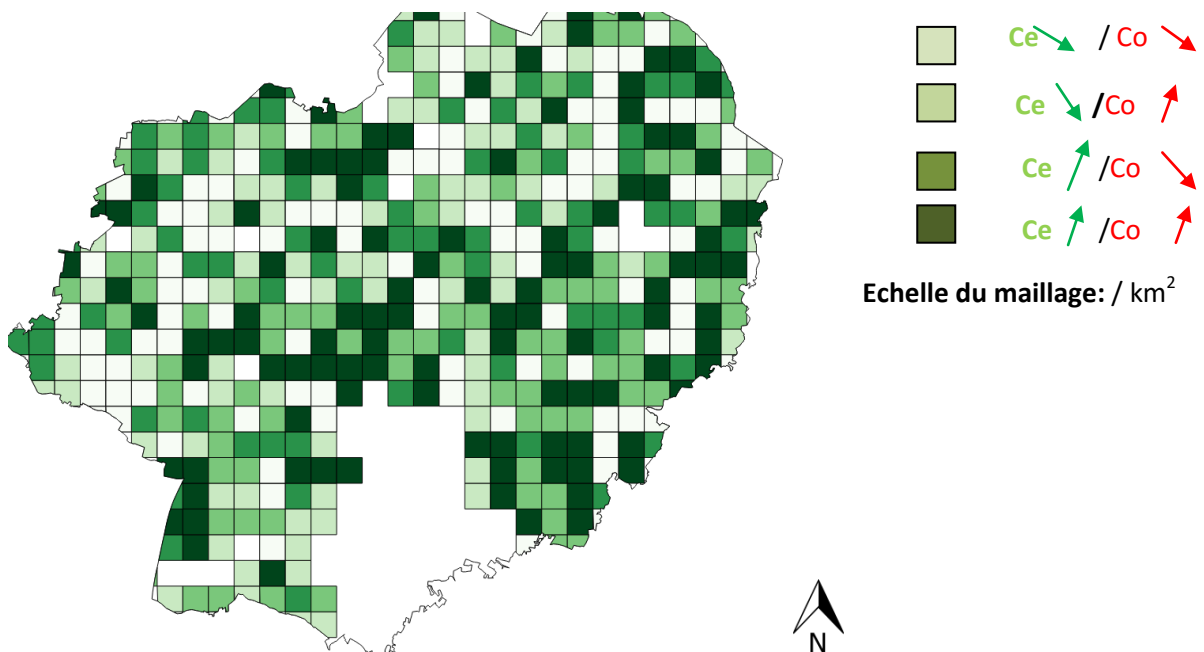


Figure n°43 : Carte représentant l'évolution de la quantité de coquelicots entre 2015 et 2016

C- Etude des facteurs agronomiques

1) Influence de la nature de la culture

a) A l'échelle annuelle (2016)

Céréales Coquelicot	Faible surface	Forte surface
Faible densité	24,7%	21,9%
Forte densité	25,4%	28,1%

Mce : Mediane
(part de la surface en céréales d'hiver) =
35,86%

Mco : Médiane (densité des coquelicots)
= 408,26/km²

Figure n°40 : Tableau des proportions des catégories 'Céréales/Coquelicots'

Sur la figure n°41, nous observons que les mailles avec une forte corrélation entre la surface céréalière d'hiver et la densité du coquelicot sont concentrées sur certaines zones (notamment dans la zone entre le rucher 35 et le rucher 47). De plus, 56% des mailles avec une forte part des céréales dans l'assolement (>35,9%) ont une importante densité en coquelicots (>408/ km²), ce qui indique une légère corrélation entre la surface en céréale d'hiver et la quantité de coquelicot.

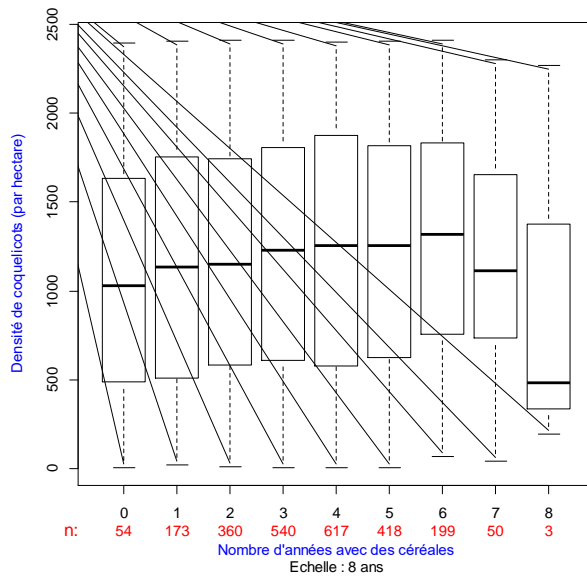
b) A l'échelle bisannuelle (2015-2016)

Céréales Coquelicots		
	↘	↗
↘	22,5%	22,3%
↗	26%	29,2%

Figure n°42 : Tableau des % des différentes catégories 'Evolution céréales/évolution coquelicots'

D'après la figure n° 42 et la figure n° 43, pour les mailles avec une diminution de la surface en céréales d'hiver, il n'existe pas de corrélation avec la diminution de la densité de coquelicots (50% d'entre elles). Cependant, pour 57 % des mailles avec une augmentation de l'aire en céréales, on observe une augmentation du nombre de coquelicots. Ainsi, pour cette étude, il y a une corrélation entre l'augmentation de la surface céréalière et l'augmentation du nombre de coquelicots.

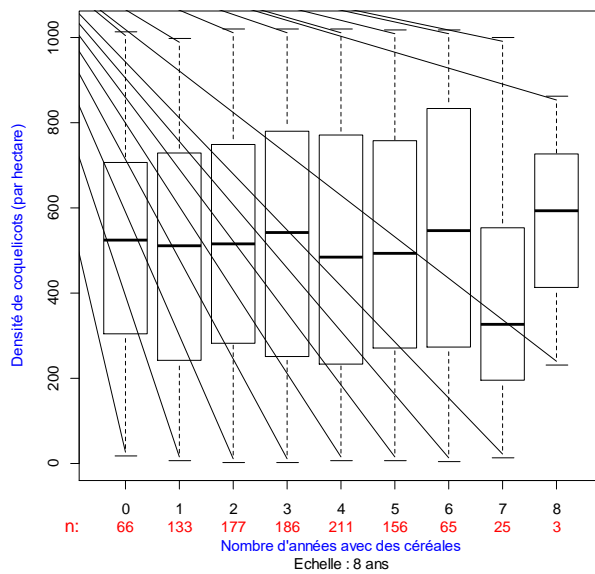
Culture 2016 : Culture d'hiver :



n : Nombre de parcelles identifiées

Figure n°44 : Graphique représentant la densité de coquelicots (/ha) en fonction du nombre d'années avec des céréales pour une culture d'hiver en 2016

Culture 2016 : Culture de printemps



n : Nombre de parcelles identifiées

Figure n°45 : Graphique représentant la densité de coquelicots (/ha) en fonction du nombre d'années avec des céréales pour une culture de printemps en 2016

2) Influence de l'historique céréalier d'une parcelle

Dans la partie précédente, nous avons constaté que les cultures principales avec la présence du coquelicot sont les céréales d'hiver et le colza (68 % à toutes les deux). Ainsi, nous choisissons pour l'année 2016 de distinguer deux groupes au niveau de chaque parcelle : **cultures d'hiver** (céréales d'hiver et colza) et **cultures de printemps** (les autres cultures).

a) Culture 2016 : Culture d'hiver

(figure n° 44)

Analyse statistique sur R

Test de Shapiro Wilk : Normalité non respectée

La normalité des résidus n'étant pas respectée, nous effectuons un test de corrélation de Kendall pour tester la corrélation entre le nombre d'années avec des céréales et le nombre de coquelicots.

Résultats du test de Kendall

P-value = 0.06913 > 0,05 →

Pas de corrélation entre le nombre d'années avec des céréales et le nombre de coquelicots

b) Culture 2016 : Culture de printemps

(figure n°45)

Test de Shapiro Wilk : Normalité non respectée

Résultats du test de Kendall

P-value = 0,7974 > 0,05 →

Pas de corrélation entre le nombre d'années avec des céréales et le nombre de coquelicots

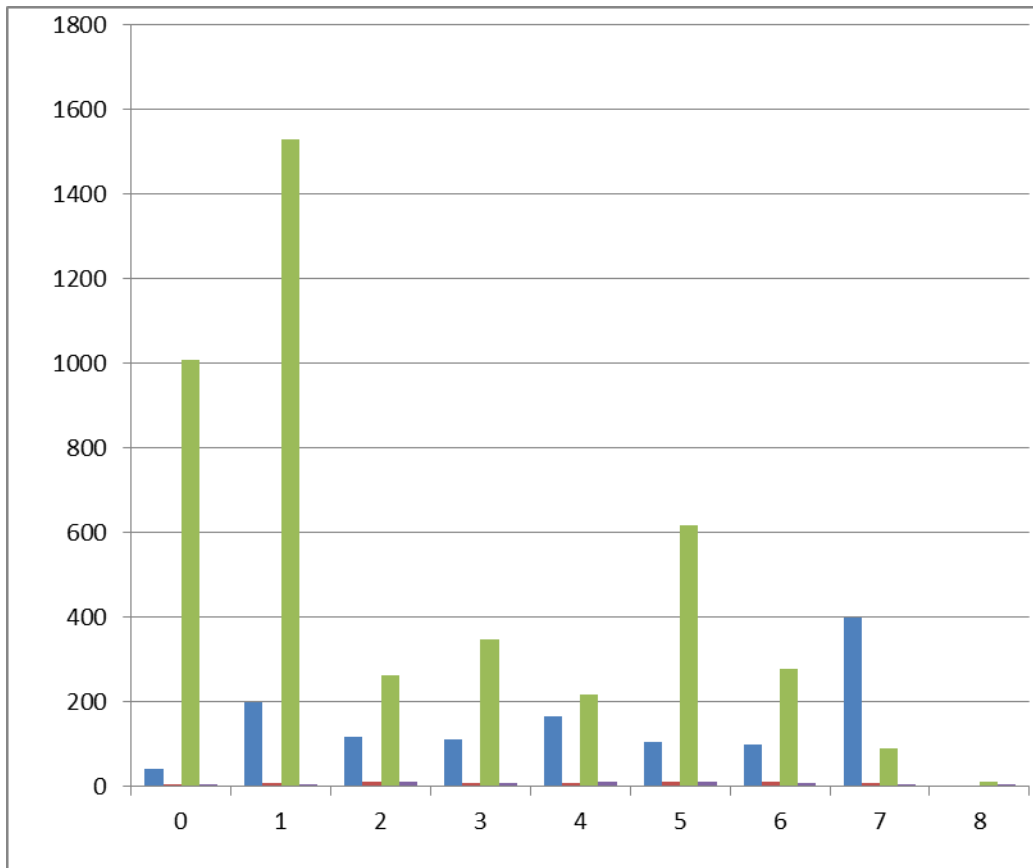


Figure n°46 : Graphique représentant la densité de coquelets (/ha) en fonction du nombre d'années avec des céréales pour les deux catégories de culture 2016

D'après le test de Kendall, il n'existe pas de corrélation entre le nombre d'années passées avec des céréales et le nombre de coquelets, bien qu'une tendance existe (p-value de 0.06). La figure_n°46 nous permet de constater que les moyennes des densités évoluent en effet en fonction du nombre d'années avec des céréales. Cependant, deux paramètres sont à prendre en compte et peuvent fausser les résultats. Tout d'abord, les médianes sont très basses, (toutes inférieures à 12).

De plus, le nombre de parcelles avec un nombre important de céréales dans l'historique est très faible. Par exemple celles avec '8 années avec des céréales' ne sont seulement que 3 pour les deux catégories de cultures 2016.

AB : part de la surface en AB (%)

Co : Densité de coquelicots(/km²)

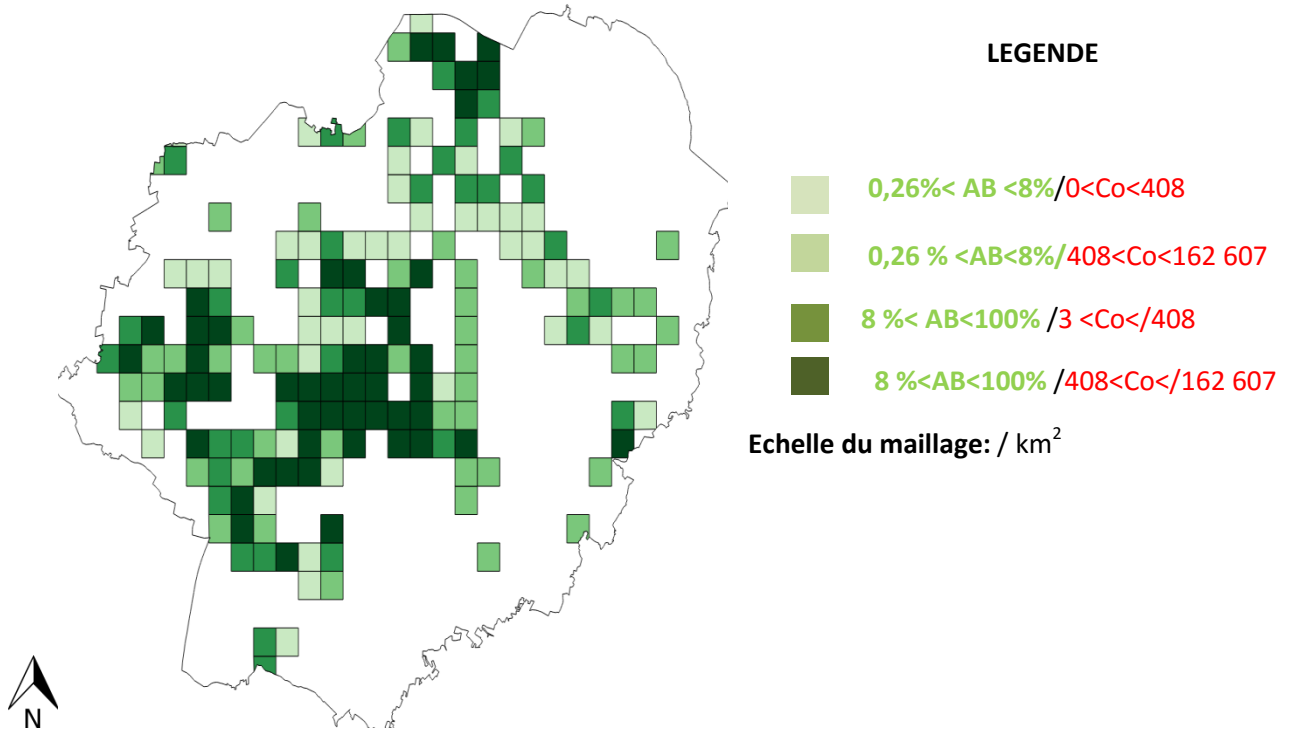


Figure n° 48 : Carte représentant la corrélation entre la surface en AB et le nombre de coquelicot

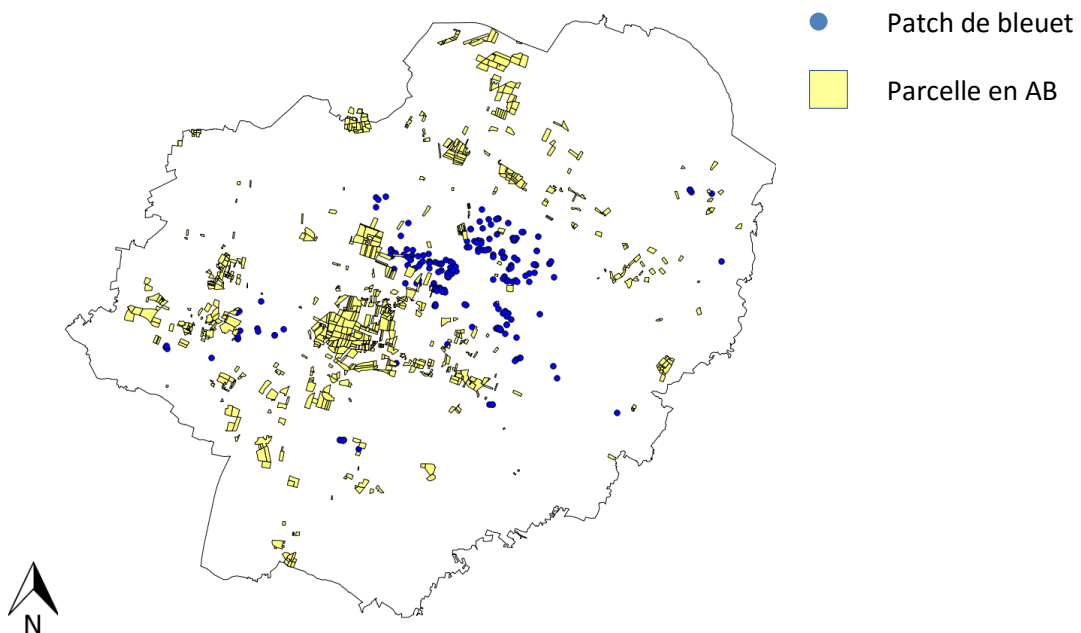


Figure n° 49 : Carte de la distribution des bleuets et la répartition des parcelles en AB

3) Influence de l'agriculture biologique

AB Coquelicots	Faible surface	Forte surface
Faible densité	24,3%	20,8%
Forte densité	26%	28,9%

Figure n° 47 : Tableau représentant les % des différentes catégories 'AB/Coquelicots'

Mb : Médiane (part de la surface en agriculture biologique) =8%

Mc : Médiane (densité de coquelicots) =408 / km²

D'après la figure °48, les zones avec une forte corrélation entre la surface en AB et le nombre de coquelicots sont concentrés sur une zone où la densité importante de coquelicots avait été identifiée dans l'analyse spatiale 2016 (centre de la ZA) Ainsi, 55% des mailles avec la présence d'agriculture biologique ont une forte densité de coquelicot(>408/ km²).

Seulement 4% des plants de bleuets se trouvent dans les parcelles en AB (Figure n°49). Ainsi, l'AB ne serait pas un facteur favorable pour la présence du bleuet. Cependant cette absence dans les parcelles biologiques pourrait s'expliquer par le fait que la nature des cultures pratiquée dans ce mode d'agriculture n'est pas favorable à la présence du bleuet. En effet, seulement 0,89% de la surface en AB de la ZA est du colza et seulement 12,1% avec des céréales d'hiver (contre 31 % pour ces deux cultures sur l'ensemble de la ZA).



Figure n° 50 : Photographie d'un patch de coquelicots dans une prairie (PP)

DISCUSSION

Lors de la description de l'inventaire de l'année 2016, nous avons pu constater comme les années précédentes la présence beaucoup plus importante du coquelicot par rapport au bleuet (>96% des patchs). Aussi, la distribution du coquelicot est relativement homogène sur toute la ZA bien qu'il soit un peu plus présent sur certains secteurs comme au centre (secteurs 27 et 35) et dans le Nord Est (secteur 12) et absent sur certaines zones (notamment au sud de la zone). Cette absence correspond aux zones boisées et marais.

En revanche, celle du bleuet est beaucoup plus concentrée au centre de la zone (rucher 27) et sa présence est souvent associée à une grande abondance du coquelicot. (75 % des zones à bleuets). Ces constatations semblent donc confirmer l'hypothèse de la forte abondance du coquelicot par rapport au bleuet liée au fait que ce dernier est beaucoup plus sensible aux pratiques agricoles comme les traitements d'herbicides et aux milieux perturbés. Aussi, la corrélation entre la présence du bleuet est la forte densité du coquelicot pourrait s'expliquer par le fait que ces deux messicoles ont un cycle de vie proche et nécessitent les mêmes types de milieux agricoles pour se développer.

Le nombre de patchs de bleuets est en forte augmentation par rapport à l'année précédente (218 contre 119 en 2015) mais le nombre de fleurs a fortement diminué de 93% par rapport à 2015. Ce résultat contrasté pourrait s'expliquer par le fait qu'en 2015, 8 patchs appartenant à la classe (10 000-100 000 fleurs) avaient été identifiés alors que cette année aucun patch appartenant à cette classe de fleurs n'a été inventorié.

Aussi, nous observons une majorité de petits groupes (81,6% avec moins de 100 fleurs contre 53 % en 2015) Ces constats supposent que le bleuet a connu une extension de son aire de présence cette année et la faible taille des groupes serait expliquée par le fait que ceux-ci n'ont pas encore eu le temps de se développer.

De plus, les types d'occupation du sol qui sont favorables au développement de ces deux messicoles sont globalement les mêmes : cultures céréalières, colza, lin oléagineux, ce qui suit bien le sens de notre hypothèse que les cultures d'hiver sont les terrains favorables aux messicoles.

Ainsi, pour les deux mellifères étudiées, nous observons que les patchs de fleurs identifiés pour les parcelles agricoles sont à majorité en bordure (92%) et notamment en bord de route (76%). Ce résultat est cohérent avec notre hypothèse selon laquelle la densité de fleurs sauvages est plus importante en bordure de parcelle qu'en plein champ. Cela peut supposer que c'est notamment lié à une pratique d'agriculture plus extensive (moins de traitements avec une densité de semis plus faible).

Le fait d'avoir distingué les bords de champ en bord de route nous permet de souligner l'importance que peut jouer le déplacement des véhicules pour la dissémination des graines. Nous pouvons aussi penser que la faune trouvant refuge dans les bordures joue un rôle non négligeable du fait de ses mouvements.

L'étude de la dynamique spatiale du coquelicot montre celui-ci évolue fortement même à échelle temporelle courte (<3 ans). Ainsi, l'augmentation de la surface céréalière d'hiver peut en être une des explications car nous l'avons trouvée corrélée avec une hausse du nombre de coquelicots. En revanche, une diminution n'implique pas une diminution du nombre de coquelicots. Cela pourrait être expliqué par le fait que le précédent cultural joue un rôle sur la présence du coquelicot.

Cependant, en se penchant sur la question de l'influence de l'historique céréalière sur une durée de 8 ans, nous avons noté que celle-ci n'est pas corrélée au nombre de coquelicots. Il serait intéressant de réaliser le même test à des échelles différentes (plus courtes et plus longues). Aussi, on pourrait s'intéresser à la présence du colza dans l'historique puisqu'il est favorable au coquelicot.

Nos résultats concernant l'influence de l'AB pour la présence et l'abondance de ces espèces est contrasté pour ces deux plantes. Le coquelicot est corrélé à la pratique de l'AB alors que le bleuet est très peu présent dans les parcelles biologiques (seulement 4% des patches). Cette constatation est étonnante car nous aurions pensé que les espèces plus sensibles aux traitements chimiques comme le bleuet devraient être plus corrélées. L'explication pourrait résider en la nature de la culture, en effet les cultures d'hiver ne représentent que 13 % de la surface en AB contre 31% en moyenne dans l'ensemble de la ZA. D'autres facteurs doivent intervenir expliquant le fait que le coquelicot s'y adapte bien et non le bleuet, espèce plus sensible. Nous pouvons penser par exemple au désherbage mécanique qui peut être pratiqué en AB.

Cependant, plusieurs limites de l'étude sont à prendre en compte dans l'analyse des résultats. Une complication à laquelle nous avons dû faire face est qu'il a fallu trouver le compromis pour réaliser l'inventaire au bon moment, c'est-à-dire avant le début des moissons d'orge et la période de fauchage des routes mais aussi pendant la période de pleine floraison des deux messicoles (mois de mai-juin). Ainsi, la fin de l'inventaire correspondait à la période du début de fauchage des bords de champ, il est possible que certains groupes de fleurs aient été détruits avant que l'on soit passé pour l'inventaire. Cependant en débutant plus tôt, nous aurions sûrement manqué la période de pleine floraison et l'estimation du nombre de fleurs aurait pu être biaisée.

Aussi, l'analyse à l'échelle de trois années est limitée car celle-ci concerne seulement les buffers des ruchers 2014 ce qui limite la zone d'étude. Il sera plus intéressant de réaliser cette étude temporelle à l'échelle de trois années en 2017 car nous aurons les données de l'inventaire sur l'ensemble de la ZA. Aussi l'un des objectifs fixés pour l'inventaire était d'établir des liens entre la disponibilité et la ressource utilisée par les abeilles. Malheureusement, nous n'avons pas eu le temps de traiter cette partie de l'étude.

Les pratiques agricoles étant recensées pour 13 000 parcelles de la ZA, il serait intéressant de mener une étude sur l'influence que peuvent avoir les traitements chimiques (notamment les herbicides) sur la présence de ces adventices. Aussi, l'étude du dynamisme spatial du bleuet pour les prochaines années d'inventaire est une autre perspective qui serait intéressante à traiter.

Grâce aux responsabilités que l'on m'a confiées lors de l'inventaire, j'ai pu gagner en autonomie et organisation.

Dans le cadre d'un autre programme RisqApi (Liens spatiaux entre l'usage des pesticides et le déclin des colonies d'abeilles dans les paysages de grandes cultures), j'ai eu l'opportunité de participer à la collecte de nectar dans les parcelles de colza de la ZA pour le programme. J'ai aussi eu la chance de participer à plusieurs sorties apicoles avec l'équipe ECOBEE (mesures, transhumance des ruches, initiation au greffage de reine) et j'ai ainsi eu mes premiers contacts avec ce monde fascinant des abeilles.

En conclusion de cette période de stage, grâce aux personnes rencontrées lors de ce stage et aux missions confiées, ce fut une expérience très enrichissante et formatrice durant laquelle je n'ai cessé d'apprendre. Je suis très motivée pour progresser dans ce domaine et à gagner en organisation car ce stage m'a notamment ouvert les yeux sur l'importance que joue celle-ci dans n'importe quelle mission.

CONCLUSION

Les messicoles comme le coquelicot et le bleuet sont des sources riches en nectar et pollen pour de nombreux pollinisateurs et auxiliaires de culture. Il est donc important de les protéger. C'est pourquoi, il est nécessaire d'identifier les facteurs qui sont favorables à leur développement.

Cette étude nous a permis de distinguer la distribution de deux types de messicoles, l'une commune (le coquelicot) et l'autre menacée (le bleuet). Le bleuet, étant un bon indicateur de richesse en messicoles, sa faible densité dans la ZA souligne une faible diversité des adventices dans une plaine agricole intensive.

Cependant, on souligne que pour ces deux types de messicoles, c'est dans les bords de champ que leur développement est favorisé. Ainsi, cela confirme qu'il est essentiel de préserver les habitats semi-naturels (tels que les bords de champ) qui sont des interfaces avec un rôle important dans les agroécosystèmes pour le maintien de la biodiversité. Ils sont aussi considérés comme des corridors pour la dispersion des espèces en milieu agricole, permettant la connexion d'îlot de biodiversité. Certaines MAE (Mesures Agro Environnementales) sont des exemples de mesures qui visent à préserver les habitats semi-naturels.

Le dynamisme spatial important du coquelicot peut s'extrapoler aux autres messicoles aussi courants que lui. En revanche, l'aire de présence des espèces plus sensibles comme le bleuet varie beaucoup moins car ceux-ci ont besoin pour leur développement de conditions particulières pour leur développement que l'on ne retrouve pas partout. Il est difficile d'expliquer l'évolution significative qu'il peut y avoir entre plusieurs années car elle dépend de plusieurs facteurs combinés et cette étude reste une piste d'exploration.

LISTE DES FIGURES

- Figure n°1 : Photographie représentant un cadre avec des abeilles (PP)
- Figure n°2 : Photographie des bleuets et des coquelicots en bordure de parcelle de colza (PP)
- Figure n° 3 : Logo de LISEA (site de LISEA : <http://www.lisea.fr/>)
- Figure n°4 : Dispositif ECOBEE situé sur la Zone Atelier (site Apibee de l'INRA du Magneraud)
- Figure n°5 : Photographie représentant des messicoles dans un champ de blé (PP)
- Figure n°6 : Photographie représentant des abeilles domestiques sur un cadre (PP)
- Figure n° 7: Photographie d'un Grand Coquelicot (*Papaver Rhoeas*) (PP)
- Figure n°8 : Photographie d'un Bleuet (PP)
- Figure n°9 : Photographie d'un patch de coquelicots en bordure de champ (PP)
- Figure n°10 : Photographie d'un patch de coquelicot en plein champ (PP)
- Figure n°11 : Photographie d'un champ de céréales (PP)
- Figure n°12 : Photographie avec un groupe de coquelicots dans un champ de céréales (PP)
- Figure n°14 : Zone Atelier Plaine et Val de Sèvre (site internet de Zone Atelier Plaine et Val de Sèvre)
- Figure n°15 : Carte représentant les 10 ruchers 2016 et leur buffer de 3000m de rayon sur la ZA (site Apibee de l'unité d'Entomologie du Magneraud)
- Figure n°16 : Schéma représentant le fonctionnement de Geo Poppy (données Julien Anslin) (<https://github.com/jancelin/geo-poppy>)
- Figure n°17 : Photographies représentant les différents types d'habitat des messicoles (PP)
- Figure n°18 : Schéma représentant l'identification des patches de coquelicot (FP)
- Figure n°19: Tableau représentant les moyennes géométriques associées à leurs classes (FP)
- Figure n°20 : Tableau représentant les différentes Catégories' Bleuets/Coquelicots (FP)
- Figure n°21 : Tableaux représentant les différentes catégories' Céréale/Coquelicots' (FP)

Figure n°22 : Carte représentant l'assolement 2016 effectué par le CNRS (QGIS)

Figure n°23 : Tableaux représentant les différentes catégories 'évolution céréale /Coquelicot' (FP)

Figure n°24 : Tableaux représentant les différentes catégories 'AB /Coquelicot' (FP)

Figure n° 25 : Carte représentant les patches de coquelicots sur la ZA (FP)

Figure n° 26 : Carte représentant les patches de bleuets sur la ZA (FP)

Figure n°27 : Tableau représentant la quantité de coquelicots et de bleuets de la ZA (FP)

Figure n° 28 : Carte de la des coquelicots 2016 en fonction de la densité de patches (FP)

Figure n° 29 : Carte de la distribution du bleuet en 2016 en fonction de la densité de fleurs (FP)

Figure n° 30 : Carte de la distribution des coquelicots 2016 en fonction de la densité de patches (FP)

Figure n° 31 : Carte de la distribution du bleuet en 2016 en fonction de la densité de fleurs (FP)

Figure n° 32 : Tableau des proportions des différentes catégories 'Bleuets/Coquelicots' (FP)

Figure n° 33 : Carte représentant la présence et la densité du bleuet associées à celle du coquelicot. (FP)

Figure n° 34 : Tableau représentant la distribution des coquelicots et des bleuets en fonction de l'occupation du sol (FP)

Figure n°35 : Tableau représentant le nombre de patches en 2016 en fonction du type d'habitat (FP)

Figure n°36 : Carte représentant la distribution des coquelicots 2016 en fonction du type d'habitat (FP)

Figure n°37 : Carte représentant la distribution des coquelicots en bord de champ proportionnellement à ceux en bord de route (FP)

Figure n°38 : Cartes représentant l'évolution de la densité du coquelicot entre 2015 et 2016 (FP)

Figure n°39 : Cartes représentant l'évolution de la densité de coquelicots dans les buffers des ruchers 2014 entre 2014 et 2016 (FP)

Figure n°40 : Tableau des proportions des catégories 'Céréales/Coquelicots' (FP)

Figure n°41 : Carte représentant le coefficient de corrélation entre la densité de coquelicots et la surface céréalière en 2016 (FP)

Figure n°42: Tableau des proportions des catégories 'Céréales/Coquelicots' (FP)

Figure n° 43: Tableau représentant le nombre de patchs en fonction de la classe (FP)

Figure n°44 : Carte représentant l'évolution de la quantité de coquelicots entre 2015 et 2016 (FP)

Figure n°45 : Graphique représentant la densité de coquelicots (/ha) en fonction du nombre d'années avec des céréales pour une culture d'hiver en 2016 (FP)

Figure n°45 : Graphique représentant la densité de coquelicots (/ha) en fonction du nombre d'années avec des céréales pour une culture de printemps en 2016 (FP)

Figure n°47 : Tableau des % des différentes catégories 'Evolution céréales/évolution coquelicots' (FP)

Figure n°48 : Graphique représentant la densité de coquelicots (/ha) en fonction du nombre d'années avec des céréales pour les deux catégories de culture 2016 (FP)

Figure n° 35 : Carte représentant la corrélation entre la surface en AB et le nombre de coquelicot (FP)

Figure n° 49 : Carte de la distribution des bleuets et la répartition des parcelles en AB

Figure n° 50 : Photographie d'un patch de coquelicots dans une prairie (PP)

TABLE DES SIGLES

ZA : Zone Atelier

L'INRA : Institut national de la recherche agronomique

LISEA : Ligne à Grande vitesse Sud Europe Atlantique

SIG : Système d'Information Géographique

MG : Moyenne Géométrique

Coef : Coefficient

AB : Agriculture biologique

GPS : Géo-positionnement par Satellite

FP : Figure personnelle

PP : Photographie personnelle

GLOSSAIRE :

- **Rucher** : Groupe de ruches
- **Patch de fleurs** : groupe de fleurs
- **Table attributaire** : Table contenant les caractéristiques non spatiales, alphanumériques, des entités
- **Adventice** : Plante qui pousse dans un endroit sans y avoir été intentionnellement installée et souvent considérée comme nuisible en agriculture.

BIBLIOGRAPHIE

- Alaux, C., Ducloz, F., Crauser, D., & Le Conte, Y. (2010). Diet effects on honeybee immunocompetence. *Biology letters*, 5.
- Albrecht, H. (2003) Suitability of arable weeds as indicator organisms to evaluate species conservation effects of management in agricultural ecosystems. *Agric Ecosyst* 98 :201–211
- Aupinel, P., Odoux, J-F. (2013) Diversite pollinique et défense sanitaire des abeilles. INRA Programme Apicole 2011-2013.5-6.11-12
- Bengtsson, J, Ahnström, J.,Weibull, A-C. (2005) The effects of organic agriculture on biodiversity and abundance: a meta-analysis. *J Appl Ecol* 42:261–269.
- Bellanger S (2011), Etude de la biologie d'une messicole en régression : le bleuet (*Centaurea cyanus* L.) (2011), Thèse de l'Université de Bourgogne. 227
- Bellanger S., Guillemin JP., Bretagnolle V., & Darmency H. (2012). *Centaurea cyanus* L. as a biological indicator of segetal species richness in arable fields. *Weed Research*, 52, 551-563.
- Bretagnolle, V., Gaba, S. (2015), Weeds for bees? A review. *Agron. Sustain. Dev.* (2015) 35 :891–909
- Cambecèdes, J., Largier G., Lombard A. (2012). Plan national d'action en faveur des plantes messicoles 2012-2017. Conservatoire botanique national des Pyrénées et de Midi-Pyrénées – Fédération des Conservatoires botaniques nationaux. 242
- Denisow, B. (2006). Blooming and pollen production of several representatives of the genus *Centaurea* L, *Journal of Apicultura Science*, 50, 13-20
- Feuillet, D., Odoux, J.F., Mateescu, C., Aupinel, P., Lamy, H., Moreau, N., Roucher, L., Souché, T. (2008) Evolution floristique et physico-chimique des pollens récoltés au cours de l'année 2006. *Bull. Tech. Apic.*, 35, 20-26.
- Fried, G., Chauvel, B., Reboud, X. (2008) Evolution de la flore adventice des champs cultivés au cours des dernières décennies : vers la sélection de groupes d'espèces répondant aux systèmes de culture. *Innovations Agronomiques* (2008) 3, 15-26
- Henckel, L., Borger, L., Meiss, H., Gaba, S., Bretagnolle, V.(2015) Organic fields sustain weed metacommunity dynamics in farmland landscapes. *site de la rspb.royalsociety*, 5 juin 2015,1-9
- Jauzein,P. (1995) Biodiversité des champs cultivés : l'enrichissement floristique. Dossier de l'environnement de l'INRA, n°21, 1995, INRA Éditions, 898 p.
- Klein, A. M., Vaissière, B. E., Cane James, H., Steffan-Dewenter I., Cunningham, S. A., Kremen, C., and Tscharntke, T. (2015). Importance of pollinators in changing landscapes for world crops, *Proceedings of the royal society, B Biol. Sci.*, 274, pp 303-313
- Marescot, Y. (2013). Importance des adventices dans l'écologie de l'abeille domestique en plaine agricole intensive, Rapport de stage

Marshall,E.J.P.(2002)Introducing field margin ecology in Europe. Elsevier. Agriculture, Ecosystems and Environment, 89, 2002. 1-4

Marshall,E.J.P., Moonen, A.C. (2002)Field margins in northern Europe: their functions and interactions with agriculture. Agriculture, Ecosystems and Environment, 89,2002, 5–21

Montegut, J., 1993. Évolution et régression des messicoles. In Conservatoire botanique national de Gap-Charence : Actes du colloque, Coll. « Faut-il sauver les mauvaises herbes ? », Gap, 1993/06/09-12, 11-32.

Morhan, C. (2014). Disponibilité de la ressource en plantes messicoles pour l'alimentation de l'abeille domestique en plaine céréalière intensive, Rapport de stage

Odoux, J-F .(2009),Quels facteurs de paysage influent sur l'ecologie des colonies d'abeilles dans un systeme de grandes cultures ?, Rapport de stage

Odoux, J-F.,Aupinel,P., Gateff,S .,Requier,F., Henry,M.,Bretagnolle,V.(2012)ECOBEE: a tool for long-term honey bee colony monitoring at the landscape scale in West European intensive agroecosystem ,Journal of Apicultural Research,2014.57-66

Odoux, J.F., Fortini, D., Feuillet, D., Le Conte, Y., Germain, K., Mateescu, C. and Aupinel, P. (2013). Pollen activity on bee health, Apimondia, 43th congress Kiev

Odoux, J.F., Feuillet, D., Aupinel , P., Loublier Y., Tasei, J.N., Mateescu, C. (2012). Territorial biodiversity and consequences on physico-chemical characteristics of pollen collected by honey bee colonies. Apidologie 43, 561–575.

Olivereau, F. (1996). Les plantes messicoles des plaines françaises, DIREN, 131, fg Bannier, 45042 Orléans cedex 1

Perrone, R., Gaba, S., Cadet, E.,Le -Corre, V.(2014)The interspecific and intraspecific variations of functional traits in weeds diversified ecological strategies within arable fields, Acta Botanica Gallica: Botany Letter,17/07/2014

Pierre, J.,Pham-Delègue,M-H (2009)Utilisation et protection des insectes pollinisateurs ,Ethologie appliquée,, Comportements animaux et humains, questions de société. Boissy,A., Baudouin ,C .Editions Quae.2009, 21-39

Requier, F. (2013). Dynamique spatio temporelle des ressources florale et écologie de l'abeille domestique en paysage agricole intensif

Requier, F., Odoyx, Tamic, Moreau, Henry, Decourtye, Bretagnolle.(2015) Honey bee diet in intensive farmland habitats reveals an unexpectedly high flower richness and a major role of weeds,886-888

Rollin,O., Benelli,G & S ., Decourtye.,A., Wratten.,S., Canale., Desneux N (2015) Weed-insect pollinator networks as bio-indicators of ecological sustainability in agriculture. A review. 12 November 2015.22

Tharan,M (2015)Importance du coquelicot pour l'abeille domestique en plaine agricole, Rapport de stage

Winston, M. L. (1987) La biologie de l' abeille, Harvard University Press, Cambridge, Massachusetts

