



HAL
open science

Évaluation de l'intérêt pour les abeilles domestiques, les cailles des blés et les perdrix grises de systèmes agricoles innovants et d'espaces semi-naturels

Charles Blancher

► **To cite this version:**

Charles Blancher. Évaluation de l'intérêt pour les abeilles domestiques, les cailles des blés et les perdrix grises de systèmes agricoles innovants et d'espaces semi-naturels. Sciences du Vivant [q-bio]. 2019. dumas-02451314

HAL Id: dumas-02451314

<https://dumas.ccsd.cnrs.fr/dumas-02451314>

Submitted on 23 Jan 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.

Mémoire de stage

Présenté pour l'obtention du diplôme d'ingénieur agronome,
option Inter-Etablissement Protection des Plantes et Environnement

Sur le thème

**Evaluation de l'intérêt pour les abeilles domestiques,
les cailles des blés et les perdrix grises de systèmes
agricoles innovants et d'espaces semi-naturels**

Par

Charles BLANCHER

Ecole de rattachement : Agrocampus-Ouest, Angers



**Stage réalisé à : la Fédération Départementale des Chasseurs de la Marne
en partenariat avec le Réseau Biodiversité pour les Abeilles**

Sous la Direction de : Solène Allart (FDCM) et de Amélie Mandel (RBA)

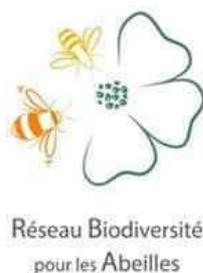
Lieu dit Mont Choisy, Route Départementale 5,

51510, Fagnières

Soutenu le 25 septembre 2019 à Montpellier, devant le jury composé de :

Président : Manuel Plantegenest

Membres : Jean-François Martin & Bernard Vaissière



Mémoire de stage

Présenté pour l'obtention du diplôme d'ingénieur agronome,
option Inter-Etablissement Protection des Plantes et Environnement

Sur le thème

**Evaluation de l'intérêt pour les abeilles domestiques,
les cailles des blés et les perdrix grises de systèmes
agricoles innovants et d'espaces semi-naturels**

Par

Charles BLANCHER

Ecole de rattachement : Agrocampus-Ouest, Angers



**Stage réalisé à : la Fédération Départementale des Chasseurs de la Marne
en partenariat avec le Réseau Biodiversité pour les Abeilles**

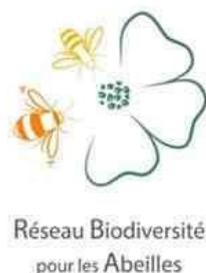
Sous la Direction de : Solène Allart (FDCM) et de Amélie Mandel (RBA)

**Lieu dit Mont Choisy, Route Départementale 5,
51510, Fagnières**

Soutenu le 25 septembre 2019 à Montpellier, devant le jury composé de :

Président : Manuel Plantegenest

Membres : Jean-François Martin & Bernard Vaissière



Remerciements

Je remercie avant tout mes tutrices, Solène Allart, Amélie Mandel et Clara Amy de m'avoir accompagné et conseillé. Je suis très heureux d'avoir fait mon stage à leurs côtés, elles sont aussi compétentes que sympathiques.

Je remercie aussi Sandrine Leblond pour avoir pris le temps de relire mon rapport et avoir supporté le retard de mes grilles horaires.

Merci à Manuel Plantagenest pour ses conseils et son aide.

Merci à Gael Ponsardin et Clément Le Roux de m'avoir aussi efficacement apporté leur savoir et leur aide.

Un grand merci à Marine et Sabine pour leur aide et leur soutien !

Un merci particulier à la team Chalon sans qui je me serais quelque peu ennuyé lors de mon séjour à Chalons en Champagne.

Pour terminer je remercie chaleureusement toute l'équipe de la FDCM pour avoir été aussi souple, agréable et sympathique.

Restera gravée en moi la différence entre un bon et un mauvais chasseur.



Sommaire

Remerciements.....	3
Sommaire	5
Liste des abréviations.....	6
Liste des Tableaux	7
Liste des Figures	7
Liste des annexes	8
I - Introduction	11
I.1 - Contexte.....	11
I.2 - Les oiseaux étudiés.....	15
I.3 - Le service de pollinisation menacé	17
I.4 - Modification des systèmes de culture	19
I.5 - Objectifs, problématique et hypothèses de recherche	21
II - Matériels et Méthodes.....	23
II.1 - Cartographie de l'agrosystème du Mont Choisy.....	23
II.2 - Apports polliniques et nectarifères des ESN.....	25
II.3 - Collecte des pelotes de pollen.....	27
II.4 - Biomasse d'invertébrés au sein des 6 systèmes de culture	29
III - Résultats.....	33
III.1 - Caractérisation de l'agrosystème du Mont Choisy.....	33
III.2 - Evaluation des quantités de pollen et de nectar produites	35
III.3 - Flore pollinifère visitée par les abeilles	37
III.4 - Evaluation de l'offre en insectes au sein des 6 systèmes de cultures	41
IV - Discussion.....	47
IV.1 - Caractérisation de l'agrosystème du Mont Choisy.....	47
IV.2 - Evaluation des quantités de pollen et de nectar produites	49
IV.3 - Flore pollinifère visitée par les abeilles.....	51
IV.4 - Evaluation de l'offre en insecte au sein des 6 systèmes de cultures.....	53
Conclusion	59
Perspectives.....	61
Bibliographie.....	63
Annexes.....	67
RESUME	90
ABSTRACT.....	90

Liste des abréviations

FDCM = Fédération Départementale des Chasseurs de la Marne

RBA = Réseau Biodiversité pour les Abeilles

SDC = système de culture

ABP = aire de butinage principale

BC = bord de chemin

BR = bord de route

CIP = coefficient d'intérêt pollinique

CIN = coefficient d'intérêt nectarifère

CIP&N = coefficient d'intérêt pollinique et nectarifère

EQP = évaluation de la quantité de pollen

EQN = évaluation de la quantité de nectar

OP = offre en pollen

ON = offre en nectar

IBR = indice de biodiversité relative

NM = nombre moyen

BMPP = biomasse moyenne par piège

Liste des Tableaux

Tableau 1 : Facies d'ESN potentiellement présents

Tableau 2 : Caractéristiques principales des systèmes de culture (SDC) expérimentés sur le site de Terralab l'année 2018-2019

Tableau 3 : Classes de taille et intérêts alimentaires des oiseaux étudiés

Tableau 4 : Pourcentages de floraisons et coefficients d'intérêt polliniques (CIP) et nectarifères (CIP) des espaces semi naturels (ESN) du Mont Choisy, d'avril à juillet

Tableau 5 : pourcentages des pollens provenant des sources majoritaires (>2% du pollen)

Tableau 6 : Somme des biomasses (biom. en mg) par classe de taille (T1, T2, T3 et T4) ainsi que des nombres d'individus par ordres.

Tableau 7 : Températures (T°), précipitations (Précip en mm), ensoleillement (Ensol) des jours de piégeages dans les parcelles de blé

Tableau 8 : Précédents culturaux, travaux du sol et traitements appliqués aux parcelles de février à juin

Liste des Figures

Figure 1 : Carte de la Champagne Crayeuse (auteur : Sémhur, Atelier Graphique, 2017).

Figure 2 : Expression des vulnérabilités et extinctions de certains Ordres d'insectes. Auteur : F. SANCHEZ-BAYO, 2019 [13]

Figure 3 : Les causes de l'extinction de masse des insectes. Auteur : F. SANCHEZ-BAYO, 2019 [13]

Figure 4 : Niveau de dépendance des cultures aux animaux pour leur pollinisation. Figure tirée de [29]. Les cultures sélectionnées sont celles inscrites dans la liste des productions mondiales de 2004 tirée de la FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations)

Figure 5 : Histogramme des distances de butinage en Aout et en Mai. Sont aussi données les distances moyennes et médianes de butinage de l'étude citée et de deux autres études basées sur l'observation des danses de recrutement. Figure tirée de [25]. Données de [25] [61] [62]

Figure 6 : Calcul du Coefficient d'intérêt pollinique d'un faciès. Le calcul est identique pour le Coefficient d'intérêt nectarifère d'un faciès.

Figure 7 : Trappe à pollen posée, ouverte (a) et fermée (b), (c). Pollen récolté (d)
C. Blancher, avril 2019.

Figure 8 : Construction de l'IBR

Figure 9 : Cartographie des bords de route et des chemins (A), des aménagements (B) et des cultures (C) de l'aire de butinage du rucher du Mont Choisy. Juin 2019.

Figure 10 : Evaluation de la quantité de, **A**, nectar (EQN) et de, **B**, pollen (EQP) produite par les cultures et les ESN au sein de l'ABP d'avril à juillet.

Figure 1 : Représentation graphique des pourcentages des pollens provenant des sources majoritaires (>2% du pollen)

Liste des annexes

Annexe I : Dates des suivis de terrain effectués

Annexe II : Plan de la plateforme Terralab en 2018-2019

Annexe III : Rotations et spécificités des SDC, avec en rouge les numéros des parcelles associées aux cultures récoltées en 2019

Annexe IV : Rotations et spécificités des SDC, avec en rouge les numéros des parcelles associées aux cultures récoltées en 2019

Annexe V : Types de bords de chemins présents sur l'aire de butinage du Mont Choisy (Photos C. Blancher, mai 2019)

Annexe VII : CIN et CIP des cultures non cléistogamiques florissant entre avril et août au sein de l'agrosystème du Mont Choisy (ABP)

Annexe VII : Liste des espèces florifères recensées sur l'ensemble de l'AB entre avril et juillet

Annexe VIII : Moyennes des pourcentages de recouvrement du sol (%) des espèces en fleurs recensées sur les BC et BR d'avril à juillet avec leurs CIP et CIN associés

Annexe IX : Moyennes des pourcentages de recouvrement du sol (%) des espèces en fleurs recensées sur les prairies d'avril à juillet avec leurs CIP et CIN associés

Annexe X : Moyennes des pourcentages de recouvrement du sol (%) des espèces en fleurs recensées sur les jachères d'avril à juillet avec leurs CIP et CIN associés

Annexe XIII : Moyennes des pourcentages de recouvrement du sol (%) des espèces en fleurs recensées sur les bouchons d'avril à juillet avec leurs CIP et CIN associés. En bas du tableau sont calculés les CIP et CIN moyens (figure 7).

Annexe XII : Pourcentages de floraison moyens et nombre d'espèces florifères recensées

Annexe XIII : Poids en grammes des pollens récoltés

Annexe XIV : Résultats des analyses de pollen

Annexe XV : Histogramme des résidus des Indices de Biodiversité Relative multipliés par 1000 (IBR1000) et qq plot des IBR1000 pour le relevé de mai

Annexe XVI : Histogramme des résidus des Indices de Biodiversité Relative multipliés par 1000 (IBR1000) et qq plot des IBR1000 pour le relevé de juin

Annexe XVII : Histogramme des résidus des nombres d'individus par ordre pour mai

Annexe XVIII : Histogramme des résidus des nombres d'individus par ordre pour juin

Annexe XIX : Histogramme des résidus des biomasses par classe de taille (T1, T2, T3 et T4) pour mai

Annexe XX : Histogramme des résidus des biomasses par classe de taille (T1, T2, T3 et T4) pour juin

Annexe XXIV : Résultats de l'anova de l'IBR1000 en fonction des systèmes pour juin.

Annexe XXVIII : Résultats de l'anova de l'IBR1000 en fonction des systèmes pour mai.

Annexe XXIII : nombres moyens d'invertébrés par piège et par SDC pour les captures de mai (4 pièges par système)

Annexe XXIV : Nombres moyens d'invertébrés par piège et par SDC pour les captures de mai (4 pièges par système)

Annexe XXV : Biomasses moyennes par pièges et par SDC pour les captures de mai (4 pièges par système)

Annexe XXVI : Biomasses moyennes par pièges et par SDC pour les captures de juin (4 pièges par système)

Annexe XXVII : Représentation graphique de la biomasse (g) d'invertébrés par classe de taille, pour chaque pots Barber pour mai.

Annexe XXVIII : Représentation graphique de la biomasse (poids) d'invertébrés par classe de taille, pour chaque pots Barber pour juin.

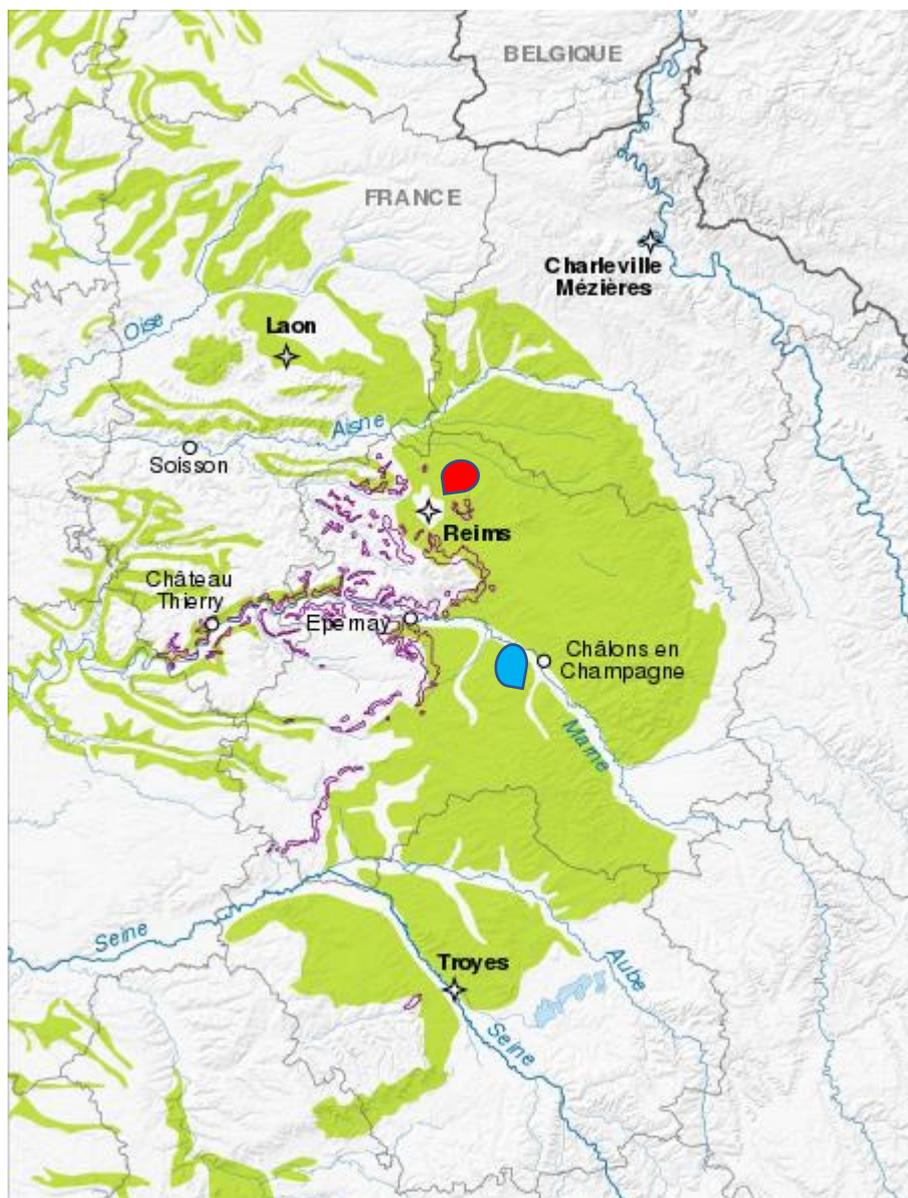


Figure 2: Carte de la Champagne Crayeuse (auteur : Sémhur, Atelier Graphique, 2017).

En vert les rendosols définissant la Champagne Crayeuse et en bordeaux les vignobles de Champagne.

Bulle rouge : Terralab ;

Bulle Bleu : FDCM, Mont Choisy

I - Introduction

I.1 - Contexte

Le stage de fin d'étude présenté ici s'est déroulé au sein de la Fédération Départementale des Chasseurs de la Marne (FDCM), commanditaire en partenariat avec le Réseau Biodiversité pour les Abeilles (RBA). Ce stage a été effectué sur une durée de six mois, de mars à septembre 2019, à Fagnières, en Champagne Crayeuse, dans le Grand Est.

Le RBA est une association œuvrant pour l'amélioration de la santé des pollinisateurs en favorisant une meilleure disponibilité de l'offre florale mellifère. La FDCM, basée au lieu-dit du Mont Choisy, au cœur de la Champagne Crayeuse se dédie à la chasse et ainsi, à la préservation de la faune sauvage et du patrimoine cynégétique (figure 1).

La biodiversité est définie selon le RBA comme « l'ensemble des espèces vivantes (animaux, végétaux, champignons et micro-organismes), qu'elles soient naturelles (biodiversité sauvage) ou bien gérées par l'Homme (biodiversité domestique). Elle représente aussi l'ensemble des habitats, écosystèmes et complexes écologiques, dans lesquels vivent et interagissent ces espèces. ».

Malgré les Conférences des Parties (COPs), les rapports du Groupement d'Experts Intergouvernemental sur l'Evolution du Climat (GIEC), les engagements citoyens et de multiples manifestations environnementales, la cadence du bouleversement climatique et biologique n'est pas freinée [3].

En 2010, 45 scientifiques ont compilé 31 indicateurs pour évaluer la réalisation des objectifs de la « Convention of Biological Diversity ». Cette convention représentait un engagement des dirigeants de 190 pays depuis 2002 à réduire de façon significative la cadence de perte de biodiversité [4]. Dans l'étude [3], la plupart des indicateurs de l'état de la Biodiversité ont montré un déclin de cette dernière sans réduction de cadence alors que les indicateurs de pressions sur la biodiversité se sont alourdis.

Cet écorchement intensif de la biodiversité endommage nombre d'écosystèmes clefs dont les services écosystémiques sont essentiels à l'Homme. Son bien-être et son agriculture, l'approvisionnement en eau potable, la résilience aux maladies, aux ravageurs et aux incidents climatiques en sont les exemples les plus visibles [5].

Les insectes pollinisateurs et la faune des plaines sont intimement liés à leurs habitats. En Champagne Crayeuse, l'augmentation de la mécanisation et de la taille des fermes, la simplification des assolements et des variétés utilisées, participent activement à la diminution de leurs populations [6]. L'intensification agricole a mené à une perte des habitats non cultivés (haies, fossés, bosquets...) ainsi qu'à une réduction du nombre d'espèces animales et végétales présentes.

La Champagne Crayeuse, en grande partie située dans le département de la Marne, est une large étendue agricole caractérisée par un alignement de champs, parfois de quelques dizaines d'hectares, sans haies. Il s'agit d'un paysage typique d'openfield. Ces espaces agricoles s'étendent sur de basses collines modelées dans des rendosols, sols peu évolués sur une roche mère calcaire (figure 1). Les sols sont minces, mais la légèreté de la craie et la rareté de l'argile font qu'ils se travaillent aisément. La structure poreuse de la craie lui confère une certaine capacité à retenir l'eau et ainsi à conserver l'humidité. Cela fournit d'excellentes conditions aux cultures de céréales, de luzerne, de betterave à sucre et de colza. Les terres arables représentent 62% de la surface du département de la Marne, le blé en est la première production avec 54% de la SAU [1] [2].

La FDCM et le RBA promeuvent, via l'acquisition et la diffusion de références technico-économiques, la mise en place de pratiques favorables à la biodiversité, et accompagnent financièrement l'implantation d'aménagements agricoles et paysagers (haies, bandes fleuries ou pratiques culturales). Ils sont impliqués dans des programmes de développement « agroécologique » du territoire. Ces deux organisations s'attachent, à travers différents projets dont le programme Agrifaune à déterminer des pratiques et aménagements qui soient acceptables pour les agriculteurs et efficaces pour le maintien de la biodiversité.

Le programme Agrifaune est en partenariat avec la plateforme Terralab, pilotée par la Chambre de l'Agriculture de la Marne, à travers l'association Terrasolis. Terralab est une ferme expérimentale de 220 hectares cultivés par 10 agriculteurs avec pour objectif de concevoir, de mettre en œuvre et d'évaluer des systèmes de culture innovants pour une agriculture plus durable en Champagne Crayeuse.

Nous appelons optimisation du milieu de Champagne Crayeuse, la modification des pratiques agricoles et des espaces semi-naturels bénéficiant à la faune des plaines et aux insectes pollinisateurs. C'est dans cette optique d'optimisation du milieu de Champagne Crayeuse que s'est inscrit le stage effectué. L'objectif commun du RBA et de la FDCM est de proposer aux agriculteurs des modifications de leur pratiques en faveur de la faune sauvage et des insectes pollinisateurs de Champagne Crayeuse qui soient acceptables et durables.

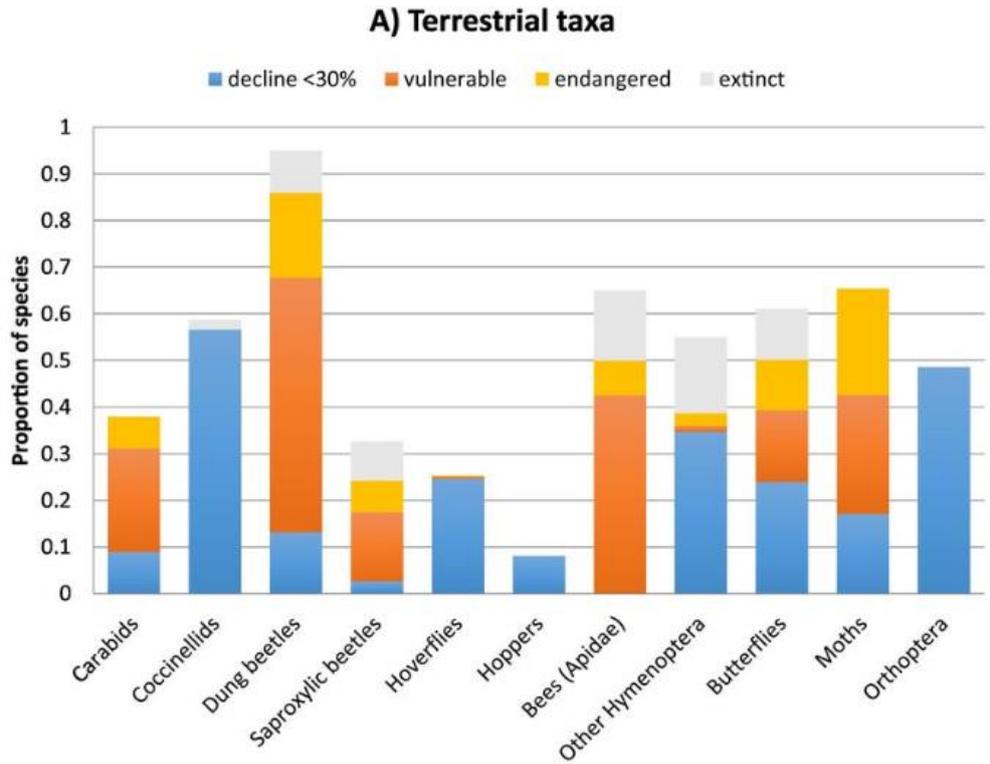


Figure 3 : Expression des vulnérabilités et extinctions de certains Ordres d'insectes. Auteur : F. SANCHEZ-BAYO, 2019 [13]

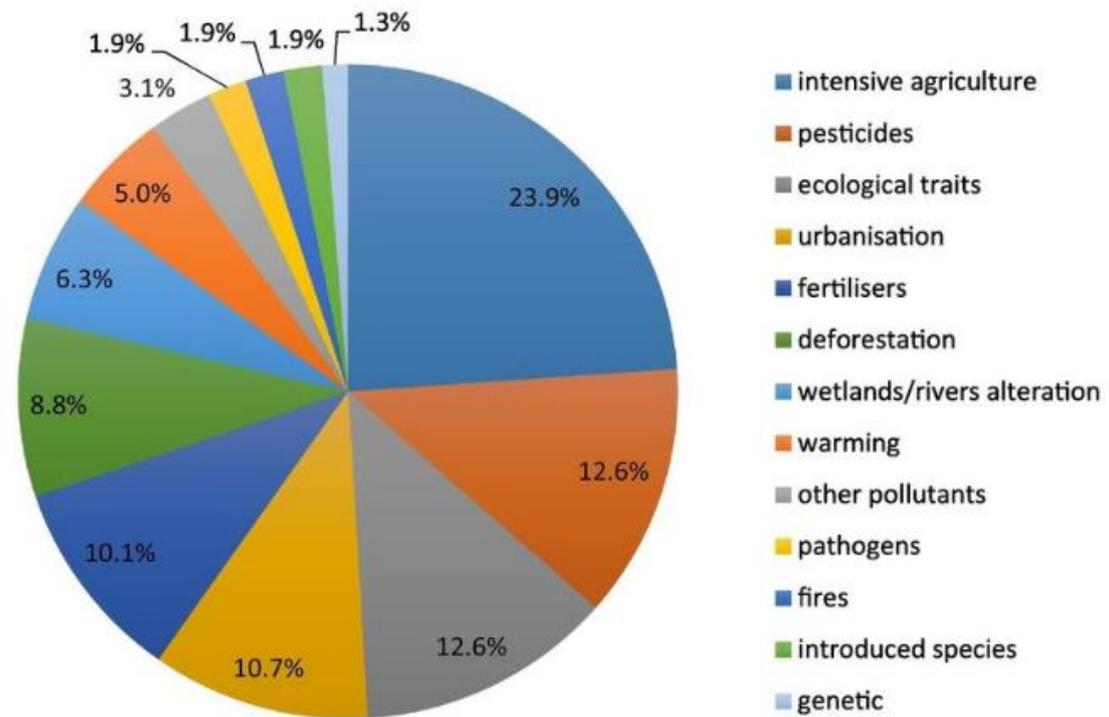


Figure 4 : Les causes de l'extinction de masse des insectes. Auteur : F. SANCHEZ-BAYO, 2019 [13]

Ce travail de stage vise à déterminer des modifications possibles à apporter à l'agrosystème du Mont Choisy pour favoriser le développement des abeilles domestiques, des cailles des blés et des perdrix grises.

1.2 - Les oiseaux étudiés

L'agriculture productiviste réduit les lieux de reproduction de ces espèces, et diminue la ressource en insectes présente au sein des parcelles cultivées [9] [10] [11] [12]. En effet, les insectes subissent une extinction de masse (figure 2) causée à plus de 45% par l'agriculture intensive, l'utilisation de pesticides et de fertilisants (figure 3) [13]. La mécanisation, la simplification des assolements, l'absence d'habitats semi naturels (haies, fossés, bords de chemins...) ainsi que les traitements phytosanitaires appauvrissent les ressources alimentaires de ces oiseaux des plaines [7] [8] [12] [13].

En Champagne Crayeuse, certaines espèces typiques de la faune des plaines ont disparu, d'autres sont en déclin, c'est le cas de la caille des blés (*Cortunix cortunix*) et de la perdrix grises (*Perdrix perdrix*) [7] [8]. C'est pourquoi nous avons choisi de nous intéresser à ces deux espèces en particulier, en partant du postulat qu'elles représentent un indicateur de la biodiversité aviaire.

Les cailles des blés et les perdrix grises adultes sont essentiellement granivores. Cependant, dans leurs premières semaines d'existence, ces espèces sont insectivores et consomment des invertébrés de petites tailles. Les petits invertébrés rampants constituent la quasi-totalité du régime alimentaire des poussins des cailles des blés et des perdrix grises lors des premières semaines [11] [14].

Ces deux espèces confectionnent leur nid dans les parcelles de céréales à une distance de 2 à 20m d'un élément paysager fixe tel qu'une haie ou un bord de chemin, afin de pouvoir le retrouver sans difficultés. Les deux espèces étant nidifuges, les couvées arpentent les champs à végétation haute de mi-mai à fin-aout, à la recherche d'une source protéique (invertébrés, principalement des insectes) nécessaire au bon développement des jeunes [9] [10].

La caille des blés adulte est longue de 16 à 19cm, pèse de 80 à 125 grammes et son bec mesure 11 à 15mm. Sa saison de reproduction s'étend de mi-mai à fin aout en Europe du Nord. Elle pond 6 à 18 œufs de 2 à 3cm de diamètre. Les oisillons quittent le nid quelques heures après l'éclosion et se nourrissent seuls des invertébrés à leur portée, et de taille suffisamment petite [10].

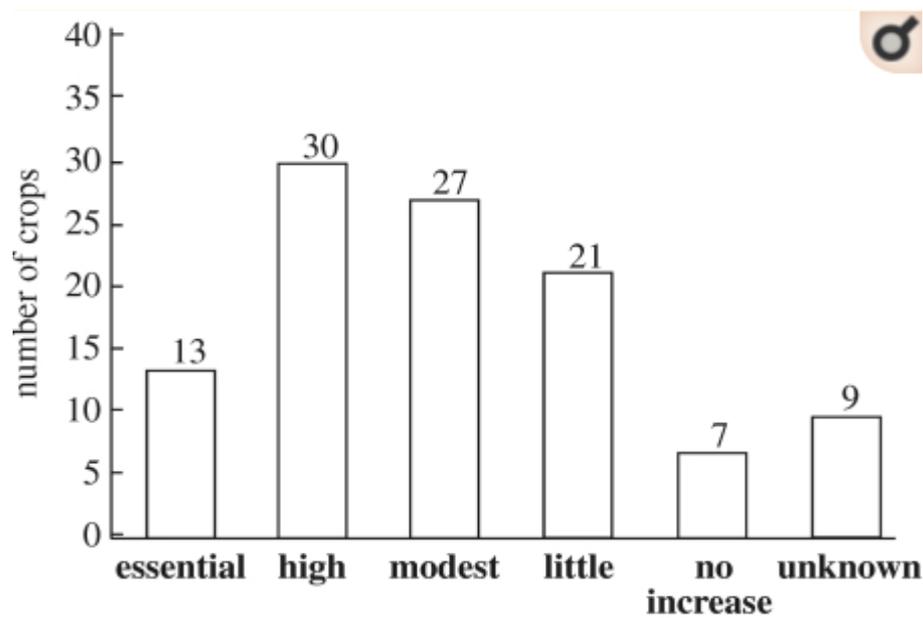


Figure 5 : Niveau de dépendance des cultures mondiales aux animaux pour leur pollinisation. Figure tirée de [19]. Les cultures sélectionnées sont celles inscrites dans la liste des productions mondiales de 2004 tirée de la FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations)

La perdrix grise adulte est longue de 28 à 32cm, pèse de 300 à 450 grammes et son bec mesure 8 à 11mm. Sa saison de reproduction est identique à celle des cailles des blés. Elle pond 10 à 20 œufs de 3 à 4cm de diamètre. Les oisillons quittent le nid quelques heures après l'éclosion et se nourrissent seuls des invertébrés à leur portée, et de taille suffisamment petite [9] [15].

1.3 - Le service de pollinisation menacé

L'abeille domestique est l'insecte pollinisateur étudié dans ce rapport car elle fait l'objet d'une bibliographie fournie et les pollens récoltés sont facilement collectables et analysables.

Près de 94% des fleurs sauvages dépendent des pollinisateurs [20]. La diversité des pollinisateurs assure la reproduction de nombreuses plantes et ainsi une diversité floristique indispensable à bon nombre d'espèces animales [21].

La richesse en insectes pollinisateurs, le taux de visite (insectes pollinisateurs hors abeilles domestiques) ainsi que le taux de fructification des cultures entomophiles diminuent avec la distance entre un espace semi naturel et la culture [16]. Une méta analyse regroupant 29 études montre que les abeilles domestiques représentent en moyenne 50% des visites des fleurs des cultures étudiées [16]. Ces résultats positionnent l'abeille domestique comme l'espèce fournissant le plus haut pourcentage de pollinisation mais insistent sur la présence indispensable des espaces semi naturels permettant la présence d'autres insectes pollinisateurs fournissant l'autre moitié de la pollinisation [16].

Les pollinisateurs, plus particulièrement la baisse de leur abondance et de leur diversité, est un sujet d'actualité [17].

Le service écosystémique lié à la pollinisation des cultures est très souvent sous-estimé. Klein *et al.* (2007) ont pu établir que l'écrasante majorité des cultures non strictement anémogames (pollen véhiculé uniquement par le vent) ou à caractère cléistogamique dépend de ces insectes pour la qualité et la quantité de leur rendement (figure 4) [19].

D'un point de vue écologique, la relation plante-pollinisateur assure une fécondation croisée et ainsi une diversité intraspécifique, l'un des piliers de l'évolution [18]. Cette relation particulière engendre aussi une diversité interspécifique à la base du maintien et de la pérennisation des espèces végétales.

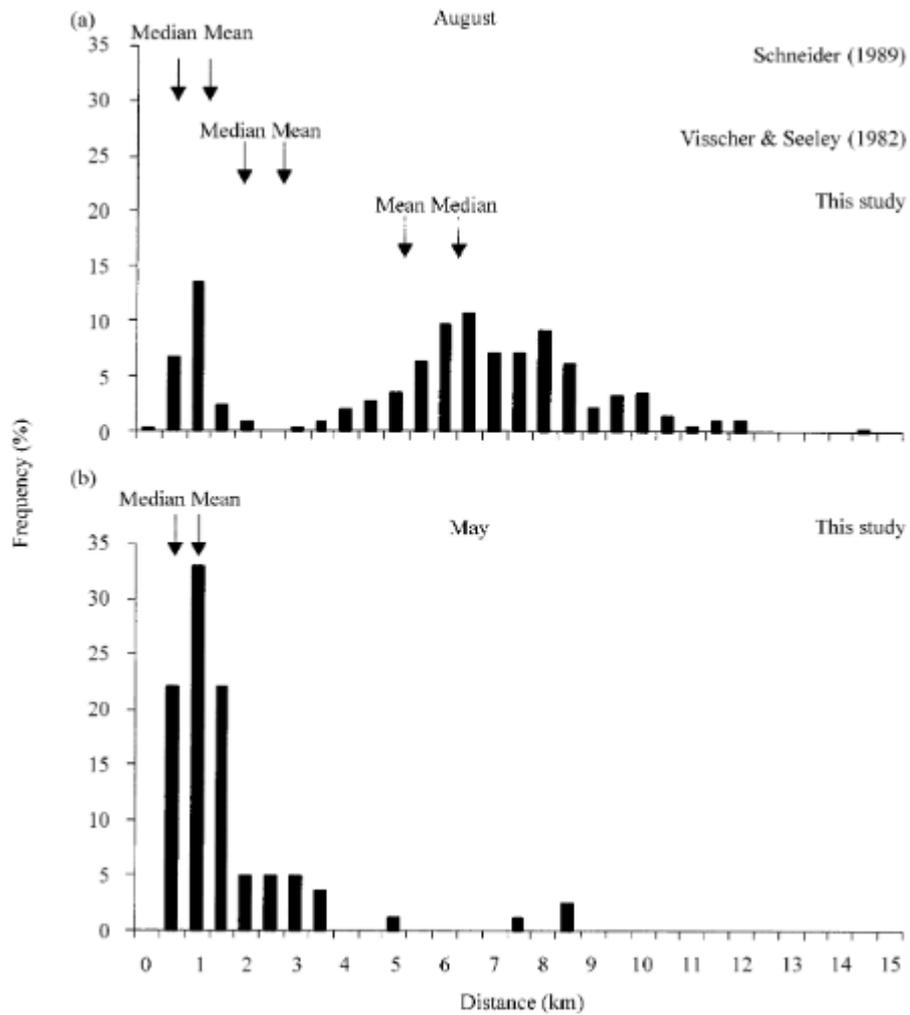


Figure 6 : Histogramme des distances de butinage en août et en mai. Sont également présentes les distances moyennes et médianes de butinage fondées sur l'observation des danses de recrutement. Figure tirée de [25]. Données de [25] [61] [62]

Dans les espaces agricoles d'openfield, où seul un nombre limité d'espèces végétales participent à la production de pollen et de nectar, les insectes pollinisateurs tendent à souffrir d'un manque de ces ressources [20] [22]. Bien que quelques cultures mellifères, telles que le colza ou la luzerne, soient présentes et attractives pour ces insectes, elles ne sont disponibles que pendant certaines périodes. Cela, ajouté à la faible abondance des ressources sauvages, peut amener à des périodes de disette. En contexte agricole, l'implantation de ressources florales supplémentaires est nécessaire afin de supporter le service de pollinisation [64].

Dans leur aire de butinage (AB), les abeilles domestiques participent activement au service de pollinisation [23]. Des discordances sont observées dans la littérature quant à la surface moyenne de cette aire (figure 5) [24] [25] [26]. Sur la base de l'observation des danses de recrutement, Steffan-Dewenter & Kuhn (2003) ont estimé la distance moyenne de butinage à 1743 ± 95.6 m en milieu paysager 'simple' (type openfield) et à 1543.4 ± 71 m en milieu paysager 'complexe' (type bocage) [24].

Le nectar est la source de glucides. De sa collecte dépend l'activité de la colonie et la production de miel. Le pollen est la source de protéines. De sa collecte dépend la santé de la colonie (bon développement des larves, résistance aux pathologies et aux polluants, durée de vie des ouvrières) [29].

Bien que tous les insectes pollinisateurs ne butinent pas les mêmes fleurs, un agrosystème favorable aux abeilles de par la disponibilité en ressources florales le sera souvent aussi pour d'autres insectes pollinisateurs [25][26] [28].

1.4 - Modification des systèmes de culture

La ferme expérimentale de Terralab expérimente 6 systèmes de culture innovants ayant pour objectif principal l'optimisation des parcelles et des produits agricoles. L'idée de préserver les sols et la biodiversité est présente mais soumise à l'acceptabilité par les agriculteurs. Les pratiques agroécologiques mises en place ne peuvent donc pas amputer le revenu des agriculteurs ni bouleverser leurs façons de produire. Afin de comparer l'apport de chacun de ces systèmes aux oiseaux d'étude, nous avons choisis d'étudier la biomasse disponible pour les oisillons de cailles des blés et de perdrix grises.

Dans la mesure où certains SDCs testés sur Terralab seront potentiellement déployés à grande échelle, il convient d'évaluer l'impact de ces SDC sur l'avifaune en période de reproduction. La FDCM et le RBA partagent l'enjeu commun de répondre, par une modification des pratiques agricoles et une optimisation des espaces non cultivés, aux périodes de disettes rencontrées par les pollinisateurs et l'avifaune des plaines.

Se heurtant à la difficulté de « reprendre » de la surface cultivée pour la consacrer à la biodiversité (plantation de haies marginales), ces deux organismes ont décidé de travailler aussi à l'optimisation de l'existant de manière à améliorer la capacité d'accueil des plaines cultivées. Une modification du paysage des espaces d'openfield apparaît nécessaire [5] [64].

La mise en place de systèmes agricole innovants ainsi que le déploiement d'espaces semi-naturels favorables aux oiseaux des plaines et aux insectes pollinisateurs ne peut se faire que si l'installation est peu consommatrice en surfaces cultivables et faible en coût. Bien que la situation écologique soit critique, les agriculteurs, seuls, ne peuvent pas déployer des mesures environnementales drastiques. Nous sommes contraints de proposer des aménagements à faible coût et à faible emprise spatiale afin qu'ils soient jugés acceptables par les agriculteurs.

1.5 - Objectifs, problématique et hypothèses de recherche

L'objectif de ce mémoire est d'évaluer les apports polliniques et nectarifère de l'agrosystème du Mont Choisy et les biomasses d'insectes de différents systèmes de culture afin d'en déduire de potentielles modifications à apporter en Champagne Crayeuse pour favoriser le développement des abeilles domestiques, des cailles des blés et des perdrix grises.

Cet objectif est divisé en **4 sous objectifs** :

1. Caractériser le milieu d'étude
2. Evaluer les quantités de pollen et de nectar produites dans le milieu d'étude
3. Définir l'utilisation des espaces semi naturels (ESN) par les abeilles domestiques
4. Comparer la biomasse disponible pour les oisillons des 2 oiseaux d'études dans les systèmes de culture (SDCs) expérimentés sur la plateforme Terralab

De ces objectifs est tiré la **problématique** :

Quelles modifications peut-on apporter à l'agrosystème du Mont Choisy afin de favoriser le développement des abeilles domestiques, des cailles des blés et des perdrix grises ?

Hypothèses de recherche associées aux sous objectifs :

H1 : L'agrosystème du Mont Choisy est un milieu d'openfield pauvre en ESN

H2 : Les apports polliniques et nectarifères du milieu sont réduits par les pratiques culturales, d'implantation et d'entretien des ESN

H3 : Les plantes considérés comme adventices présentes dans le milieu sont utiles au développement des colonies d'abeilles domestiques du Mont Choisy

H4 : Certains SDCs expérimentés sur la plateforme Terralab fournissent une biomasse disponible aux oisillons des oiseaux d'étude plus importante que le SDC de référence

II - Matériels et Méthodes

II.1 - Cartographie de l'agrosystème du Mont Choisy

La FDCM est basée au lieu-dit du Mont Choisy, à Fagnières au centre de la Champagne Crayeuse. Un rucher composé de 4 ruches est présent au sein de son parc. Le Mont Choisy est cartographié sur une aire de 1700 hectares, correspondant à l'aire de butinage principale (ABP) des colonies d'abeilles composant le rucher. L'aire de butinage considérée ici est de 2,3km de rayon. Dans la suite du rapport, l'agrosystème du Mont Choisy sera défini par cette ABP.

La cartographie de l'ABP est réalisée à l'aide du logiciel Ggis 2.18 (Las Palmas de G.C.) en utilisant comme support géographique les cartes de Bing Maps (EPSG :31370 (Belge 1972 / Belgian Lambert 72). La surface de chaque élément paysager est calculée ainsi que le pourcentage d'occupation du sol de l'ABP. Les sorties de cartographie sont effectuées le 16 et le 17 avril. le renseignement des occupations du sol a été réalisé en suivant un itinéraire défini au préalable permettant de passer aux abords de chaque parcelle et chaque ESN.

Tableau 1 : Facies d'ESN potentiellement présents. Tableau provenant du RBA.

Faciès	Faciès	Faciès
Bord de chemin avec des fleurs diversifiées	Bande semis précoce CIPAN	Haie arbustive complexe + de 5 espèces
Bord de chemin : graminée et fleurs	Bande après récolte	Haie bouchon complexe 5 espèces
Bord de chemin : adventices dicotylédones de printemps structuré	Bande de luzerne	Haie multi strate complexe + 5 = arbustive + arboré
Bord de chemin : adventices, dicotylédones automnal structuré	Prairie	Haie arbustive mono-spécifique
Bord de chemin/bande : graminées uniquement	Alignement arboré	Haie jeune non complexe
Bois monospécifique	Haie de village	Haie jeune complexe + 5

Les cultures ainsi que les différents faciès d'espaces semi naturels sont identifiés. Le tableau 1 présente les différents faciès d'ESN potentiellement présents, ces déclinaisons sont définies par le RBA. Les cultures non identifiables aux dates de relevé sont identifiées lors des sorties botaniques ultérieures (Cf. II.2). Les faciès des bords de chemin (BC) sont identiques à ceux des bords de route (BR).

II.2 - Apports polliniques et nectarifères des ESN

II.2.A - Pourcentages de floraison

Les dates de floraisons des cultures sont basées sur l'observation des parcelles présentes aux abords du trajet permettant de rejoindre la FDCM. Le caractère cleistogamique du blé (*Triticum aestivum*) et de l'orge (*Hordeum vulgare*) les rendent inutiles aux abeilles et leur date de floraison n'est pas prise en compte [46] [47]. Quatre suivis floristiques des ESN sont effectués d'avril à juillet (dates en annexe I). L'ABP est scindée en quartiers.

Les espèces en fleurs sont identifiées. Un pourcentage d'abondance (pourcentage de recouvrement du sol) est attribué à chaque espèce en fleurs pour les différents faciès d'ESN. L'observateur précise le pourcentage à 0,1% lorsque l'abondance de l'espèce est inférieure à 1% afin de pouvoir comparer l'abondance des espèces peu présentes. Pour chacun des 4 quartiers, ces pourcentages sont moyennés pour donner le pourcentage d'abondance de chaque espèce en fleurs puis sommés pour donner le pourcentage de recouvrement en fleurs de chaque faciès d'ESN.

II.2.B- Evaluation des quantités de pollen et de nectar produites

Dans un effort de standardisation, nous avons utilisé la base de données (BDD) « Flore Mellifère » du RBA qui recense les coefficients d'intérêt pollinique et nectarifères (CIP&N) donnés à certaines espèces dans la littérature. Certaines espèces ont plusieurs CIP&N provenant de plusieurs sources, d'autres aucun pour le moment.

$$CIP_f = \left(\sum_i^n CIP_i \cdot \%i \right) / \%r$$

CIP_f = Coefficient d'intérêt pollinique du faciès

CIP_i = Coefficient d'intérêt pollinique de l'espèce i

%i = pourcentage d'abondance de l'espèce i

%r = somme des pourcentages d'abondance
ayant un CI répertorié

n = nombre d'espèces en fleurs identifiées



$$CIP_i = CIP_A + CIP_B + CIP_C$$

CIP_A = CIP de la source A CIP_B = CIP de la source B CIP_C = CIP de la source C

Figure 7 : Calcul du Coefficient d'intérêt pollinique d'un faciès. Le calcul est identique pour le Coefficient d'intérêt nectarifère d'un faciès. Les différentes sources de CIP sont répertoriées dans la base de données du RBA.



Figure 8 : Trappe à pollen posée, ouverte (a) et fermée (b), (c). Pollen récolté (d)
C. Blancher, avril 2019.

Le coefficient d'intérêt pollinique ou nectarifère est évalué selon la quantité de pollen et de nectar produite par une espèce. Plus l'espèce produit de nectar ou de pollen, plus le coefficient d'intérêt est élevé, ce dernier allant de 0 à 3, 5 ou 6 selon les sources [34][35][36]. La base de données « Flore Mellifère » du RBA construite en 2018, rassemble les données de 15 sources différentes, les CIP&N des différentes sources y sont ajustés afin de prendre leur valeur dans une échelle de 1 à 5.

Un CIP est calculé pour chaque faciès d'ESN de l'ABP en sommant les CIP des espèces multipliés par leur pourcentage d'abondance (figure 6). Le calcul des CIN est identique. Un même faciès possède ainsi un CIP et un CIN pour chaque mois d'observation, d'avril à juillet. Certaines espèces en fleurs présentes sur un faciès peuvent ne pas avoir de CIP ou CIN associé, elles ne sont donc pas prises en compte dans le calcul.

La somme des pourcentages d'abondance des espèces possédant un CIN ou CIP est fournie entre parenthèses à la suite du CIP ou CIN calculé pour le faciès afin de donner une indication sur la fiabilité du calcul. Le chanvre et la pomme de terre ne possèdent pas de CIP&N dans la BDD « Flore Mellifère », un CIP&N leur a été attribué en se basant sur la littérature.

Le chanvre ayant une dissémination anémogame, ne produit pas de nectar mais une grande quantité de pollen un CIN=0 et un CIP=4 lui sont attribués [37][38]. Le pollen produit par la pomme de terre est lourd et en relativement faible quantité, un CIP=1 et un CIN=1 lui sont attribués [39][40]. Les CIN et CIP des cultures non cléistogamiques florissant entre avril et août de l'ABP sont en annexe V.

Afin d'évaluer l'offre pollinique et nectarifère de l'ABP, les CIP et CIN des plantes en fleurs sont multipliés par la surface qu'elles occupent dans l'ABP. L'offre pollinique d'un ESN correspond donc à la somme des CIP des plantes en fleurs présentes multipliés par la surface qu'elles occupent. Nous obtenons ainsi une évaluation de la quantité de pollen (EQP) et une évaluation de la quantité de nectar (EQN) disponibles. Les EQP et EQN sont sans unité et nous permettent uniquement de comparer les apports des ESN et des cultures.

II.3 - Collecte des pelotes de pollen

Les échantillons de pollen de 3 ruches sont collectés chaque mois d'avril à juillet (dates en annexe I). Les prélèvements sont réalisés avec un système de trappes d'entrée. Ces trappes sont fixées sur l'entrée des ruches. Une grille peut s'y insérer pour récolter le pollen. Quand les abeilles traversent la trappe, le pollen est retenu par la grille et tombe dans le bac de récupération situé sous la trappe (figure 7).

Tableau 2: Caractéristiques principales des systèmes de culture (SDC) expérimentés sur le site de Terralab l'année 2018-2019

Nom du SDC	1 : Référence optimisée	2 : Couverts annuels	3 : Couverts permanents
Rotation	9 ans	9 ans	7 ans
Blé	2 parcelles cette année	2 parcelles cette année	2 parcelles cette année
Spécificités :	Cultures les plus représentées en champagne	Même rotation que Référence	Pas d'exportation de paille et de Cipan
	Travail du sol non limité	Labour exceptionnel	Présence de 50% de céréales
	Cipan classique	Mulchage superficiel	dont une orge brassicole, de colza
		Recours au glyphosate limité	Pas de betterave
		Pas d'exportation de paille et de Cipan	Pas de travail du sol sauf sur rang de semis
			Recours au glyphosate limité
Nom du SDC	4 : Biomasse exportée maxi	5 : Auto'N	6 : Agrege
Rotation	8 ans	9 ans	9 ans
Blé	2 parcelles cette année	2 parcelles cette année	2 parcelles cette année
Spécificités :	Exportation des pailles	Présence de 2 céréales, 1 betterave et 1 oléagineux	Fertilisation azotée minérale : -25%
	Introduction d'une légumineuse		Aucune fertilisation P et K
	Présence de 50% de céréales dont une orge brassicole	Fertilisation minérale = 80 kgN/ha/an	-50% de phyto (IFT) et pas de glyphosate
	Betterave tous les 3-4 ans	Leviers techniques	Participer à l'économie circulaire locale
	Enfouissement des Cipan	Pas plus de 2 apports organiques	

Les trappes sont fermées le matin lors d'une journée de bonnes conditions de vol et d'activités pour les abeilles, avant que l'activité des abeilles ne soit trop importante (entre 8h et 9h) [27] [28]. Elles sont ouvertes le lendemain matin, 24 heures après la fermeture. Dans la pratique, une journée de bonne condition sera surtout définie par une température supérieure à 14°C et un temps globalement ensoleillé.

Le pollen de chaque ruche est versé dans un sac plastique zip, pesé, étiqueté (N° de ruche, date et heure de fermeture et d'ouverture de la trappe) puis placé au congélateur afin d'éviter toute dégradation préjudiciable à l'identification des taxons polliniques [33]. Les échantillons sont transmis au laboratoire d'expertise des miels de Port Lesney. Les pelotes de pollen des ruches Jaune (J), Verte (V) et Marron (M) sont analysés séparément.

II.4 - Biomasse d'invertébrés au sein des 6 systèmes de culture

II.4.A - SDC étudiés

Six SDC sont expérimentés sur la plateforme de Terralab (annexe II). Leurs caractéristiques principales sont présentées dans le tableau 2. Les rotations complètes sont en annexes III et IV. Les SDC se composent de 4 à 5 parcelles de 2 à 4 hectares chacune. Les parcelles représentent au moins 50% des cultures cultivées chaque année. Les SDC ont été mis en place en 2015, sauf 'Agrere' qui a été ajouté en 2018. Les ITK des SDC sont suivis afin d'observer les différences réelles de cette année.

II.4.B - Méthode de piégeage

Les piégeages d'invertébrés sont effectués par pièges Barbers permettant d'obtenir une information satisfaisante sur la biomasse d'invertébrés rampants présents dans les parcelles [29][30][31]. Les piégeages sont effectués sur une période de 7 jours, chaque parcelle est échantillonnée en mai et en juin, correspondant aux mois d'éclosions des perdrix grises et des cailles des blés, avant moisson des blés. Cela permet de plus d'appréhender un éventuel effet météorologique. L'activité de certains insectes est en effet dépendante de la température [60].

Les parcelles de blés sont les seules à être présentes dans tous les SDC. Tous les invertébrés ne se nourrissant pas des mêmes plantes, les captures dépendent du couvert végétal [45]. C'est pourquoi les captures ont été effectuées uniquement dans les parcelles de blé.

Indice de biodiversité (indice de Shannon) = $-\sum p_i * \ln(p_i)$

où i correspond à un groupe et $p_i = \frac{n_i}{N}$ avec n_i le nombre d'individus de ce groupe et N le nombre total d'individus.

$$\text{IBR (indice d'équitabilité)} = \frac{-\sum p_i * \ln(p_i)}{\ln k}$$

Avec k le nombre de groupes

**IBR prend donc ses valeurs dans $[0,1]$, avec : $\text{IBR}=0 \Leftrightarrow$ aucune diversité
IBR augmente \Leftrightarrow biodiversité augmente**

Figure 9 : Construction de l'Indice de Biodiversité Relative (IBR)

Tableau 3: Classes de taille et intérêts alimentaires pour les oiseaux étudiés
 vert = invertébrés consommés par les oisillons dès la naissance
 orange = invertébrés consommés par les oisillons en grandissant
 jaune = invertébrés consommés par les oisillons en fin de croissance

Nom de classe	T1	T2	T3	T4	T5
Taille 'T' en mm	$1 < T \leq 5$	$5 < T \leq 9$	$9 < T \leq 13$	$13 < T \leq 17$	$17 < T$
cailles des blés					
perdrix grises					

Deux pots Barber sont installés (dates en annexe I) dans chaque parcelle de blé des SDC, soit 4 pots par SDC. Les pièges sont positionnés à 25m du bord de la parcelle, espacés de 25m afin de minimiser l'effet bordure [14] et relevés au bout du cinquième jour [30].

Les individus capturés sont déterminés à l'ordre puis classés par taille. Cinq classes de taille (T1, T2, T3, T4 et T5) sont définies selon la capacité des oisillons à avaler l'insecte en fonction de son âge et de sa morphologie [15] [9] [10] (tableau 3). L'intérêt alimentaire est divisé en 3 catégories, les classes pouvant être consommées par les oisillons dès l'éclosion, celles ne pouvant être consommées que par les oisillons plus grands et celles ne pouvant l'être qu'en fin de croissance. Les invertébrés sont ensuite mis à sécher pendant un mois dans une fine feuille de papier absorbant puis pesées.

Les données météorologiques des périodes de piégeages de mai et juin sont récupérées via météoFrance afin de mettre en exergue un potentiel lien entre le climat et les variations de piégeages entre mai et juin. Dans le même objectif, les travaux du sol et les intrants appliqués aux parcelles sont notés.

II.4.C - Analyses des données entomologiques

Les données de mai et juin sont étudiées séparément car elles ne sont pas indépendantes. L'effet aléatoire potentiel des parcelles n'est pas pris en compte dans les analyses statistiques du fait du faible nombre de répétition des captures.

Afin de préciser l'impact des SDC sur la biodiversité en invertébrés des parcelles, des indices de biodiversité sont calculés avec la formule de Shannon, sur la base des ordres (plus le groupe « larves ») identifiés. Ces indices sont ensuite transformés en indice d'équitabilité que nous appellerons « indice de biodiversité relative » (figure 8). La normalité de la distribution des résidus est vérifiée visuellement (annexes XV et XVI). La significativité des différences entre les IBR1000 des systèmes est étudié à l'aide d'une ANOVA de type 3. Afin d'évaluer l'effet du labour, du semis direct et du déchaumage sur la biodiversité, nous réalisons aussi une ANOVA de type 3 des IBR1000 en fonction du type de travail du sol.

Les données (biomasses) par classe de taille d'intérêt pour les oisillons (T1, T2, T3 et T4) sont analysées séparément.

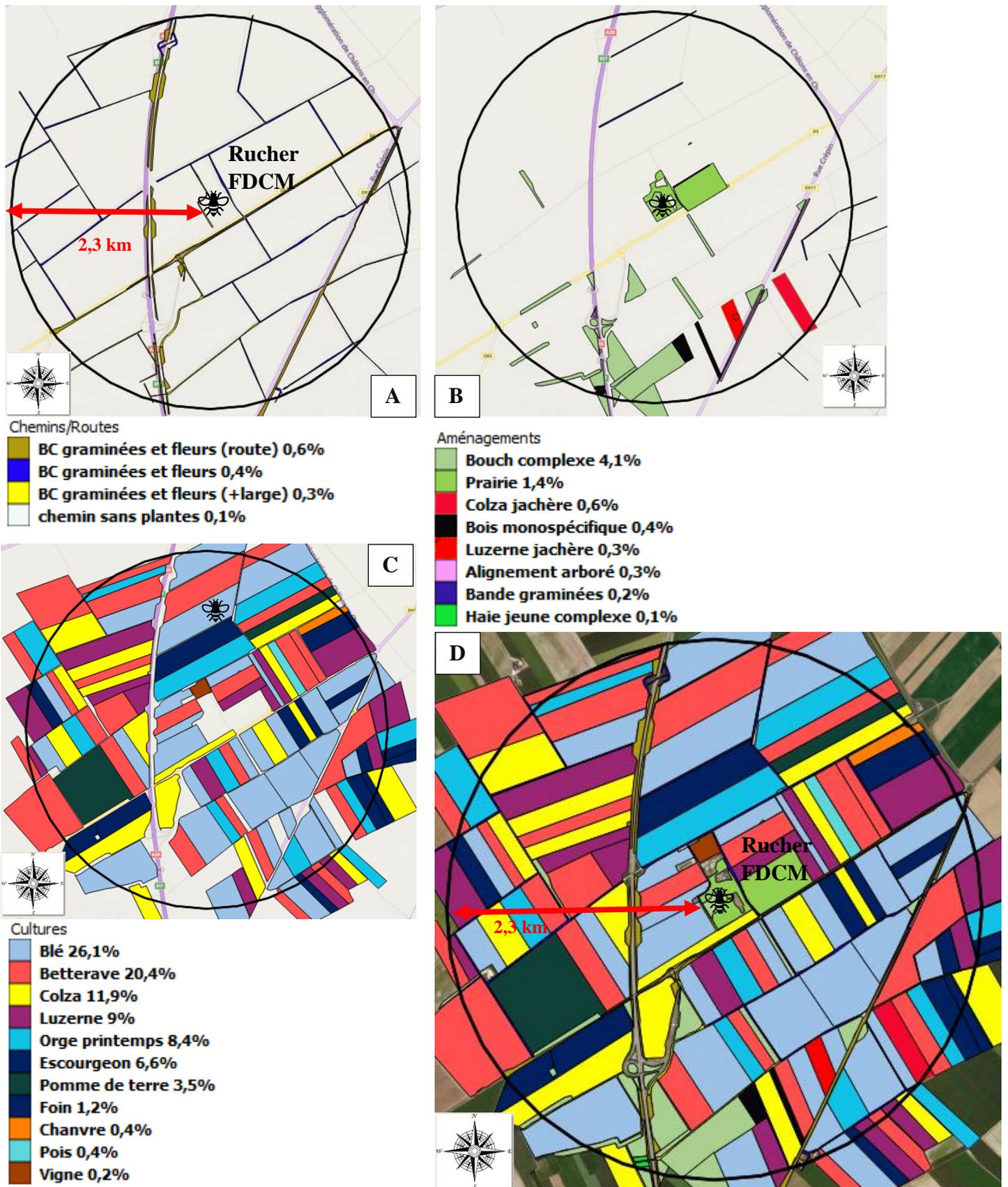


Figure 10: Cartographie des bords de route et des chemins (A), des aménagements (B) et des cultures (C) de l'aire de butinage du rucher du Mont Choisy. Juin 2019.

La cartographie totale est en D. L'occupation du sol est indiquée en pourcentages

Le nombre d'individus appartenant aux ordres dominants est analysé de la même façon que les biomasses par classe de taille. Les ordres dominants sont les coléoptères, les diptères, les araignées, les collembolés et les opilions. Afin de nous concentrer sur les ordres dominants, ceux pour lesquels la présence d'individus est faible sont regroupés dans une catégorie « Autre ». Il s'agit des hyménoptères, hétéroptères, lombrics, myriapodes, cloportes, acariens, hémiptères, limaces et larves.

La normalité des résidus des nombres d'individus par ordre est observée graphiquement (annexes XVII et XVIII). Les différences significatives entre les nombres d'individus par ordre en fonction des SDC sont étudiées à l'aide d'une ANOVA de type 3. La même méthodologie est appliquée aux biomasses par classe de taille (résidus en annexes XIX et XX).

III - Résultats

III.1 - Caractérisation de l'agrosystème du Mont Choisy

Les zones anthropisées sans végétation (bâtiments, routes, chemins de craie...) occupent 3,4% de l'ABP. L'agrosystème est morcelé, en lien avec les activités agricoles (figure 9.D). Les cultures couvrent 89% de la surface avec une taille moyenne de parcelle de 15,2 hectares (figures 10 et figure 9.C). Les céréales comptent pour 42,3% dont 26% de blé. La betterave couvre 20,4% de la surface, le colza 11,9%, la luzerne 9%, les pommes de terre 3,5%, le chanvre 0,4% et le pois 0,4%.

L'AB comprend 21 BC, 13 BR, 11 bouchons, 3 haies, 6 prairies et 2 jachères. Parmi les cinq faciès de bord de chemin (BC) et de bords de route (BR) définis préalablement (tableau 2), un seul d'entre eux est présent dans le paysage étudié : le bord de champs graminées et fleurs. Les bords de chemins représentent 1,4% de la surface. 7% des bords de chemins sont sans aucune végétation, 3% sont tout enherbé.

Les BC représentent en moyenne 30% de la surface totale du chemin bien que cela varie d'un chemin à l'autre. Le BC typique est large de 40 à 80cm (annexe VI). Les distinctions « route » et « +large » soulignent respectivement qu'il s'agit d'un BR ou que le BC est plus large.

Les BC « +large » ont une largeur d'environ 1,20m et les BR peuvent atteindre 6m d'étendue, pour 4m en moyenne (photos des grands types de BC en annexe VI).

Les aménagements paysagers s'étendent cette année sur 6,5% de l'AB (figure 15.B). Parmi ces aménagements, les haies couvrent moins de 0,1% de la surface de l'AB et sont de type complexes. Les haies bouchons occupent 4,1% de l'agrosystème. Les bois monospécifiques ou bouchons monospécifiques occupent 0,4% de la zone d'étude, les alignements arborés en couvrent 0,3%. Les 5 autres types de haies ne sont pas retrouvés sur le site.

L'AB comprend 2 prairies (1,4% de l'AB), 2 jachères (0,9% de l'AB) et 2 bandes de graminées (0,2%). Au total, les espaces semi-naturels (BC, BR et aménagements) couvrent 7,9% de l'AB, la moitié de ces espaces sont des espaces arborés. Parmi les 18 faciès potentiellement présents (tableau 2), 6 sont présents dans l'agrosystème : bords de chemin graminées et fleurs, haies complexes, alignements arborés, haies bouchons, prairies et bandes graminées.

III.2 - Evaluation des quantités de pollen et de nectar produites

Les cultures polliniques et/ou nectarifères de l'AB sont le colza, la luzerne, le chanvre, la pomme de terre et le pois. Réunies, elles représentent 29% des cultures et 25% de la surface totale étudiée. Le colza compte pour 47% de ces cultures et la luzerne pour 35%.

Les cultures de colza fleurissent sur 11,9% de l'AB du 17 avril au 1^{er} juin avec un CIP de 4 (4/5) et un CIN de 3,9 (3,9/5). La vigne fleurit sur 0,2% de l'ABP du 26 mai au 28 juin avec un CIP de 2,5 et un CIN nul. Le pois, compte pour moins de 0,4% de l'AB et est en fleurs du 5 juin au 1^{er} juillet avec un CIP de 1,4 et un CIN de 2,75. Fleurissent ensuite les pommes de terre du 15 juin au 20 juillet sur 3,5% de l'AB mais avec un CIP de 1 et un CIN de 1. La floraison de la luzerne débute au 25 juin et est évaluée à 50% de son potentiel (9% de l'ABP) du fait des fauches différées. Son CIP est de 1 et son CIN est de 3,6. Le chanvre fleurit à partir du 12 juillet sur 0,4% de l'ABP avec un CIP de 4 et un CIN nul.

Les espaces semi-naturels florifères (bouchons, prairies, jachères et BC/R) occupent 7,7% du sol et rassemblent 79 espèces fleurissant entre avril et juillet (liste complète des espèces identifiées en annexe VII). Cette année, les 3 jeunes haies complexes n'ont pas fleuri. Les pourcentages d'abondance des espèces en fleurs présentes sur les ESN ainsi que leurs CIP et CIN associés sont en annexes VIII à XI.

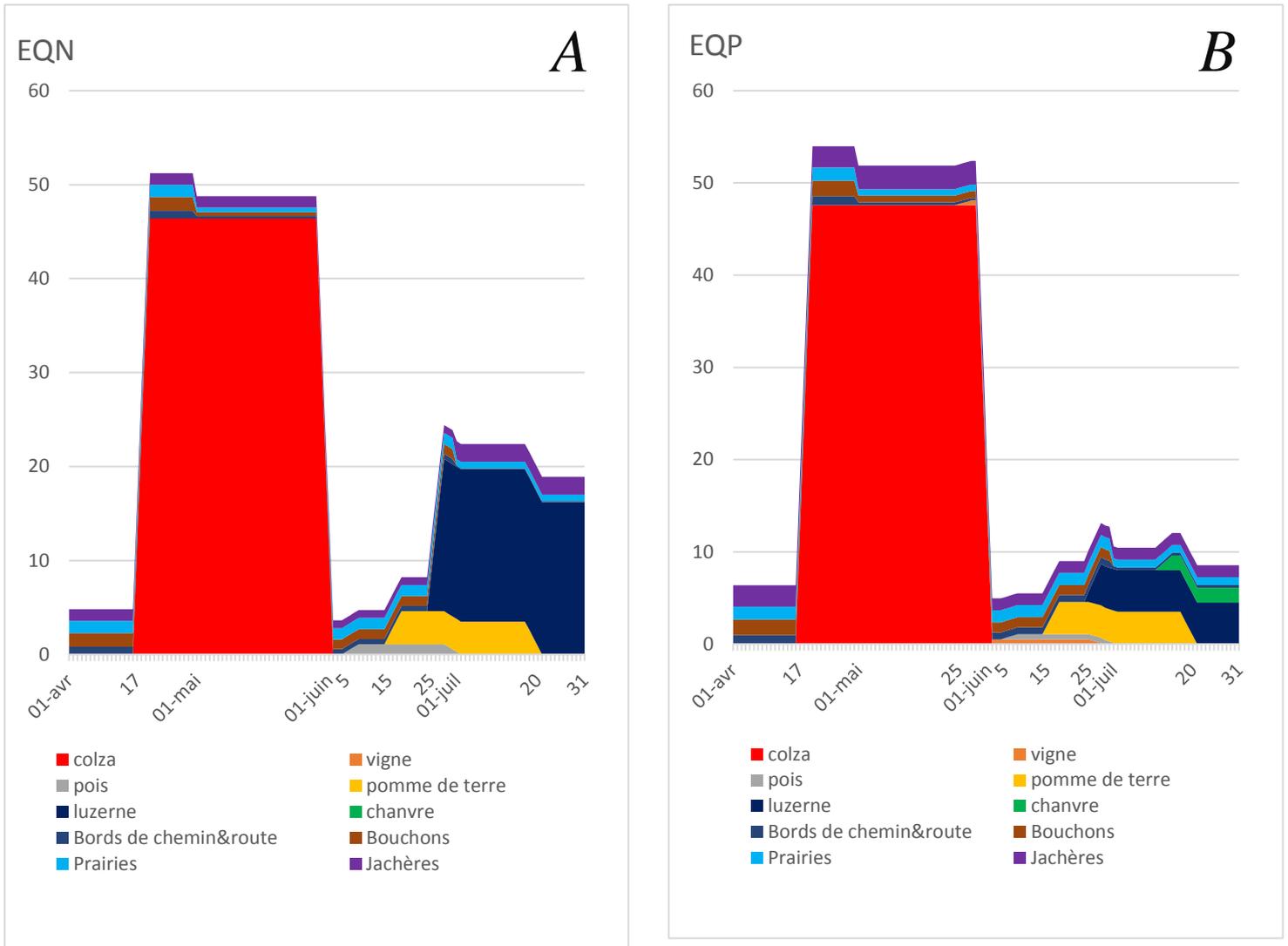


Figure 11: Evaluation de la quantité de **A**, nectar (EQN) et de **B**, pollen (EQP) produites par les cultures et les ESN au sein de l'ABP d'avril à juillet.

Les inventaires botaniques des ESN (bords de chemins, prairies, bouchons et jachères) ont été effectués les 18 avril, 17 mai, 17 juin et 15 juillet.

Les valeurs d'EQN déterminées pour ces dates sont considérées représentatives du mois entier

Les pourcentages de floraisons, le nombre d'espèces en fleurs et les CIN et CIP par ESN sont donnés en annexe XII.

Les pourcentages de floraisons, les CIN et les CIP totaux des ESN d'avril à juillet sont présentés dans le tableau 4.

Tableau 4 : Pourcentages de floraisons et coefficients d'intérêt polliniques (CIP) et nectarifères (CIN) des espaces semi naturels (ESN) du Mont Choisy, d'avril à juillet

		avril	mai	juin	juillet
Bords de routes et chemins	pourcentage de floraison moyen	23,3	6,9	24,1	7,9
	CIN (%répertoriés)	2,7 (52%)	3 (55%)	1,8 (56%)	1,2 (80%)
	CIP (% répertoriés)	3,2 (51%)	3,3 (55%)	2,4 (54%)	2,9 (85%)
Bouchons	pourcentage de floraison moyen	13,2	6	7	0
	CIN (%répertoriés)	2,7 (100%)	1,7 (100%)	3,6 (100%)	
	CIP (% répertoriés)	3,1(99%)	3 (100%)	3,8 (100%)	
Prairies	pourcentage de floraison moyen	42	19,1	40,8	24,6
	CIN (%répertoriés)	2,2 (48%)	1,7 (58%)	2,1 (70%)	2 (76%)
	CIP (% répertoriés)	2,4 (44%)	2,6 (57%)	2,3 (70%)	2,5 (72%)
Jachères	pourcentage de floraison moyen	60,0	79,1	51,0	75,5
	CIN (%répertoriés)	2,3(90%)	1,7 (48%)	1,8(70%)	2,8 (81%)
	CIP (% répertoriés)	4,3(90%)	3,6 (52%)	2,8 (72%)	1,9 (81%)

Les dates de fauche des prairies, BC et BR sont estimées à début mai et début juillet.

Les évaluations des quantités de nectar (EQN) et de pollen (EQP) de l'agrosystème du Mont Choisy (ABP) sont présentées en figures 10.A et 10.B. La fin de floraison du colza réduit d'un facteur 10 l'offre de pollen et de nectar du milieu.

III.3 - Flore pollinifère visitée par les abeilles

Les poids des pollens sont présentés en annexe XIII. Le poids de la récolte de pollen n'est pas pris en compte car les ruches ont essaimé plusieurs fois à partir d'avril. Seul l'origine du pollen est considérée. Les bulletins d'analyses polliniques sont résumés dans l'annexe XIV. D'avril à juillet (dates en annexe I), 8, 10, 14 puis 19 sources de pollen sont identifiées pour la ruche verte. 5, 7, 10 puis 15 sources sont identifiées pour la ruche jaune. 6, 5, 6 puis 12 sources sont identifiées pour la ruche marron.

Tableau 5 : pourcentages des pollens provenant des sources majoritaires (>2% du pollen)
Plus la source est grisée (foncée), plus elle est importante.

Sources des pollen récoltés \ dates de récoltes	18/04/2019	17/05/2019	17/06/2019	15/07/2019
<i>Brassica sp.</i>	65,8	65,0		
<i>Acer sp.</i>	1,9	6,0		
<i>Reseda sp.</i>		25,0		0,1
<i>Prunus sp.</i>	30,4	1,6		
<i>Aesculus sp.</i>		2,3		
<i>Onobrychis sp.</i>			3,3	
<i>Matricaria sp.</i>			35,1	15,9
<i>Plantago sp.</i>			4,2	5,5
CANNABACEAE				6,4
<i>Carduus sp.</i>				2,0
<i>Papaver rhoeas L.</i>			30,7	5,3
APIACEAE				56,0
<i>Cichorium sp.</i>				2,3
Nombre de provenances :	6,3	7,3	10,0	15,3

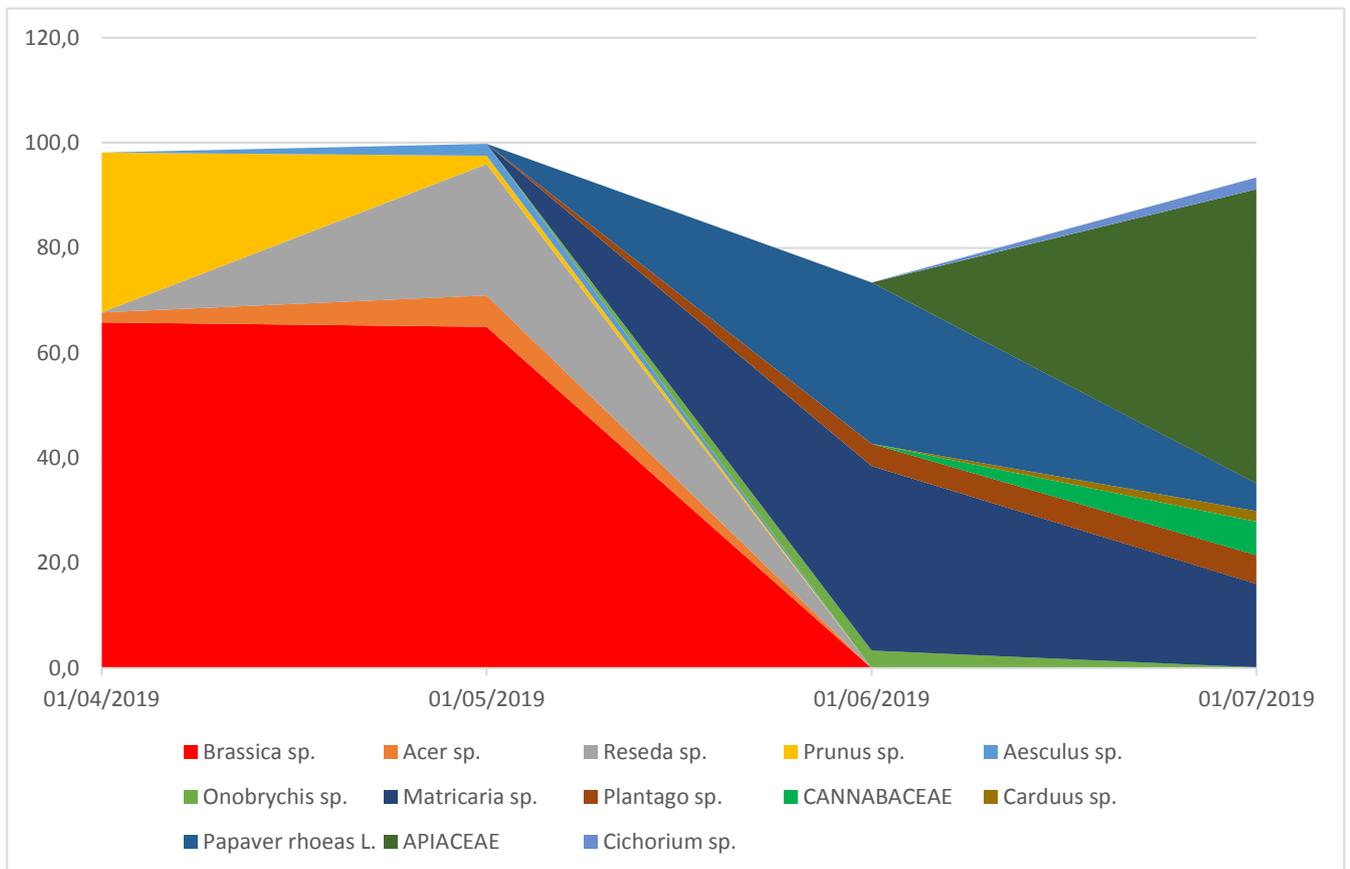


Figure 12 : Représentation graphique des pourcentages des pollens provenant des sources majoritaires (>2% du pollen)

Les suivis floristiques permettent de supposer que les genres et familles ci-dessus correspondent aux espèces suivantes, leur zone d'origine principale est associée entre parenthèses (annexes VII à XI) :

- *Brassica sp.* = *Brassica napus L.* (agriculture)
- *Prunus sp.* = *Prunus avium L. et/ou mahaleb L. et/ou spinoza L.* (Bouchons)
- *Acer sp.* = *Acer pseudoplatanus L.* (Bouchons)
- *Reseda sp.* = *Reseda lutea L.* (BR, BC, prairies, jachères)
- *Matricaria sp.* = *Tripleurospermum inodorum (L)Sch.Bip.* (BR et BC)
- *Plantago sp.* = *Plantago lanceolata L.* (BR, BC, prairies)
- *Carduus sp.* = *Carduus crispus L.* (Jachères)
- *Papaver roheas L.* (BC, BR, prairies, jachères)
- *CANNABACEAE* = *Cannabis sativa L.* (agriculture)
- *APIACEAE* = *Daucus carota L.* (BR)

Les genres *Aesculus sp.*, *Onobrychis sp.* et *Cichorium sp.* n'ont pas été identifiés au sein de l'agrosystème du Mont Choisy.

Les analyses de pollen sont résumées en annexe XIV. Les sources polliniques dont la moyenne pour les 3 ruches dépasse 2% du pollen récolté sont présentées dans le tableau 5 et représentées en figure 11.

Le genre *Reseda* est source de 51% du pollen récolté par la ruche « verte » et n'est pas récolté par la colonie « marron » en mai. Le genre *Matricaria* est source de 71% du pollen récolté par la ruche « marron » et n'est pas récolté par la colonie « verte » en juin. L'espèce *Papaver rhoeas L.* est source de 70% du pollen récolté par la ruche « jaune » et n'est pas récolté par la colonie « verte » en juin. Le pollen de luzerne compte pour 1,5% du pollen récolté en moyenne, les pollens de vigne, pomme de terre et pois ne sont pas identifiés par les analyses.

III.4 - Evaluation de l'offre en insectes au sein des 6 systèmes de cultures

III.4.A - Biodiversité au sein des SDC

En mai l'IBR du SDC 'Couverts permanents' est estimé à 0.68 et est significativement supérieur à l'IBR du SDC 'Référence optimisée' estimé à 0.578 ($p=0,044$ et $R^2=0,097$, ANOVA en annexe XVIII). Les autres différences d'IBR en fonction des SDC ne sont pas significatives.

En juin les IBR ne diffèrent pas significativement selon les SDC (ANOVA en annexe XVII).

III.4.B - Nombre d'individus par ordre et par système

Les résultats suivants sont obtenus en utilisant une ANOVA sans prendre en compte l'effet aléatoire des parcelles et en acceptant les défauts de normalité des résidus. Les annexes XXIII et XXIV contiennent les nombres moyens (NM) d'invertébrés par piège et par SDC pour les captures de mai et juin.

En mai, le nombre moyen (NM) d'**araignées** par piège du SDC 'Couverts permanents' est de 21,8 et est significativement supérieur au NM d'araignées par piège du SDC 'Référence optimisée' qui est de 11,3 ($p\text{-value}=0,013$ et $R^2=0,39$).

En juin, le NM d'**araignées** par piège du SDC 'AutoN' est de 61 et est significativement supérieur au NM d'araignées par piège du SDC 'Référence optimisée' qui est de 25 ($p\text{-value}=0,018$ et $R^2=0,36$). Les autres NMs d'araignées par piège en fonction des SDC ne sont pas significativement différents.

En mai comme en juin, les nombres moyens de **coléoptères** par piège entre SDC ne sont pas significativement différents. En mai, $p\text{-value}=0,22$ et $R^2=0,11$. En juin, $p\text{-value}=0,63$ et $R^2=0$.

En mai les NMs de **diptères** par piège des SDCs 'Couverts permanents' & 'Couverts annuels' sont de 31,5 & 25,1 et sont significativement supérieurs au NM de diptères par piège du SDC 'Référence optimisée' qui est de 16,3 ($p\text{-value}=0,0006$ et $R^2=0,58$).

En juin, le NM de **diptères** par piège du SDC ‘Couverts permanents’ est supérieur au nombre de diptères du SDC ‘Référence optimisée’ (p -value=0,07 et $R^2=0,24$). Le nombre de diptères est estimé à 23 pour le SDC ‘Référence optimisée’ et à 52 pour le SDC ‘Couverts permanents’. Les autres NMs de diptères par piège en fonction des SDC ne sont pas significativement différents.

En mai le NM de **collemboles** par piège du SDC ‘AutoN’ est de 35 et est significativement supérieur au NM de collemboles par piège du SDC ‘Référence optimisée’ qui est de 12 (p -value=0,006 et $R^2=0,46$).

En juin, le NM de **collemboles** par piège du SDC ‘Couverts permanents’ est de 60 et est significativement supérieur au NM de collemboles par piège du SDC ‘Référence optimisée’ qui est de 8 (p -value=0,02 et $R^2=0,36$). Les autres NMs de collemboles par piège en fonction des SDC ne sont pas significativement différents.

En mai les NMs d’**opilions** par piège des SDCs ‘Couverts permanents’ & ‘Agrere’ sont de 9,3 et 11 et sont significativement supérieurs au NM d’opilions par piège du SDC ‘Référence optimisée’ qui est de 2 (p -value=0,09 et $R^2=0,22$).

En juin, le NM d’**opilions** par piège du SDC ‘AutoN’ est de 32 et est significativement supérieur au NM de diptères du SDC ‘Référence optimisée’ qui est de 12 (p -value=0,16 et $R^2=0,15$). Les autres NMs d’opilions par piège en fonction des SDC ne sont pas significativement différents.

En mai les NMs d’**autres** invertébrés par piège des SDCs ‘biomasse exportée maxi’, ‘AutoN’ & ‘Agrere’ sont de 2, 4 & 5 et sont significativement inférieurs au NM d’autres invertébrés par piège du SDC ‘Référence optimisée’ qui est de 12,5 (p -value=0,004 et $R^2=0,47$).

En juin, le NM d’**autres** invertébrés par piège du SDC ‘Couverts permanents’ est de 21 et est significativement supérieur au NM d’autres invertébrés par piège du SDC ‘Référence optimisée’ qui est de 9 (p -value=0,04 et $R^2=0,30$). Les autres NMs d’autres invertébrés par piège en fonction des SDC ne sont pas significativement différents.

III.4.C - Biomasse d'invertébrés disponible pour les oisillons des oiseaux d'étude au sein des SDC

Les résultats suivants sont obtenus en utilisant une ANOVA sans prendre en compte l'effet aléatoire des parcelles et en acceptant les défauts de normalités des résidus. Les annexes XXV et XXVI contiennent les biomasses moyennes par piège et par SDC pour les captures de mai et juin.

En mai comme en juin, les biomasses moyennes par piège (BMPP) de classe de taille **T1** des SDCs ne sont pas significativement différentes. En mai, $p\text{-value}=0,9$ et $R^2=0$. En juin $p\text{-value}=0,2$ et $R^2=0,12$.

En mai, la BMPP de **T2** du SDC 'Couverts permanents' est de 102,5mg et est significativement supérieure à la BMPP de T2 du SDC 'Référence optimisée' qui est de 61mg, ($p\text{-value}=0,01$ et $R^2=0,4$). La BMPP de T2 du 'couverts permanent est ainsi 1,7 fois plus élevée.

En juin, les BMPPs de **T2** des SDCs 'Couverts permanents', 'biomasse exportée maxi & 'AutoN' sont de 167,5mg, 203mg & 208mg et sont significativement supérieures à la BMPP de T2 du SDC 'Référence optimisée' qui est de 56,5mg ($p\text{-value}=0,09$ et $R^2=0,22$). Les BMPPs de **T2** des SDCs 'Couverts permanents', 'biomasse exportée maxi & 'AutoN' sont ainsi 3, 3,6 & 3,7 fois plus élevée. Les autres BMPPs de T2 des SDC ne sont pas significativement différentes.

En mai, les BMPP de **T3** des SDCs ne sont pas significativement différentes ($p\text{-value}=0,24$ et $R^2=0,09$).

En juin, la BMPP de **T3** du SDC 'AutoN' est de 168,5mg et est significativement supérieure à la BMPP de T3 du SDC 'Référence optimisée' qui est de 65,8mg ($p\text{-value}=0,002$ et $R^2=0,52$). La BMPP de T3 du 'Référence optimisée' est ainsi 2,6 fois plus élevée. Les autres BMPPs de T3 des SDC ne sont pas significativement différentes.

En mai, la BMPP de **T4** du SDC 'Couverts permanents' est de 258,8mg et est significativement supérieure à la BMPP de T4 du SDC 'Référence optimisée' qui est de 47mg ($p\text{-value}=7*10^{-6}$ et $R^2=0,75$). La BMPP de T4 du 'Couverts permanents' est ainsi 5,5 fois plus élevée.

En juin, les BMPP de **T4** des SDCs 'Couverts permanents' et 'AutoN' sont de 473mg et 331,8mg et sont significativement supérieures à la BMPP de T4 du SDC 'Référence optimisée' qui est de 105mg ($p\text{-value}=2*10^{-5}$ et $R^2=0,76$).

Les BMPP de T4 de ‘Couverts permanents’ & ‘AutoN’ sont ainsi 4,5 & 3,2 fois plus élevées. Les autres BMPPs de T4 des SDC ne sont pas significativement différentes.

III.4.D - Variations observées de mai à juin

D’avril à mai :

- le nombre total d’invertébrés capturés a été multiplié par 1,7 avec un coefficient multiplicateur de 1,2 pour les groupes ayant le moins augmenté en nombre et un coefficient multiplicateur allant jusqu’à 2,5 et 3,2 pour les araignées et les opilions (tableau 6).
- la biomasse totale a été multipliée par 2,4 avec un coefficient multiplicateur au plus faible de 1,9 pour T3 et au plus fort de 2,6 pour T4 (tableau 6).

Lors des jours de piégeages de juin, les moyennes des températures minimales et maximales sont respectivement de 2,8°C, 5,3°C supérieures à celles des jours de piégeages de mai (tableau 7).

Les SDC ‘Couverts permanents’ et ‘AutoN’ ont été semés directement (semis direct), une parcelle sur deux des SDC ‘Référence optimisée’ et ‘Agrere’ a subi un labour avant semis. Les autres parcelles ont été déchaumées (tableau 8). Les biomasses des pièges barber positionnés sur les parcelles ayant été labourées sont au niveau des plus basses biomasses pour T1, T2 et T3 (annexes XXVII et XXVIII). Le rendement le plus élevé est celui du SDC ‘AutoN’ à 94 quintaux par hectares (tableau 8).

IV - Discussion

IV.1 - Caractérisation de l’agrosystème du Mont Choisy

Nous avons choisi de travailler sur l’aire des ESN afin de pouvoir les comparer avec les aires des espaces urbanisés et cultivés. Cependant, les oiseaux étudiés confectionnent leur nid auprès d’un linéaire fixe. Le nombre de couvées augmente avec le périmètre du linéaire fixe (accolé à une parcelle de céréale) et non pas avec son aire [10] [9]. Ainsi, l’information la plus pertinente pour évaluer les espaces de nidification d’un territoire est le nombre de mètres d’ESN bordant une parcelle de céréales.

Une caractérisation de plusieurs agrosystèmes de Champagne Crayeuse, plutôt que de se limiter au mont Choisy, aurait permis une meilleure représentation du paysage de Champagne Crayeuse et une extrapolation des résultats plus légitime.

Cependant, étant composé à 89% de larges parcelles agricoles (15ha en moyenne), sans séparation des parcelles par de la végétation (haie, fossé etc) et de seulement 3,4% de zones imperméables le paysage de l'agrosystème du Mont Choisy est représentatif du paysage agricole de Champagne Crayeuse [1] [2] [3].

Seules 3 haies ont été recensées, leur présence anecdotique est sans surprise du fait des vagues de déboisement et d'arrachage de haies par suite du remembrement organisé à partir de 1950 [43]. La quantité et la diversité sont faibles dans l'espace étudié, 1 faciès de BC sur 5 a été rencontré et les linéaires fixes (haies, bords de chemins et de route) comptent pour seulement 1,5% du paysage.

L'hypothèse 1 est validée : « l'agrosystème du Mont Choisy est un milieu d'openfield pauvre en ESN ». Le potentiel reproductif des oiseaux étudiés est ainsi réduit [10] [9]. Du point de vue de la diversité des paysages, l'agrosystème du Mont Choisy est une zone à faible potentiel d'accueil pour la caille des blés et la perdrix grise.

IV.2 - Evaluation des quantités de pollen et de nectar produites

Une des limites de cette étude est l'estimation visuelle des pourcentages de floraisons par un seul observateur qui est imprécise et peu varier entre observateurs.

Les fauches de début mai et début juillet semblent être à l'origine des baisses de floraisons entre avril et mai puis entre juin et juillet. Nous supposons de plus que le passage du tracteur et du broyeur diminue la quantité d'insectes présents et ainsi la biomasse disponible aux oiseaux des plaines [13]. Les prairies calcaires ont, de plus, été démontrées être des espaces à particulièrement forte production de nectar [64]. Ainsi, réduire le nombre de fauches des bords de chemins et des prairies à but esthétique apparait comme une pratique favorable au développement des insectes pollinisateurs et probablement, à la faune des plaines de manière générale.

Diminuer ces fauches ne semble pas apporter de coût ou de contrainte aux agriculteurs mais cette recommandation peut se heurter à leurs habitudes. Pour certains, faucher régulièrement les bords de parcelles et les prairies permet de maintenir l'environnement « propre ». L'acceptabilité de la réduction des fauches reste donc à démontrer. Installer des bandes fleuris en bord de parcelles en réfléchissant les espèces implantées permettrait de rehausser l'offre P&N. De plus, les bords de champs occupés par des mélanges fleuris seraient peut-être moins susceptibles d'être fauchés du fait de leur aspect esthétique.

L'absence d'espèces en fleurs dans les bouchons en juillet diminue l'offre pollinique et nectarifère (P&N) du milieu. Ainsi, réfléchir l'implantation des essences dans les bouchons en fonction de leurs dates de floraison et de leurs CIP et CIN est recommandable.

Les jachères présentes sont des atouts pour le développement des abeilles domestiques et des oiseaux étudiés mais leur faible nombre (2) réduit l'apport fleuri.

Demander aux agriculteurs de laisser des parcelles en jachère risque de ne pas être accepté car cela engendre une perte de revenus à court terme. Cependant, la mise en jachère de certaines parcelles peut représenter un gain économique à moyen/long terme (élimination de pathogènes telluriques, amélioration de la structure du sol, de l'accessibilité des nutriments, de la qualité de l'eau et de la productivité de la culture suivante) [63].

N'ayant pas déterminé la quantité de pollen et de nectar produite au sein de l'agrosystème du Mont Choisy, nous avons une idée de l'offre pollinique et nectarifère du milieu mais pas de valeur réelle de la quantité de pollen et de nectar. Bien que nos résultats concordent avec la littérature [5] [64], il serait pertinent de calculer les quantités de pollen et de nectar du milieu afin de pouvoir déterminer l'ampleur réelle de la disette provoquée par la fin de floraison du colza. De plus, nombre d'espèces ne sont pas référencées, réduisant parfois la fiabilité et la pertinence de l'utilisation des CIP&N calculés.

Les assolements sont peu diversifiés, la fin de floraison du colza, début juin, provoque une chute dans l'offre nectarifère et un creux encore plus marqué dans l'offre pollinique. Diversifier les assolements permettrait de mettre en place des rotations et de palier la forte réduction de l'offre pollinique et nectarifère due à la fin de floraison des colzas.

L'hypothèse 2 est validée : « les apports polliniques et nectarifères du milieu sont réduits par les pratiques culturales, d'implantation et d'entretien des ESN ». Dans ce contexte agricole peu diversifié, les ESN apparaissent comme une source de pollen et de nectar indispensable pour les abeilles et, par extrapolation, pour les insectes pollinisateurs en général. Les quantités de pollen produites par ces espaces peuvent être augmentées en réfléchissant leur implantation et leur entretien.

IV.3 - Flore pollinifère visitée par les abeilles

Il est probable que si les récoltes de pollen avaient eu lieu à des dates différentes, avec une météorologie autre, les résultats des analyses de pollens auraient été différents. De plus, 4 semaines s'écoulent entre deux récoltes de pollen, effectuées aux mêmes dates que les inventaires floristiques.

Par conséquent, certaines espèces ne sont peut-être pas identifiées en tant que source de pollen car leur floraison a duré moins d'un mois ou bien parce que leur floraison était faible lors de la récolte de pollen.

Néanmoins, nous pouvons tirer quelques enseignements intéressants de notre étude. L'hypothèse 3 est validée : « les plantes considérées comme adventices présentes dans le milieu sont utiles au développement des colonies d'abeilles domestiques du Mont Choisy ». Les analyses polliniques confirment l'absence de pollen récoltés sur des plantes cultivées après la floraison du colza et avant celle du chanvre. Ces résultats confirment ainsi l'importance des floraisons des ESN pour les abeilles domestiques.

Les sources de pollen et les pourcentages de pollen en provenant sont variables entre les ruches, l'écart va quelquefois de 0% à 70% entre deux ruches. Les colonies ne semblent pas utiliser les ressources florales du milieu de la même manière.

Si les analyses de pollen sont fiables, les genres *Aesculus* sp, *Onobrychis* sp. et *Cichorium* sp. sont parmi les sources principales (>2%) de pollen mais ne sont pas présents dans l'ABP. Ces genres contribuent jusqu'à hauteur de 10% des apports polliniques pour une ruche. Nous en déduisons que l'ABP contient au moins 90% des sources de pollens utilisés par les abeilles domestiques du Mont Choisy en recherche de pollen sur la période d'étude.

Le réséda bâtard, la matricaire inodore, le coquelicot, la carotte sauvage, le plantain lancéolé et les chardons semblent être les principales espèces herbacées sources de pollen, d'avril à juillet. Ces espèces sont généralement considérées comme des « mauvaises herbes » par les agriculteurs du Mont Choisy, et demander à un agriculteur de favoriser ces plantes est souvent perçu comme une demande de réduction de son rendement. Malgré la crise écologique, la modification des pratiques agricoles nécessite du temps et une démarche de formation et d'éducation des acteurs principaux. [6] [13].

IV.4 - Evaluation de l'offre en insecte au sein des 6 systèmes de cultures

Les résultats statistiques concernant les indices de biodiversité relative (IBR) ne nous permettent pas de tirer de conclusion sur d'éventuelles différences de biodiversité en mai et en juin. L'indice de biodiversité basé sur la formule de Shannon est d'ordinaire calculé sur la base du nombre d'individus par espèces présentes, parfois par nombre d'individus par familles présentes [41] [30].

L'utilisation de l'IBR avec une détermination à l'ordre peut expliquer l'absence de significativité des résultats. Du fait du grand nombre de catégories, la faible taille des échantillons pourrait également être cause de l'absence de résultats significatifs, surtout si la différence est faible.

Les parcelles au sein d'un même système reçoivent des traitements différents, il est ainsi compliqué de conclure quant à l'effet du système de culture. Une étude centrée sur moins de SDC différents, avec des parcelles et pièges par parcelle plus nombreux aurait été plus pertinente. Cependant, la plateforme de Terralab est une expérimentation sur plusieurs années, elle est peu adaptée à un essai sur 6 mois.

Le faible nombre d'individus capturés pour certains ordres (parfois 0) rend la normalité des résidus critiquable. La distribution des résidus indique tantôt une loi de poisson, tantôt une loi lognormale. Utiliser ces lois au cas par cas aurait permis d'obtenir des résultats plus fiables mais aurait rendu difficile leur comparaison.

La pose de seulement deux pots Barber et par parcelle rend l'effet aléatoire des parcelles difficilement identifiable. Cet effet n'étant pas pris en compte, les tests effectués ont donc une valeur statistique faible. De plus, la présence de seulement 2 parcelles (2 répétitions) par SDC réduit le nombre de degrés de liberté à 1. Ainsi, les résultats du nombre d'individus par ordre et de la biomasse par classe de taille ont une valeur statistique faible mais permettent de dévoiler des tendances.

En mai comme en juin, nous ne pouvons pas définir de tendance quant aux différences le nombre de coléoptères capturés par SDC. Les résultats des biomasses de classe T1 ne nous permettent pas de conclure. Les invertébrés composant cette classe sont à 80% des coléoptères et majoritairement des Carabidae et des Staphilinidae. Ces groupes sont connus pour être sensibles aux changements environnementaux [58], nous pouvons supposer que l'absence de résultats concluant peut s'expliquer par la variabilité des traitements phytosanitaires (présents pour tous les SDC) (tableau 6).

Les nombres moyens (NMs) d'araignées, de diptères et de collemboles par piège en mai sont 1,9, 1,9 et 4,6 fois plus élevés dans le SDC 'Couverts permanents' que dans le SDC 'Référence optimisée'. Les NMs de diptères, d'opilions et d'autres invertébrés par piège sont 2,2, 1,6 et 2,3 fois plus élevés dans le SDC 'Couverts permanents' en juin. Les NMs d'invertébrés totaux par piège du 'Couverts permanents' sont 1,4 et 1,5 fois plus élevés en mai et juin (annexes XXIII et XXIV). De plus, les BMPPs de T2, T3 et T4 sont 1,7, 2,2 et 5,5 plus élevées dans le SDC 'Couverts permanents' en mai et 2,9, 1,4 et 4,5 fois plus élevées en juin (annexes XXV et XXVI).

Les individus de classe T4 ne peuvent être consommés que par les jeunes perdreaux, en revanche, ceux de classe T2 et T3 sont consommés par les jeunes des cailles des blés et des perdrix grises. Il semble donc que le SDC 'Référence optimisé' soit plus favorable au développement de la faune épigée que le système de référence de champagne Crayeuse.

Les NMs de collemboles et d'opilions par piège sont 2,9 et 3 fois plus élevés dans le SDC 'AutoN' que dans le SDC 'Référence optimisée' en mai. Les NMs d'araignées, de collemboles et d'opilions par piège sont 2,6, 4,2 et 2,6 fois plus élevés dans le SDC 'AutoN' que dans le SDC 'Référence optimisée' en juin. Les NMs d'invertébrés totaux par piège du 'AutoN' sont 1 et 1,7 fois plus élevés en mai et juin (annexes XXIII et XXIV). De plus, en mai, les BMPPs du 'AutoN' de T2 est 2,2 fois inférieure mais celle de T3 est 2,2 fois supérieure au 'Référence optimisée'. Les BMPPs de T2, T3 et T4 de juin sont 3,7 2,6 et 3,2 plus élevées dans le SDC 'AutoN'. Les individus de classe T2 et T3 peuvent être consommés par les jeunes cailleaux, mais pas ceux de classe T4. Il semble donc que le SDC 'AutoN' soit plus favorable au développement de la faune épigée que le système de référence de champagne Crayeuse mais moins que le 'Référence Optimisé'.

La faible valeur statistique de ces résultats ne nous permet pas de valider l'hypothèse 4 : « certains SDCs expérimentés sur la plateforme Terralab fournissent une biomasse disponible aux oisillons des oiseaux d'étude plus importante que le SDC de référence ». En revanche, les tendances dégagées nous conduisent à supposer que les systèmes 'AutoN' et surtout le 'Couverts permanents' fournissent une biomasse disponible aux oisillons des oiseaux d'étude plus importante que le SDC de référence.

Le point commun entre ces deux SDC est que ce sont les deux seuls à avoir été semés en semis direct. Les valeurs de biomasses supérieures des deux SDC pourraient s'expliquer par cette pratique. Les résultats de certaines études mettent en évidence le fait que l'intensification des pratiques agricoles (labour, mécanisation, intrants) réduit à la fois la biomasse et la diversité du peuplement des arthropodes ce qui conforte cette hypothèse [13] [30] [44] [49]. Le non labour réduit aussi l'érosion, le temps de travail et la consommation énergétique, améliore la portance du sol, du sol et augmente le stockage du Carbone [44].

Le semis direct et la présence de la luzerne dans les blés semble accroître la biomasse d'insectes disponible. Cette observation est confortée par la littérature les résultats de certaines études [44] [30].

Le fait que le rendement de la parcelle 'AutoN' soit le plus élevé est un atout pour atteindre l'acceptabilité de la pratique par les agriculteurs de la pratique du 'semis direct' et de la limitation des apports d'azote grâce à l'implantation de Fabacées.

L'augmentation des biomasses d'invertébrés de mai à juin est accompagnée par une hausse des températures. L'activité des carabes est dépendante de la température [60]. Le piège barber étant un meilleur indicateur de l'activité des invertébrés que de sa densité, nous supposons que la hausse des températures participe à la hausse des biomasses capturées en juin.

L'effet d'un changement de pratiques agricoles sur les populations d'invertébrés peut ne se révéler qu'après plusieurs années d'application [42]. Ces SDCs n'étant en place que depuis 4 ans (rotations 7 à 9 ans), leur influence sur la biomasse disponible n'est peut-être pas encore décelable. Cela est particulièrement vrai pour le SDC 'Agrere' qui vient d'achever sa première année de mise en place.

Le suivi de ces systèmes sur au moins une rotation complète est indispensable afin de vérifier ou d'infirmer les conclusions proposées. Les études ayant été réalisées sur les parcelles de blé uniquement, des études sur toutes les parcelles permettraient d'apporter une vision systémique des rotations. Une étude sur l'ensemble de la rotation est indispensable avant de pouvoir conclure sur d'éventuelles différences de populations d'invertébrés selon le SDC.

Conclusion

L'agrosystème du Mont Choisy est un système d'openfield typique de Champagne Crayeuse. Les espaces semi-naturels (ESN), nécessaires à la reproduction des cailles des blés et des perdrix grises sont peu nombreux et peu diversifiés. Planter des haies ou des bandes d'herbacées entre les parcelles permettrait d'améliorer le potentiel d'accueil du milieu pour les oiseaux étudiés [7] [8] et les insectes pollinisateurs [5] [64].

La faible diversité de cultures implique une période de forte réduction de l'offre pollinique et nectarifère à la fin de floraison des colzas. Les insectes pollinisateurs doivent ainsi chercher leur alimentation dans les ESN [64]. Les fauches des bords de routes, de chemins et de prairies semblent être à l'origine d'une diminution de l'offre pollinique et nectarifère du milieu étudié, limitant ainsi le potentiel nutritif de l'agrosystème du Mont Choisy pour les abeilles. L'absence de floraison des bouchons en juillet pourrait être corrigée en réfléchissant à l'implantation des essences en fonction de leurs dates de floraisons ainsi que de leurs potentiels polliniques et nectarifères (CIP&N).

Les trois colonies d'abeilles suivies semblent adopter des comportements de butinage différents. Le colza est la source pollinique principale lors des jours de collecte de pollens bien que deux fois plus de pollens aient été récoltés sur du réséda par l'une des ruches en mai.

Jusqu'à 71%, 70% et 73% du pollen récolté provient du coquelicot, de la matricaire et des ombellifères (vraisemblablement la carotte sauvage). Certaines espèces considérées comme adventices sont donc des sources majoritaires de pollen pour les abeilles et sont ainsi directement liées à la croissance démographique des colonies.

Les systèmes de culture (SDC) 'Couverts permanents' et 'AutoN' testés sur la plateforme de Terralab semblent présenter une biomasse d'arthropodes disponible pour les jeunes de cailles des blés et perdrix grises dans les parcelles de blés plus élevée que le SDC 'Référence optimisé'. La pratique du semis direct semble être à l'origine des différences observées. Nous en déduisons ainsi que l'utilisation du semis direct ou l'implantation de ces systèmes dans l'agrosystème du Mont Choisy en remplacement des systèmes actuels représentés par le SDC permettrait une meilleure survie des jeunes oiseaux.

Perspectives

Les données fournies dans ce rapport apportent des pistes d'amélioration de l'agrosystème du Mont Choisy. Le potentiel d'accueil des cailles des blés, perdrix grises et abeilles domestiques du Mont Choisy peut être amélioré à différentes échelles :

- A l'échelle paysagère par l'implantation de haies et de bouchons, en réfléchissant les essences implantées.
- A l'échelle des cultures en adoptant certaines pratiques agricoles
- A l'échelle des bords de champs en réfléchissant les pratiques d'entretien

Le Réseau Biodiversité pour les Abeilles (RBA) et la Fédération Départementale des Chasseurs de la Marne (FDCM) sont des relais auprès des agriculteurs. Les résultats de ce rapport sont cohérents avec la littérature, ils ne sont pas innovants mais ont été acquis en Champagne Crayeuse. Cette spécificité permettra au RBA et à la FDCM d'avoir un discours plus acceptable et compréhensible par les agriculteurs de Champagne Crayeuse

Ces deux organisations sont impliquées dans des programmes de subvention et d'implantation de bordures fleuries avec différents mélanges dans la Marne. Dans la continuité de ce rapport, étudier l'évolution de ces bandes ainsi que leurs apports en pollen, en nectar et en insectes permettrait de faciliter l'acceptation de ce type de pratique par les agriculteurs de Champagne Crayeuse.

Bibliographie

- [1] Agreste Grand Est, (2007), Synthèse départementale Marne.
- [2] Agreste Champagne Ardenne, (2007), La Marne : un département particulièrement performant.
- [3] Butchart, S. H. M., Walpole, M., Collen, B., van Strien, A., Scharlemann, J. P. W., Almond, R. E. A., ... Watson, R. (2010). Global Biodiversity: Indicators of Recent Declines. *Science*, 328(5982), 1164–1168.
- [4] UN environment, Convention on Biodiversity Diversity, (2010) Strategic plan 2002-2010. <https://www.cbd.int/sp/2010/>
- [5] FAO, Commission on genetic resources for food and agriculture (2019) The state of the world's biodiversity for food and agriculture.
- [6] Stoate, C., Boatman, N. ., Borralho, R. ., Carvalho, C. R., Snoo, G. R. d., & Eden, P. (2001). Ecological impacts of arable intensification in Europe. *Journal of Environmental Management*, 63(4), 337–365.
- [7] Reitz F & Mayot (1999). Influence de l'habitat et de la prédation sur la démographie des perdrix grises
- [8] Office Nationale de la Chasse et de la Faune Sauvage (2014) Caille des blés, effectifs nicheurs.
- [9] Marcel Birkman Michel Jacob (1999) La Perdrix Grise, La Faune Sauvage.
- [10] J. L. Tesson & J.M. Boutin, (2003), La Caille des blés (*Coturnix Coturnix*). Office National de la Chasse et de la Faune Sauvage
- [11] Denis Roux (2008) Caille des blés *Coturnix coturnix*, ONCFS
- [12] Jean Pierre Poly , Michel Vallance (2007) Faune sauvage de France. Biologie, habitats et gestion.
- [13] Sánchez-Bayo, F., & Wyckhuys, K. A. G. (2019). Worldwide decline of the entomofauna: A review of its drivers. *Biological Conservation*, 232, 8–27.
- [14] Disponibilité alimentaire en insectes dans les cultures et dans les aménagements ses rapports avec le régime alimentaire du poussin de perdrix (*Perdix perdix* L.) par M. Launay
- [15] Moreby, S. J., Aebischer, N. J., & Southway, S. (2006). Food preferences of grey partridge chicks, *Perdix perdix*, in relation to size, colour and movement of insect prey. *Animal Behaviour*, 71(4), 871–878.
- [16] Garibaldi, L. A., Steffan-Dewenter, I., Kremen, C., Morales, J. M., Bommarco, R., Cunningham, S. A., ... Klein, A. M. (2011). Stability of pollination services decreases with isolation from natural areas despite honey bee visits. *Ecology Letters*, 14(10), 1062–1072.
- [17] Le Monde (2019) Les insectes sont indispensables à l'agriculture par leur rôle de pollinisateurs.
- [18] Fluri, P., Pickhardt, A., Cottier, V., Charrière, J.D. (2001) La pollinisation des plantes à fleurs par les abeilles – Biologie, Ecologie, Economie, 27p.
- [19] Klein, A.M., Vaissiere, B.E., Cane, J.H., Steffan-Dewenter, I., Cunningham, S.A., Kremen, C., Tscharntke, T., 2007. Importance of pollinators in changing landscapes for world crops. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences* 274, 303-313.
- [20] Vanbergen, A. J., & Initiative, the I. P. (2013). Threats to an ecosystem service: pressures on pollinators. *Frontiers in Ecology and the Environment*, 11(5), 251–259.

- [21] Kearns, C.A., Inouye, D.W., Waser, N.M., 1998. Endangered mutualism: the conservation of plant-pollinator interactions. *Annual Review of Ecology and Systematics* 29, 83-112.
- [22] OLSON, D. M., & WÄCKERS, F. L. (2006). Management of field margins to maximize multiple ecological services. *Journal of Applied Ecology*, 44(1), 13–21.
- [23] Free JB (1993) *Insect pollination of crops*. London: Academic Press. 768 p.
- [24] Steffan-Dewenter, I., & Kuhn, A. (2003). Honeybee foraging in differentially structured landscapes. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, 270(1515), 569–575.
- [25] Beekman, M., & Ratnieks, F. L. W. (2000). Long-range foraging by the honey-bee, *Apis mellifera* L. *Functional Ecology*, 14(4), 490–496.
- [26] Janssens, X., Bruneau, É., & Lebrun, P. (2006). Préviation des potentialités de production de miel à l'échelle d'un rucher au moyen d'un système d'information géographique. *Apidologie*, 37(3), 351–365.
- [27] Szabo, T. I. (1980). Effect of Weather Factors on Honeybee Flight Activity and Colony Weight Gain. *Journal of Apicultural Research*, 19(3), 164–171.
- [28] Amélie Mandel, *Etude de la ressource mellifère*, (2018) Réseau Biodiversité pour les Abeilles
- [29] Robert M. BURRILL, Alfred DIETZ, 1981 THE RESPONSE OF HONEY BEES TO VARIATIONS IN SOLAR RADIATION AND TEMPERATURE, *Apidologie* 12(4), 318-328.
- [30] Emmanuel CLERE & Vincent BRETAGNOLLE (2001) Disponibilité alimentaire pour les oiseaux en milieu agricole : biomasse et diversité des arthropodes capturés par la méthode des pots pièges., *Revue de l'écologie*.
- [31] De la Fuente, E. B., Suárez, S. A., & Ghersa, C. M. (2003). Weed and Insect Communities in Wheat Crops with Different Management Practices. *Agronomy Journal*, 95(6), 1542.
- [32] WICKRAMASINGHE, L. P., HARRIS, S., JONES, G., & VAUGHAN JENNINGS, N. (2004). Abundance and Species Richness of Nocturnal Insects on Organic and Conventional Farms: Effects of Agricultural Intensification on Bat Foraging. *Conservation Biology*, 18(5), 1283–1292.
- [33] Mélanie Piroux (2014) Ressources pollinifères et mellifères de l'Abeille domestique, *Apis Mellifera*, en paysage rural du nord-ouest de la France.
- [34] Liste de plantes attractives pour les abeilles (2017) FranceAgriMer
- [35] GUERRIAT, H., 1996. Être performant en apiculture. Édité par l'auteur, 416 p.
- [36] Amélie Mandel, Clara Amy, Gaëtan Milet, Réseau Biodiversité pour les Abeilles, (2018) Base de données flore mellifère
- [37] O'Brien, C., & Arathi, H. S. (2019). Bee diversity and abundance on flowers of industrial hemp (*Cannabis sativa* L.). *Biomass and Bioenergy*, 122, 331–335.
- [38] Suryanarayana, M. C., Mohana Rao, G., & Singh, T. (1992). Studies on pollen sources for *Apis cerana* Fabr and *Apis mellifera* L bees at Muzaffarpur, Bihar, India . *Apidologie*, 23(1), 33–46.
- [39] Comité National Interprofessionnel de la Pomme de Terre (2015) De l'impact de la culture des pommes de terre sur les abeilles et les hommes, 2p.

- [40] J. C. Sanford, R. E. Hanneman (1981) The use of bees for the purpose of inter-mating in potato, 481 - 485
- [41] Hamilton, A. J. (2005). Species diversity or biodiversity? *Journal of Environmental Management*, 75(1), 89–92.
- [42] Françoise Burel, Eric Garnier et al. (1994), ESCo "Agriculture et biodiversité" Chapitre 1. Les effets de l'agriculture sur la biodiversité p1894, 140p.
- [43] Y. CHEVALIER (1972), Métamorphose de la Champagne Crayeuse : déboisement et équilibre biologique, *Nature Loisir et Foret*, 7p.
- [44] J. Peigné et al. (2009), Techniques sans labour en agriculture biologique, *Innovations Agronomiques* 4, 23-32
- [45] LUFF, M.L. (1975). - Some features influencing the efficiency of pitfall traps. *Oecologia*, 19 : 345-357.
- [46] Jérôme Enjalbert et al. (1998) The relevance of outcrossing for the dynamic management of genetic resources in predominantly selfing *Triticum aestivum* L. (bread wheat), 197 - 211
- [57] Litardière, R. de. (1926). Observations sur l'Hordeum PavisiPréaub; ses caractères cytologiques. *Bulletin de La Société Botanique de France*, 73(2), 218–224.
- [58] Gandhi, K. J. ., Spence, J. R., Langor, D. W., & Morgantini, L. E. (2001). Fire residuals as habitat reserves for epigeaic beetles (Coleoptera: Carabidae and Staphylinidae). *Biological Conservation*, 102(2), 131–141.
- [59] Rushton, S. P., Luff, M. L., & Eyre, M. D. (1989). Effects of Pasture Improvement and Management on the Ground Beetle and Spider Communities of Upland Grasslands. *The Journal of Applied Ecology*, 26(2), 489.
- [60] Halois Honek, (1997) The effect of temperature on the activity of Carabidae (Copeoptera) in a follow field. *Eur. J. Entomol.* 94 : 97-104
- [61] Schneider, S.S. (1989) Spatial foraging patterns of the African honeybee, *Apis mellifera scutellata*. *Journal of Insect Behaviour* 2, 505–521.
- [62] Visscher, P.K. & Seeley, T.D. (1982) Foraging strategy of honeybee colonies in a temperate deciduous forest. *Ecology* 63, 1790–1801.
- [63] Fleisher, D. H., Timlin, D. J., & Reddy, V. R. (2006). Temperature Influence on Potato Leaf and Branch Distribution and on Canopy Photosynthetic Rate. *Agronomy Journal*, 98(6), 1442.
- [64] Baude et al. (2016) Historical nectar assessment reveals the fall and rise of floral resources in Britain. *Nature*, 530(7588), 85–88

Annexes

Annexe X : Dates des suivis de terrain effectués

Suivi	Inventaires botaniques	Trappes à pollen	
		Pose	Prise
Lieu	Mont Choisy		
Dates	18-avr	18-avr	19-avr
	17-mai	17-mai	18-mai
	17-juin	17-juin	18-juin
	15-juillet	15-juillet	16-juillet

Suivi	Couvert des blés	Pièges Barbers		
		Pose	Relève	Pesée
Lieu	Terralab			
	24-avr	18-avr	24-avr	25-mai
	21-mai	15-mai	21-mai	21-juin
	18-juin	12-juin	18-juin	19-juil

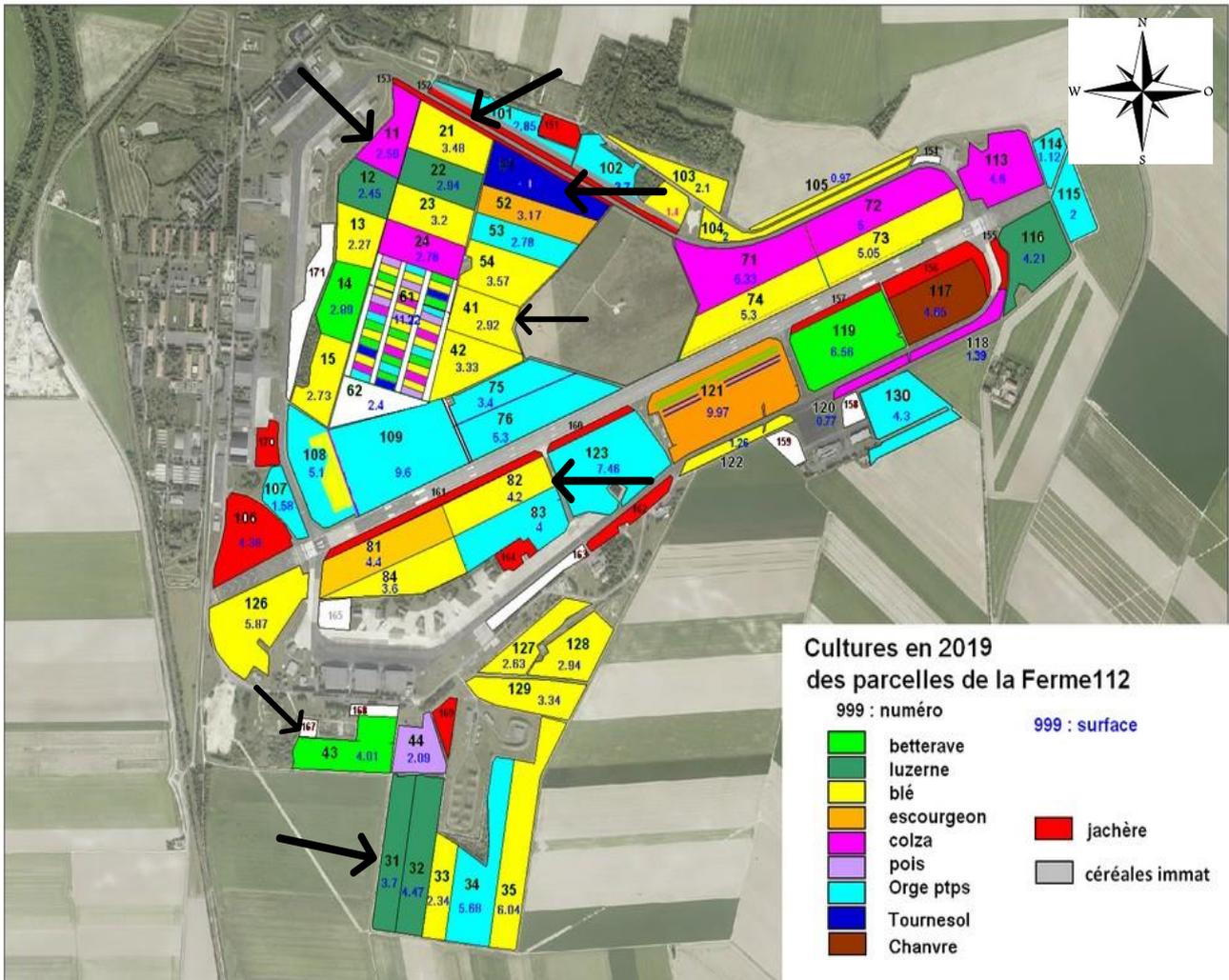
Annexe XI : Plan de la plateforme Terralab en année 2018-2019.

Les flèches noires indiquent la position des SDC, chaque parcelle porte un numéro :

Parcelles 11 à 15 =SDC « Référence Optimisé » ; 21 à 24 =SDC « Couverts Annuels » ;

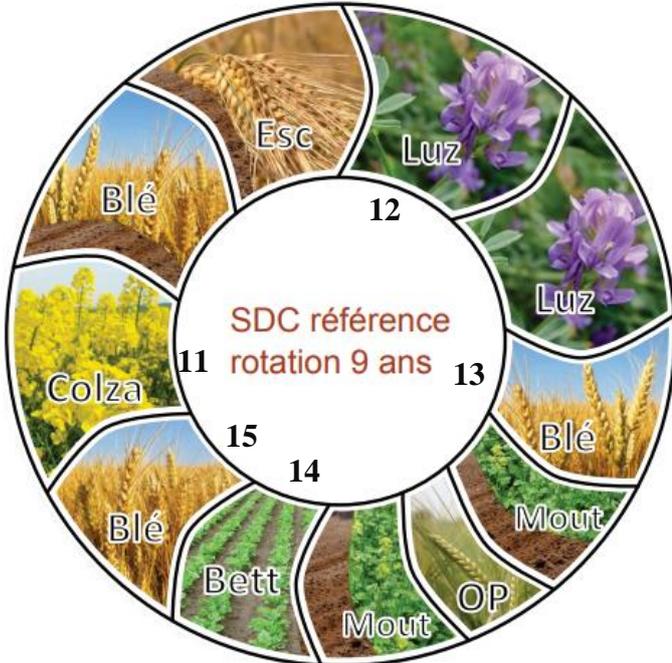
31 à 35 =SDC « Couverts Permanents » ; 41 à 44 =SDC « Auto'N » ;

51 à 54 =SDC « Biomasse Exportée Maxi » ; 81 à 84 =SDC « Agrere »



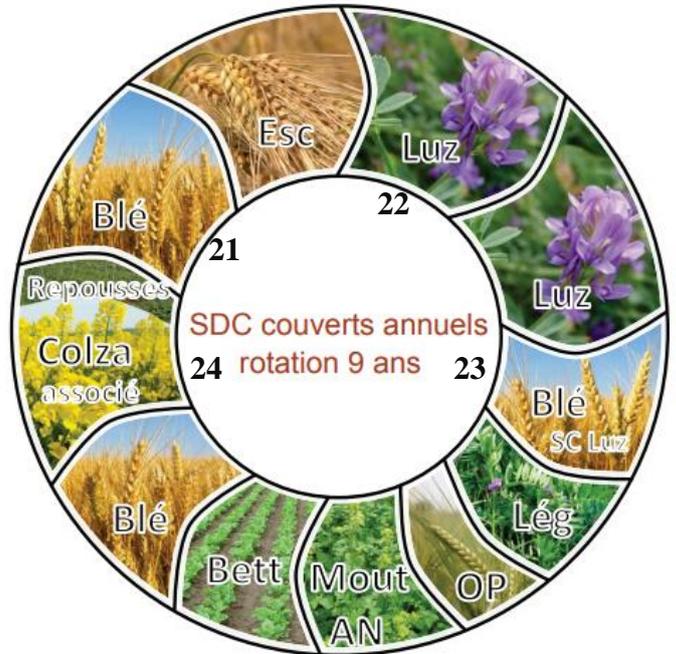
Référence optimisée

Spécificités :
Cultures les plus représentées en Champagne
Travail du sol non limité
Cipan classique



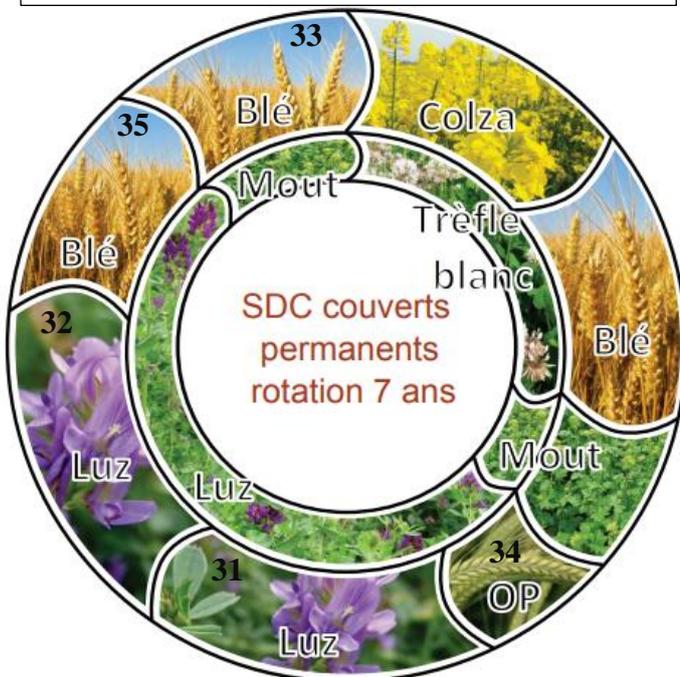
Couverts annuels

Spécificités :
Même rotation que référence
Labour exceptionnel
Mulchage superficiel
Recours au glyphosate limité



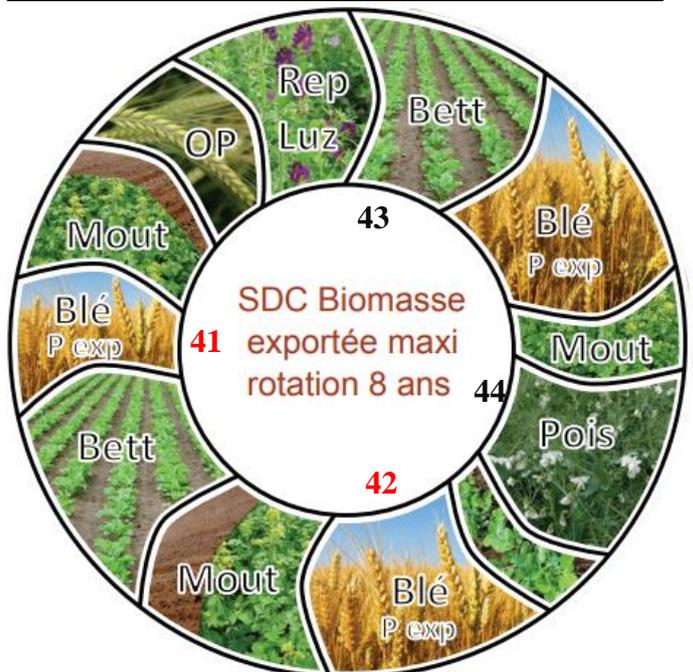
Couverts permanents

Spécificités :
Présence de 50% de céréales dont une orge brassicole, de colza
Pas de betterave
Pas de travail du sol sauf sur rang de semis -
Recours au glyphosate limité
Pas d'exportation de paille et de Cipan



Biomasse exportée maxi

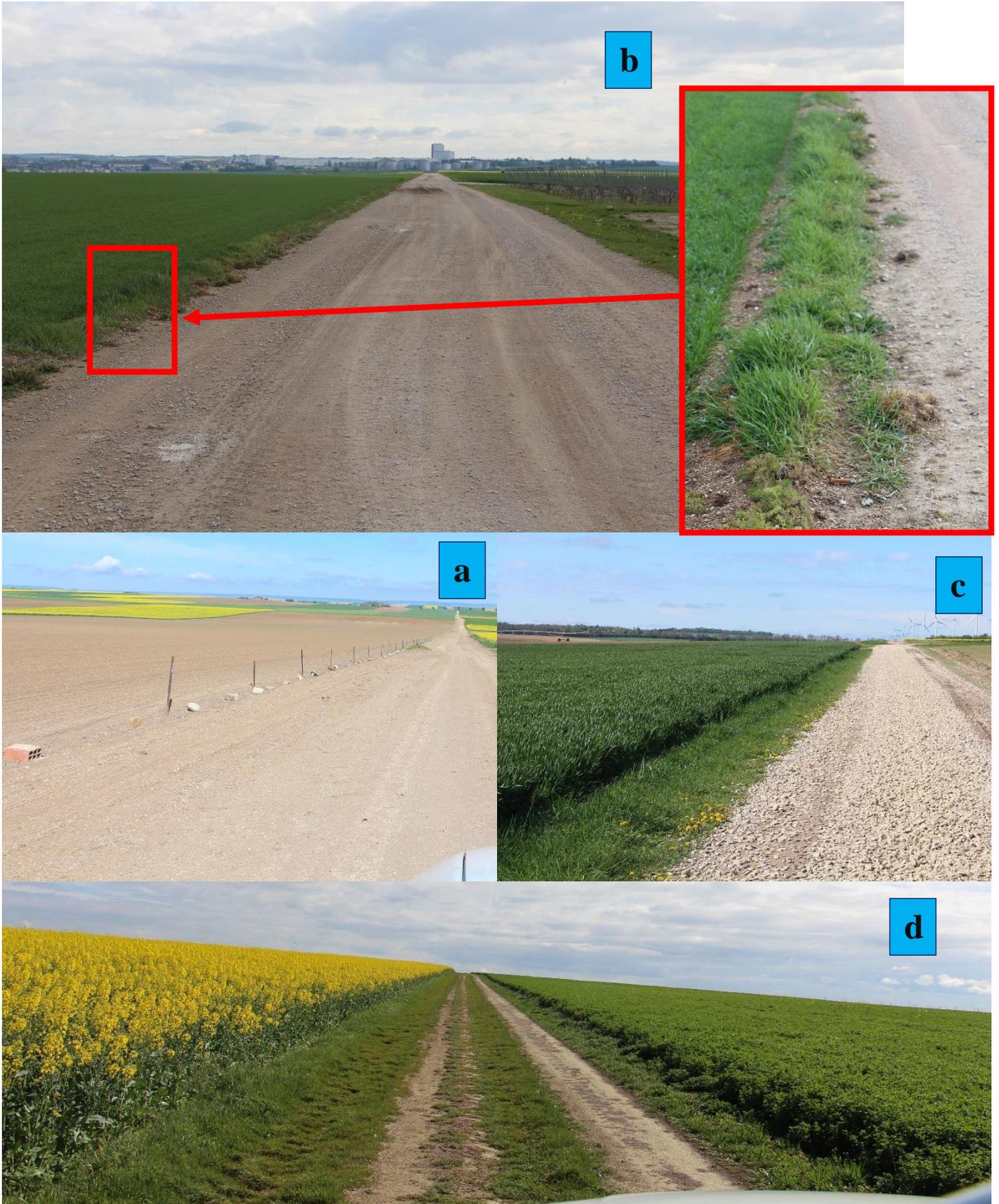
Spécificités :
Présence de 50% de céréales dont une orge brassicole
Betterave tous les 3-4 ans
Exportation des pailles
Enfouissement des Cipan
Introduction d'une légumineuse pour améliorer l'efficacité énergétique et GES
Option CIVE possible



Annexe XIV : CIN et CIP des cultures non cléistogamiques florissant entre avril et aout au sein de l'agrosystème du Mont Choisy (ABP)

FAMILLE	Nom scientifique	Nom commun	CIN	CIP	Sources
FABACEAE	Medicago sativa L.	Luzerne cultivée	3,6	1,4	Base de données flore mellifère [45]
	Latyrus oleraceus Lam.	Pois cultivé	2,75	1	
BRASSICACEAE	Brassica napus L.	Colza	3,9	4	
CANNABACEAE	Cannabis sativa L.	Chanvre cultivé	0	4	[46] [47]
SOLANACEAE	Solanum tuberosum L.	Pomme de terre	1	1	[48] [49]
VITACEAE	Vitis vinifera L.	Vigne	1	2,5	[45]

Annexe XV : Photos (Charles, mai 2019) des différents types de bords de chemins de l'aire de butinage du Mont Choisy a : BC inexistant(5% des BC) / b : BC quasi inexistant (20% des BC) / c : BC le plus courant, 40 à 80cm de chaque côté (60% des BC) / d : BC enherbé (15% des BC)



Annexe XVI : Liste des espèces florifères recensées sur l'ensemble de l'AB entre avril et juillet

FAMILLE	Espece	Nom commun
ADOXACEAE	<i>Sambucus nigra</i> L.	Grand sureau
	<i>Viburnum lantana</i> L.	Lantane
APIACEAE	<i>Ligustrum vulgare</i>	Troène commun
	<i>Anthriscus caucalis</i> M. Bieb.	Anthrisque commun
ASPARGACEAE	<i>Daucus carota</i> L.	Carotte sauvage
	<i>Muscari neglectum</i> Guss. ex Ten.	Muscari à grappe
ASTERACEAE	<i>Achille millefolium</i> L.	Achillée millefeuille
	<i>Bellis perennis</i> L.	Paquerette
	<i>Carduus crispus</i> L.	Chardon crépu
	<i>Centaurea nigra</i> L.	Centaurée noire
	<i>Centaurea scabiosa</i> L.	Centaurée scabieuse
	<i>Crepis vesicaria</i> L.	Crépide à vésicules
	<i>Tripleurospermum inodorum</i> (L) Sch. Bip.	Camomille inodore
	<i>Pilosella officinarum</i> Vaill.	Piloselle
	<i>Senecio vulgaris</i> L.	Séneçon commun
	<i>Taraxacum</i> F. H. Wigg.	Pissenlit dent de lion
	<i>Tussilago farfara</i> L.	Pas d'âne, Tussilage
BORAGINACEAE	<i>Echium vulgare</i> L.	Vipérine commune
	<i>Myosotis arvensis</i> (L.) Hill	Myosotis des champs
BRASSICACEAE	<i>Alliaria petiolata</i> (M.Bieb.) Cavara & Grande	Alliaire
	<i>Brassica napus</i> L.	Colza
	<i>Brunias orientalis</i> L.	Brunias d'Orient
	<i>Calepina irregularis</i> (Asso) Thell.	Calépine
	<i>Capsella bursa-pastoris</i> (L.) Medik.	Bourse-à-pasteur
	<i>Cardamine hirsuta</i>	Cardamine hérissé
	<i>Lepidium campestre</i> (L.) R. Br.	Bourse de Judas
CAPRIFOLIACEAE	<i>Sisymbrium altissimum</i> L.	Grand Vélar
	<i>Valerianella locusta</i> (L.) Laterr.	Mache doucette
	<i>Ceraiste arvensis</i> L.	Céraisie des champs
	<i>Cerastium lomeratum</i> Thuill.	Céraisie aggloméré
	<i>Silene latifolia</i> subsp. <i>alba</i> (Mill.) Greuter & Burdet	Compagnon blanc
CONVOLVULACEAE	<i>Convolvulus arvensis</i> L.	Liseron des champs
CYPERACEAE	<i>Carex flacca</i> Scherb.	Laiche flasque
EUPHORBIACEAE	<i>Euphorbia cyparissias</i> L.	Euphorbe petit cyprès
FABACEAE	<i>Coronilla varia</i> L.	Coronille bigarrée
	Hippocrépide à toupet	<i>Hippocretis comosa</i> L.
	<i>Lotus corniculatus</i> L.	Lotier commun
	<i>Medicago lupulina</i> L.	Luzerne lupuline
	<i>Medicago sativa</i> L.	Luzerne cultivée
	<i>Trifolium pratense</i> L.	Trèfle rose
GERANIACEAE	<i>Trifolium repens</i> L.	Trèfle blanc
	<i>Erodium cicutarium</i> (L.) L'Hér.	Bec-de-grue à feuilles de ciguë
	<i>Geranium dissectum</i> L.	Géranium à feuilles découpées
	<i>Geranium molle</i> L.	Géranium à feuilles molles
HYPERACEAE	<i>Geranium rotundifolium</i> L.	Géranium à feuilles rondes
	<i>Hypericum</i> sp.	Hypéricum
LAMIACEAE	<i>Glechoma hederaceae</i> L.	Gléchome lierre terrestre
	<i>Lamium album</i> L.	Lamier blanc
	<i>Lamium amplexicaule</i> L.	Lamier amplexicaule
	<i>Lamium purpureum</i> L.	Lamier pourpre
	<i>Origanum vulgare</i> L.	Marjolaine sauvage
MALVACEAE	<i>Thymus praecox</i> Opiz.	Serpolet couchet
	<i>Malva alcea</i> L.	Mauve alcée
OLEACEAE	<i>Syringa vulgaris</i> L.	Lilas
OROBANCHACEAE	<i>Melampyrum arvensis</i> L.	Mélampyre des champs
PAPAVERACEAE	<i>Fumaria officinalis</i> L.	Fumeterre officinale
PLANTAGINACEAE	<i>Papaver rhoeas</i> L.	Coquelicot
	<i>Linaria vulgaris</i> Mill.	Linaria commune
	<i>Plantago lanceolata</i> L.	Plantain étroit
PRIMULACEAE	<i>Verinoca persica</i> Poir.	Véronique commune
PRIMULACEAE	<i>Primula veris</i> L.	Coucou
RANUNCULACEAE	<i>Ranunculus repens</i> L.	Renoncule rampant
RESEDACEAE	<i>Reseda lutea</i> L.	Réséda bâtard
	<i>Reseda phyteuma</i> L.	Réséda raiponce
ROSACEAE	<i>Agrimonia eupatoria</i> L.	Aigremoine eupatoire
	<i>Crataegus monogina</i> Jacq.	Aubépine à un style
	<i>Potentilla reptans</i> L.	Potentille rampant
	<i>Potentilla verna</i> L.	Potentille de Neumann
	<i>Prunus avium</i> L.	Cerisier des oiseaux, Meusisier
	<i>Prunus mahaleb</i> L.	Cerisier de sainte Lucie
	<i>Prunus spinosa</i> L.	Epine noire
	<i>Ranunculus arvensis</i> L.	Chausse-trappe des blés
	<i>Rosa canina</i> L.	Eglantier des chiens
RUBIACEAE	<i>Rubus fruticosus</i> L.	Ronce commune
	<i>Galium aparine</i> L.	Gaillet gratteron
SAPINDACEAE	<i>Galium mollugo</i> L.	Caille-lait blanc
	<i>Acer pseudoplatanus</i> L.	Erable sycomore
VIOLACEAE	<i>Viola arvensis</i> L.	Violette des champs
	<i>Viola kitaibeliana</i> Schult.	Pensée de kitaibel

Annexe XVII : Moyennes des pourcentages de recouvrement du sol (%) des espèces en fleurs recensées sur les BC et BR d'avril à juillet avec leur CIP et CIN associé. En bas du tableau sont calculés les CIP et CIN moyen (figure 7). Le x signifie que le CI en question n'est évalué par aucune source Le % CI répertorié est le % d'espèces recensées ayant un CI répertorié.

Nom commun	CIN	CIP	25-avr			16-mai			17-juin			17-juil		
			%	CIN.%	CIP.%	%	CIN.%	CIP.%	%	CIN.%	CIP.%	%	CIN.%	CIP.%
Anthriscue commun	3	4	0,5	1,5	1,9		0,0	0,0	0,1	0,3	0,4		0,0	0,0
Buplèvre en faux	x	x	0,3	X	X		X	X		X	X		X	X
Carotte sauvage	1,4	2,7		0,0	0,0		0,0	0,0	0,1	0,1	0,3	0,9	1,2	2,4
Muscari à grappe	2,5	X	0,1	0,1	X		0,0	X		0,0	X		0,0	X
Achillée millefeuille	3,3	X		0,0	X		0,0	X	0,5	1,7	X		0,0	X
Paquerette	N	P	2,2	X	X	0,5	X	X	0,5	X	X		X	X
Chardon crépu	3	2		0,0	0,0		0,0	0,0		0,0	0,0	0,1	0,3	0,2
Centauree noire	3,7	3,0		0,0	0,0		0,0	0,0		0,0	0,0	0,1	0,4	0,3
Centauree scabieuse				0,0	0,0		0,0	0,0		0,0	0,0	1	0,0	0,0
Crépide à vésicules	x	x		X	X		X	X		X	X	0,3	X	X
Camomille sauvage	x	x		X	X		X	X		X	X		X	X
Camomille inodore	x	x	0,1	X	X	0,2	X	X	4	X	X	0,7	X	X
Séneçon commun	x	x	0,5	X	X	0,2	X	X		X	X		X	X
Pissenlit dent de lion	4,2	5,2	6,3	26,5	32,8	2	8,4	10,4		0,0	0,0		0,0	0,0
Pas d'âne, Tussilage	x	x	0,2	X	X		X	X		X	X		X	X
Vipérine commune	4,0	1,1	0,1	0,5	0,1		0,0	0,0		0,0	0,0		0,0	0,0
Myosotis des champs	x	3,3	0,2	X	0,7		X	0,0		X	0,0		X	0,0
Alliaire	x	x	0,5	X	X	0,1	X	X		X	X		X	X
Colza	3,9	4	0,1	0,5	0,5		0,0	0,0		0,0	0,0		0,0	0,0
Brunias d'Orient	x	x		X	X	0,1	X	X		X	X		X	X
Calépine	x	x	0,9	X	X	0,1	X	X		X	X		X	X
Bourse-à-pasteur	x	x	2,1	X	X	1	X	X		X	X		X	X
Cardamine hérissé	x	x	0,1	X	X		X	X		X	X		X	X
Bourse de Judas	x	x	0,1	X	X		X	X		X	X		X	X
Grand Vélar	x	0	0,2	X	0,0	0,1	X	0,0		X	0,0		X	0,0
Mache doucette	2,2	4	0,3	0,6	1,1	0,1	0,2	0,4		0,0	0,0		0,0	0,0
Céraiste des champs	x	x		X	X	0,1	X	X		X	X		X	X
Céraiste aggloméré	x	x		X	X		X	X		X	X		X	X
Compagnon blanc	2	1	0,2	0,4	0,2	1	2,0	1,0	0,5	1,0	0,5		0,0	0,0
Liseron des champs	x	3,3		X	0,0		X	0,0		X	0,0	0,5	X	1,7
Laiche flasque	x	x		X	X		X	X		X	X		X	X
Euphorbe réveil matin	x	x	1,3	X	X	0,1	X	X		X	X		X	X
Coronille bigarrée	x	x		X	X		X	X	4	X	X		X	X
Lotier commun	1,8	1,8		0,0	0,0		0,0	0,0	3	5,5	5,3	0,1	0,2	0,2
Hippocrépide à toupet	x	x		X	X		X	X		X	X		X	X
Luzerne cultivée														
Trèfle rose	3,0	2,2		0,0	0,0		0,0	0,0	0,1	0,3	0,2		0,0	0,0
Trèfle blanc	2,9	1,0		0,0	0,0	0,1	0,3	0,1	4	11,6	4,0		0,0	0,0
Bec-de-grue à feuilles de ciguë	x	x	1,2	X	X		X	X		X	X		X	X
Géranium à feuilles molles	2,5	1		0,0	0,0		0,0	0,0		0,0	0,0	0,1	0,3	0,1
Géranium à feuilles rondes				0,0	0,0	0,1	0,0	0,0		0,0	0,0		0,0	0,0
Hypéricum	0,4	2,8		0,0	0,0		0,0	0,0	1	0,4	2,8	0,5	0,2	1,4
Gléchome lierre terrestre	3	1	0,1	0,2	0,1		0,0	0,0		0,0	0,0		0,0	0,0
Lamier blanc	1,5	1,2	0,1	0,1	0,1		0,0	0,0		0,0	0,0		0,0	0,0
Lamier amplexicaule			1,2	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0		0,0	0,0		0,0	0,0
Lamier pourpre			2,7	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0		0,0	0,0		0,0	0,0
Marjolaine sauvage	3,4	2,1		0,0	0,0		0,0	0,0		0,0	0,0		0,0	0,0
Mauve alcée	3,3	x		0,0	X		0,0	X		0,0	X	0,1	0,3	X
Mélampyre des champs	x	x		X	X		X	X	0,1	X	X		X	X
Fumeterre officinale	x	x	0,3	X	X	0,1	X	X		X	X		X	X
Coquelicot	0	4,6		0,0	0,0	0,1	0,0	0,5	2	0,0	9,2	0,2	0,0	0,9
Plantain étroit	1,5	3,9		0,0	0,0		0,0	0,0	2	3,0	7,8	3	4,5	11,7
Linaire commune	x	x		X	X		X	X		X	X	0,1	X	X
Véronique commune	x	x	0,7	X	X	0,1	X	X		X	X		X	X
Coucou	3,3	x	0,5	1,5	X		0,0	X		0,0	X		0,0	X
Renoncule rampant	x	x		X	X	0,2	X	X		X	X		X	X
Réséda bâtard	1,7	3,3		0,0	0,0	0,1	0,2	0,3	0,2	0,3	0,7	0,2	0,3	0,7
Réséda raiponce	1,7	4,2		0,0	0,0		0,0	0,0		0,0	0,0		0,0	0,0
Potentille rampant	x	x	0,3	X	X		X	X		X	X		X	X
Potentille de Neumann	x	x		X	X	0,2	X	X	1	X	X		X	X
Caille-lait blanc	x	x		X	X		X	X	1	X	X		X	X
Violette des champs	1,7	x		0,0	X	0,1	0,2	X		0,0	X		0,0	X
Total			23,3			6,9			24,1			7,9		
% CI répertorié :			12,0	11,9		3,8	3,8		13,5	13,0		6,3	6,7	
			CIN	CIP		CIN	CIP		CIN	CIP		CIN	CIP	
			2,7	3,2		3,0	3,3		1,8	2,4		1,2	2,9	
			25-avr			16-mai			17-juin			17-juil		

Annexe XVIII : Moyennes des pourcentages de recouvrement du sol (%) des espèces en fleurs recensées sur les prairies d'avril à juillet avec leur CIP et CIN associé En bas du tableau sont calculés les CIP et CIN moyen (figure 7). Le x signifie que le CI en question n'est évalué par aucune source Le % CI répertorié est le % d'espèces recensées ayant un CI répertorié.

Nom commun	CIN	CIP	17-avr			16-mai			17-juin			17-juil		
			%	CIN.%	CIP.%	%	CIN.%	CIP.%	%	CIN.%	CIP.%	%	CIN.%	CIP.%
Lantane	0	5	0,7	0,0	3,3		0,0	0,0		0,0	0,0		0,0	0,0
Anthriscus commun	3	4		0,0	0,0	0,1	0,3	0,4		0,0	0,0		0,0	0,0
Muscari à grappe	2,5	X	0,4	1,1	x		0,0	x		0,0	x		0,0	x
Achillée millefeuille	3,3	X		0,0	x		0,0	x	0,2	0,7	x	1	3,3	x
Paquerette	N	P	4,4	x	x	2	x	x	1	x	x	1	x	x
Crépide à vésicules	x	x		x	x		x	x	0,1	x	x	1	x	x
Camomille inodore	x	x	0,0	x	x		x	x		x	x		x	x
Piloselle	x	x	0,1	x	x		x	x	0,5	x	x	0,1	x	x
Séneçon commun	x	x	0,1	x	x		x	x		x	x		x	x
Pissenlit dent de lion	4,2	5,2	3,2	13,5	14,0	0,1	0,4	0,4		0,0	0,0		0,0	0,0
Vipérine commune	4,0	1,1		0,0	0,0		0,0	0,0	0,5	2,0	0,5	0,5	2,0	0,5
Myosotis des champs	x	3,3	0,8	x	2,6	0,1	x	0,3		x	0,0		x	0,0
Alliaire	x	x	0,3	x	x		x	x		x	x		x	x
Brunias d'Orient	x	x		x	x	0,1	x	x		x	x		x	x
Calépine	x	x	0,8	x	x	0,1	x	x		x	x		x	x
Bourse-à-pasteur	x	x	1,0	x	x		x	x		x	x		x	x
Cardamine hérissé	x	x	1,7	x	x		x	x		x	x		x	x
Bourse de Judas	x	x	0,4	x	x		x	x		x	x		x	x
Grand Vélar	x	0		x	0,0	0,1	x	0,0		x	0,0		x	0,0
Mache doucette	3,3	4	1,2	4,0	4,9	3	9,9	12,0	0,5	1,7	2,0	0,2	0,7	0,8
Céraiste aggloméré	x	x	1,3	x	x		x	x		x	x		x	x
Compagnon blanc	2	1		0,0	0,0	0,1	0,2	0,1	0,5	1,0	0,5	0,1	0,2	0,1
Liseron des champs	x	3,3		x	0,0		x	0,0	0,1	x	0,3	0,1	x	0,3
Euphorbe petit cyprès	x	x	0,9	x	x		x	x		x	x		x	x
Coronille bigarrée	x	x		x	x		x	x	7	x	x	1	x	x
Lotier commun	1,8	1,8		0,0	0,0		0,0	0,0	7	12,8	12,4	3	5,5	5,3
Luzerne lupuline	2,9	1	1,7	4,8	1,7		0,0	0,0		0,0	0,0		0,0	0,0
Luzerne cultivée	3,6	1,4		0,0	0,0		0,0	0,0		0,0	0,0	2	7,1	2,7
Trèfle blanc	2,9	1,0		0,0	0,0		0,0	0,0	8	23,2	8,0	2	5,8	2,0
Hypéricum	0,4	2,8		0,0	0,0		0,0	0,0	3	1,3	8,3	3	1,3	8,3
Bec-de-grue à feuilles de ciguë	x	x	1,3	x	x	2	x	x		x	x		x	x
Géranium à feuilles découpées				0,0	0,0		0,0	0,0	0,5	1,3	0,5	0,2	0,5	0,2
Géranium à feuilles molles	2,5	1	0,2	0,0	0,0		0,0	0,0		0,0	0,0		0,0	0,0
Géranium à feuilles rondes				0,0	0,0	3	0,0	0,0		0,0	0,0		0,0	0,0
Gléchole lierre terrestre	3	1	1,7	5,0	1,7	0,1	0,3	0,1		0,0	0,0		0,0	0,0
Lamier amplexicaule	1,5	1,15	1,4	2,2	1,7		0,0	0,0		0,0	0,0		0,0	0,0
Lamier pourpre			1,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0		0,0	0,0		0,0	0,0
Serpolet couchet	3,3	0,3		0,0	0,0		0,0	0,0	0,2	0,7	0,1	0,1	0,3	0,0
Fumeterre officinale	x	x	0,2	x	x		x	x		x	x		x	x
Coquelicot	0	4,6		0,0	0,0	0,1	0,0	0,5	2	0,0	9,2	0,1	0,0	0,5
Plantain étroit	1,5	3,9		0,0	0,0		0,0	0,0	3	4,5	11,7	4	6,0	15,6
Véronique commune	x	x	2,4	x	x	1	x	x		x	x		x	x
Coucou	3,3	x	0,3	1,1	x		0,0	x		0,0	x		0,0	x
Réséda bâtard	1,7	3,3		0,0	0,0	2	3,4	6,6	1	1,7	3,3	2	3,4	6,6
Réséda raiponce	1,7	4,2	1,9	3,2	7,8	1	1,7	4,2		0,0	0,0		0,0	0,0
Aigremoine eupatoire	x	x		x	x		x	x	2	x	x	2	x	x
Aubépine à un style	1,7	3		0,0	0,0	1	1,7	3,0		0,0	0,0		0,0	0,0
Potentille rampant	x	x	5,9	x	x	1	x	x		x	x		x	x
Cerisier des oiseaux, Meusisier	2,4	3	2,3	5,7	7,0		0,0	0,0		0,0	0,0		0,0	0,0
Cerisier de sainte Lucie			2,3	0,0	0,0		0,0	0,0		0,0	0,0		0,0	0,0
Chausse-trappe des blés	x	x		x	x	2	x	x	1	x	x	0,5	x	x
Eglantier des chiens	2,7	3,2		0,0	0,0		0,0	0,0	0,2	0,5	0,6	0,1	0,3	0,3
Ronce commune	4	4		0,0	0,0		0,0	0,0	2	8,0	8,0	0,5	2,0	2,0
Gaillet gratteron	x	x		x	x		x	x	0,5	x	x	0,1	x	x
Violette des champs	1,7	x	0,2	0,4	x	0,1	0,2	x		0,0	x		0,0	x
Pensée de kitaibel	1,7	x	1,4	2,5	x		0,0	x		0,0	x		0,0	x
TOTAL			41,9				19,1			40,8			24,6	
% CI répertorié :			20,11	18,44		10,70	10,80		28,60	28,40		18,80	17,80	
			CIN	CIP		CIN	CIP		CIN	CIP		CIN	CIP	
			2,2	2,4		1,7	2,6		2,1	2,3		2,0	2,5	
			17-avr			16-mai			17-juin			17-juil		

Annexe XIX : Moyennes des pourcentages de recouvrement du sol (%) des espèces en fleurs recensées sur les jachères d'avril à juillet avec leur CIP et CIN associé. En bas du tableau sont calculés les CIP et CIN moyen (figure 7). Le x signifie que le CI en question n'est évalué par aucune source Le % CI répertorié est le % d'espèces recensées ayant un CI répertorié.

	CIN	CIP	Jachères												
			17-avr			16-mai			17-juin			17-juil			
Non commun			%	CIN.%	CIP.%	%	CIN.%	CIP.%	%	CIN.%	CIP.%	%	CIN.%	CIP.%	
Chardon crépu	3	2		0	0		0	0	1,0	3,0	2,0	14,0	42,0	28,0	
Crépide à vésicules	x	x		x	x		x	x	4,0	x	x	3,0	x	x	
Camomille inodore	x	x		x	x		x	x	0,5	x	x		x	x	
Séneçon commun	x	x	1,0	x	x		x	x		x	x		x	x	
Pissenlit dent de lion	4,2	4,3	20,5	86,1	88,8	3,0	12,6	13,0	1,0	4,2	4,3		0,0	0,0	
Colza	3,9	4	1,0	3,9	4,0	3,0	11,8	12,0							
Calépine	x	3,3		x	0,0	2,0	x	6,6	0,5	x	x		x	x	
Bourse-à-pasteur	x	x	5,0	x	x	28,0	x	x		x	x		x	x	
Grand Vélar	x	x		x	x	0,1	x	x		x	x		x	x	
Mache doucette	3,3	4,0	5,0	16,5	20,0		0,0	0,0		x	x		x	x	
Compagnon blanc	2,0	1,0		0,0	0,0	2,0	4,0	2,0	0,5	x	x		x	x	
Liseron des champs	x	3,3		x	0,0	1,0	x	3,3		x	0,0		x	0,0	
Coronille bigarrée	x	x		x	x	4,0	x	x	3,0	x	x	2,0	x	x	
Luzerne cultivée	3,6	1,4		0,0	0,0		0,0	0,0	1,0	3,6	1,4	25,0	89,2	33,8	
Trèfle blanc	2,9	1,0		0,0	0,0		0,0	0,0	1,0	2,9	1,0	0,5	1,5	0,5	
Bec-de-grue à feuilles de ciguë	x	x		x	x		x	x	5,0	x	x	8,0	x	x	
Géranium à feuilles découpées	2,5	1,0		0,0	0,0		0,0	0,0	7,0	17,5	7,0	4,0	10,0	4,0	
Géranium à feuilles rondes	2,5	1,0		0,0	0,0	1,0	2,5	1,0	0,5	1,3	0,5	1,0	2,5	1,0	
Lamier amplexicaule	1,5	1,2		0,0	0,0		0,0	0,0		0,0	0,0	1,0	1,5	1,2	
Lamier pourpre	1,5	1,2		0,0	0,0	1,0	1,5	1,2		0,0	0,0		0,0	0,0	
Coquelicot	0,0	4,6	17,5	0,0	80,1	8,0	0,0	36,6	5,0	0,0	22,9	3,0	0,0	13,7	
Plantain étroit	1,5	3,9	10,0	15,0	39,0	5,0	7,5	19,5	4,0	6,0	15,6	1,0	1,5	3,9	
Réséda bâtard	1,7	3,3		0,0	0,0	9,0	15,3	29,7	10,0	17,0	33,0	7,0	11,9	23,1	
TOTAL			60,0			67,1			44,0			69,5			
% CI répertorié :				54,0	54,0		32,0	35,0		31,0	31,5		56,5	56,5	
				CIN	CIP		CIN	CIP		CIN	CIP		CIN	CIP	
				2,3	4,3		1,7	3,6		1,8	2,8		2,8	1,9	
				17-avr			16-mai			17-juin			17-juil		

Annexe XX : Moyennes des pourcentages de recouvrement du sol (%) des espèces en fleurs recensées sur les bouchons d'avril à juillet avec leur CIP et CIN associé. En bas du tableau sont calculés les CIP et CIN moyen (figure 7).

Le x signifie que le CI en question n'est évalué par aucune source Le % CI répertorié est le % d'espèces recensées

FAMILLE	Espèce	Nom commun	CIN	CIP	25-avr			16-mai			17-juin			17-juil
					%	CIN.%	CIP.%	%	CIN.%	CIP.%	%	CIN.%	CIP.%	
ADOXACEAE	<i>Sambucus nigra L.</i>	Grand sureau	0,5	2,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1	0,5	2,4	
	<i>Viburnum lantana L.</i>	Lantane	0,0	5,0	0,8	0,0	3,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
	<i>Ligustrum vulgare</i>	Troène commun	3,3	1,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1	3,3	1,7	
OLEACEAE	<i>Syringa vulgaris L.</i>	Lilas	0,8	x	0,1	0,1	x	0,0	x	0,0	x	0,0	x	
MALVACEAE	<i>Tilia x europea L.</i>	Tilleuil commun	3,3	2,3	0,0	0,0	0,0				2	6,6	4,5	0
ROSACEAE	<i>Crataegus monogyna Jacq.</i>	Aubépine à un style	1,7	3	0,0	0,0	0,0	4	6,8	12,0		0,0	0,0	
	<i>Prunus avium L.</i>	Cerisier des oiseaux, Meusisier	2,4	3	3,3	8,0	9,9		0,0	0,0		0,0	0,0	
	<i>Prunus mahaleb L.</i>	Cerisier de sainte Lucie	2,4	3	5,1	12,5	15,4		0,0	0,0		0,0	0,0	
	<i>Prunus spinosa L.</i>	Epine noire	2,4	3	0,9	2,3	2,8		0,0	0,0		0,0	0,0	
	<i>Rosa canina L.</i>	Eglantier des chiens	2,7	3,2	0,0	0,0	0,0		0,0	0,0	2	5,3	6,3	
	<i>Rubus fruticosus L.</i>	Ronce commune	4	4	0,0	0,0	0,0		0,0	0,0	4	16,0	16,0	
SAPINDACEAE	<i>Acer pseudoplatanus L.</i>	Erable sycomore	4,4	3,0	2,9	12,8	8,6	2	8,8	5,9		0,0	0,0	
		Total			13,2			6			9			0
		% CI répertorié :				13,2	13,1		6,0	6,0		9,0	9,0	
						CIN	CIP		CIN	CIP		CIN	CIP	
						2,7	3,1		2,6	3,0		3,5	3,4	
						17-avr			16-mai			17-juin		17-juil

Annexe XXI : Pourcentages de floraisons moyens et nombre d'espèces florifères recensées

Le « % répertoriés » correspond au % de surface occupé par les espèces utilisées dans le calcul des coefficients d'intérêt pollinique (CIP) et nectarifère (CIN) des faciès ayant un CIP et CIN répertorié.

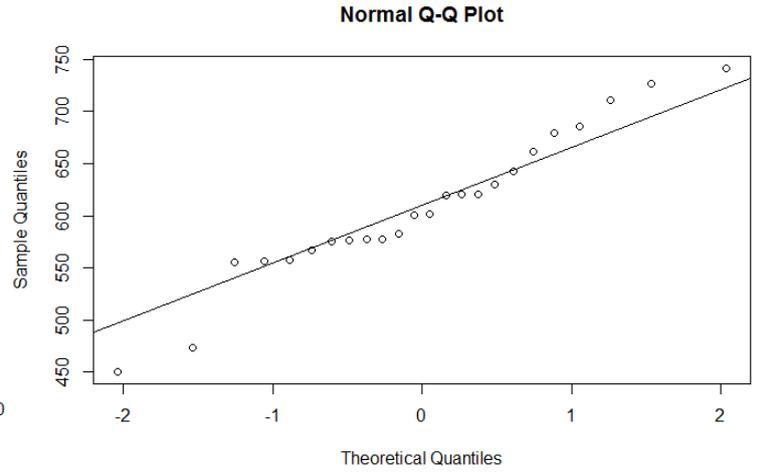
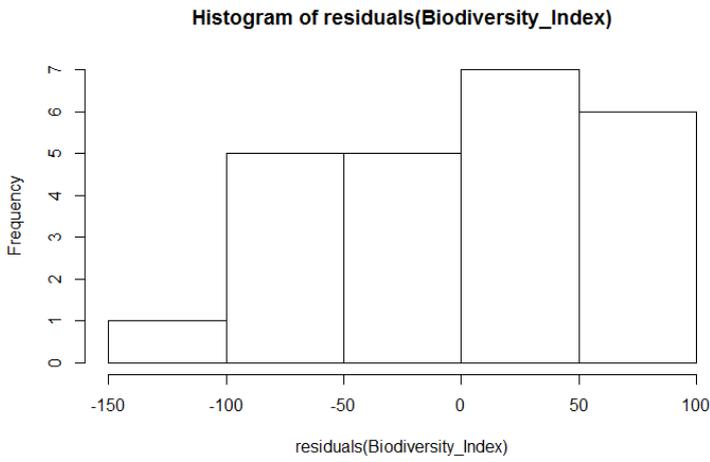
		avril	mai	juin	juillet	total
Bords de routes et chemins	pourcentage de recouvrement en fleurs moyen	23,3	6,9	24,1	7,9	
	nombre d'espèces en fleurs	30	24	17	15	61
	CIN (%répertoriés)	2,7 (52%)	3 (55%)	1,8 (56%)	1,2 (80%)	
	CIP (% répertoriés)	3,2 (51%)	3,3 (55%)	2,4 (54%)	2,9 (85%)	
Bouchons	pourcentage de recouvrement en fleurs moyen	13,2	6	7	0	
	nombre d'espèces en fleurs	6	2	4	0	11
	CIN (%répertoriés)	2,7 (100%)	1,7 (100%)	3,6 (100%)		
	CIP (% répertoriés)	3,1(99%)	3 (100%)	3,8 (100%)		
Prairies	pourcentage de recouvrement en fleurs moyen	42	19,1	40,8	24,6	
	nombre d'espèces en fleurs	30	21	22	23	55
	CIN (%répertoriés)	2,2 (48%)	1,7 (58%)	2,1 (70%)	2 (76%)	
	CIP (% répertoriés)	2,4 (44%)	2,6 (57%)	2,3 (70%)	2,5 (72%)	
Jachères	pourcentage de recouvrement en fleurs moyen	60,0	79,1	51,0	75,5	
	nombre d'espèces en fleurs	7	14	17	13	20
	CIN (%répertoriés)	2,3(90%)	1,7 (48%)	1,8(70%)	2,8 (81%)	
	CIP (% répertoriés)	4,3(90%)	3,6 (52%)	2,8 (72%)	1,9 (81%)	
NOMBRE D'ESPECES EN FLEURS OBSERVEES AU TOTAL : 79						

Ruche	Pollen			
	18-avr	16-mai	17-juin	16-juil
Verte	81	8	45	45
Jaune	129	7	24	35
Marron	222	67	39	31

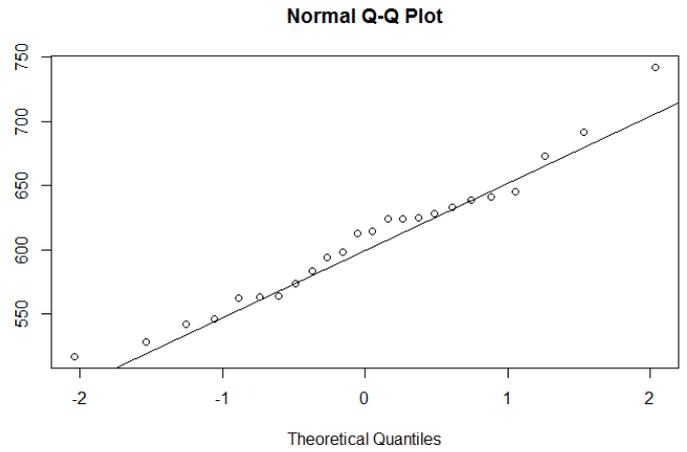
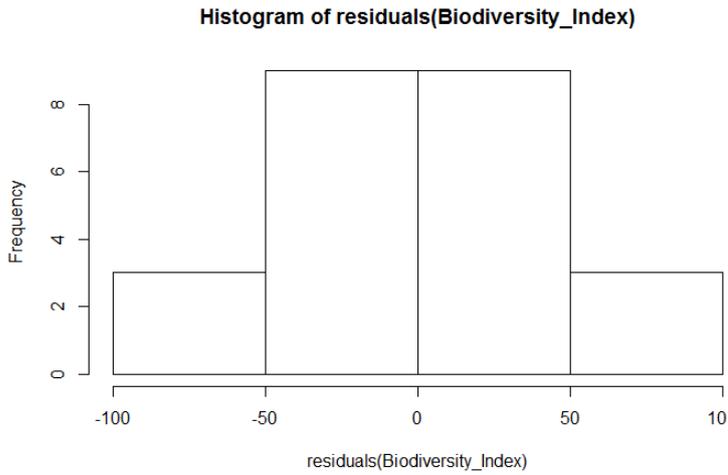
Annexe XXII : Résultats des analyses de pollen. Sur le bulletin d'analyses, les pourcentages faibles sont donnés par groupes de sources polliniques. Certains de ces pourcentages sont séparés en étant divisé par le nombre de sources. Ces pourcentages sont alors à prendre comme une indication et non comme le chiffre réel, ils sont donnés dans les cases grisées. En rouge les sources les plus importantes, en orange les sources importantes
M = ruche marron J = ruche jaune et V = ruche verte

Provenance du Pollen \ Ruches :	18-avr				17-mai				17-juin				15-juil			
	M	V	J	moy	M	V	J	moy	M	V	J	moy	M	V	J	moy
Colza	62,9	61,7	72,8	65,8	95,3	27,3	72,3	65,0								
Caryophyllacées, Paquerettes								0,5								
Erable		3,0	2,6	2,0	3,8	2,7	0,5	1,9								
Pissenlit	1,6	2,2	0,7	1,0		3,0		1,0								
Salsifis des prés				0,4				0,0								
Chêne		1,2		0,2												
Saule, Composées				0,2												
Réséda						51,0	24,0	25,0							0,4	0,1
Géraniées						2,8		0,9								
Fruitières	35,5	31,9	23,9	30,4		2,8	1,9	1,7								
Pin					0,9			0,1								
Moutarde						4,0		1,9								
Marronnier						6,4		2,3								
Graminées							1,4	0,1								
Rosacées, gleditschia, Réséda, Tilleuil										5,4						
Bryone																0,5
Trèfle blanc									2,5							2,2
Sainfoin																0,5
Plantain																2,2
Tilleuil																0,5
Sureau																1,2
Liliacées																1,3
Matricaire									71,0	34,4		35,1	25,9	14,9	6,8	15,9
Plantain										3,4	9,3	4,2				14
Cannabacées																2,2
Chardon																5,8
Epervière																2,3
Chénopode																3,6
Clématite, Chicorée, Bryone, Caryophyllacées, Molène, Géranium, Centaurée, Bardane																0,4
Caryophyllacées																0,7
Coquelicot																1,6
Papaver									22,2							0,2
Fraisiers										43,3	70,0	43,7				1,5
Ombellifères																1,4
Vipérine																0,7
Chicorée																0,7
Luzerne																6,1
Mercuriale																3,6
Bleuet, troène, Chardon, Liseron, Caryophyllacées																9,9
																3,3
																51,8
																43,2
																73,0
																56,0
																2,0
																0,4
																0,8
																2,3
																6,8
																3,9
																0,7
																2,0
																0,9
																2,1
																0,7
Total :	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,3	100,0	100,0	100,0	102,2	100,0	99,9	100,0	100,0
Nombre de provenances :	6	8	5	6,3	5	10	7	7,3	6	14	10	10	12	19	15	15,3
		8	5	6,5		10	7	8,5		14	10	12,0		19	15	17,0
		écart-type : 1,5				écart-type : 1,5				écart-type : 2				écart-type : 2		

Annexe XXIV:Histogramme des résidus des Indices de Biodiversité relative multipliés par 1000 (IBR1000) et qq plot des IBR1000 pour le relevé de mai

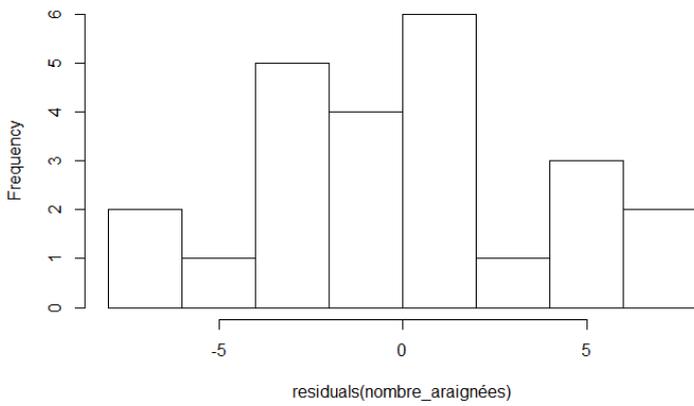


Annexe XXV : Histogramme des résidus des Indices de Biodiversité relative multipliés par 1000 (IBR1000) et qq plot des IBR1000 pour le relevé de juin

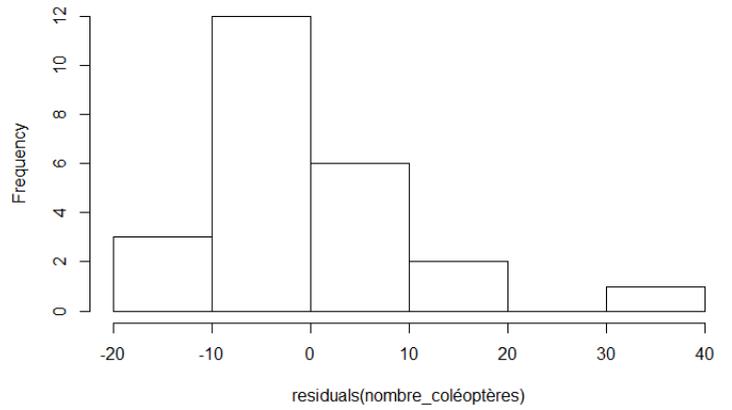


Annexe XXVI : Histogramme des résidus des nombres d'individus par ordre pour mai

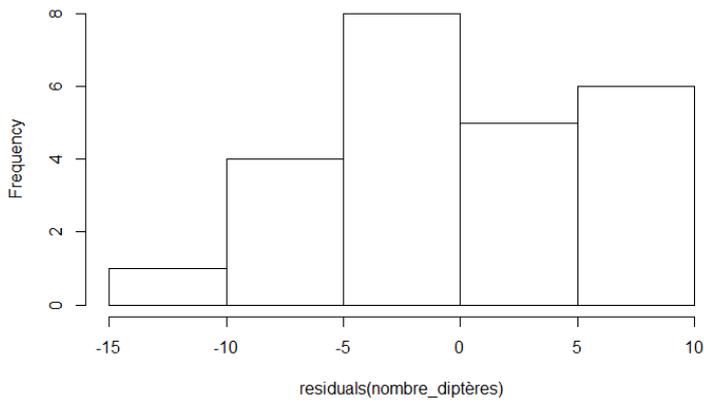
Histogram of residuals(nombre_araignées)



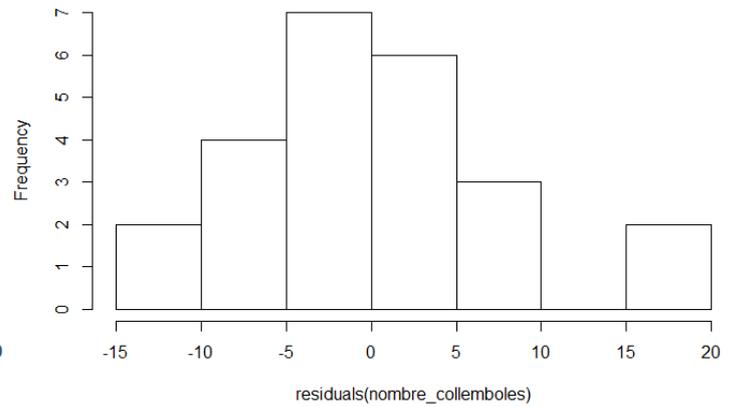
Histogram of residuals(nombre_coléoptères)



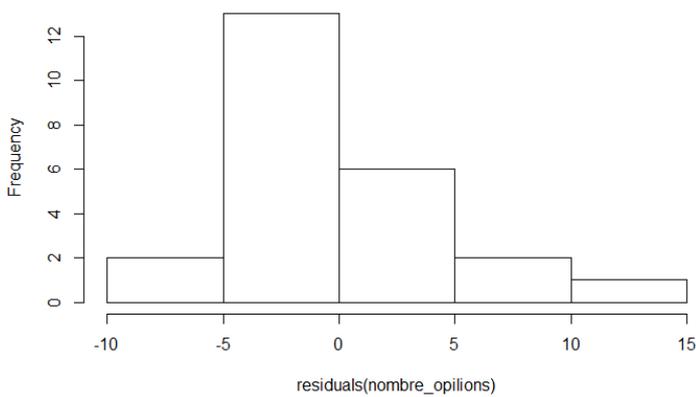
Histogram of residuals(nombre_diptères)



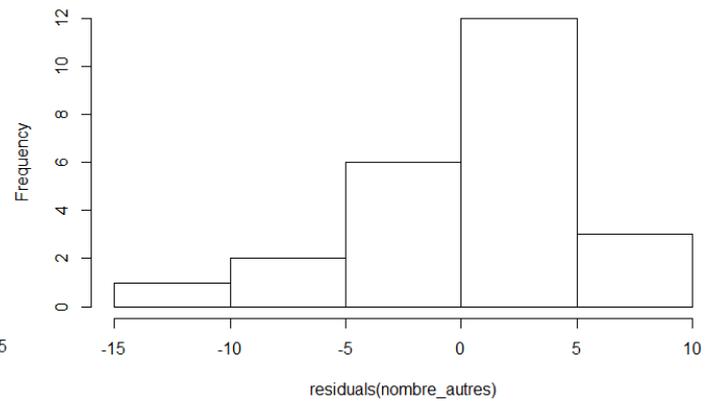
Histogram of residuals(nombre_collemboles)



Histogram of residuals(nombre_opilions)

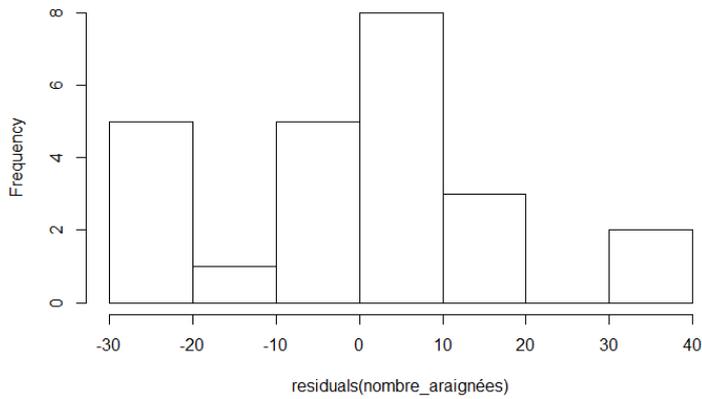


Histogram of residuals(nombre_autres)

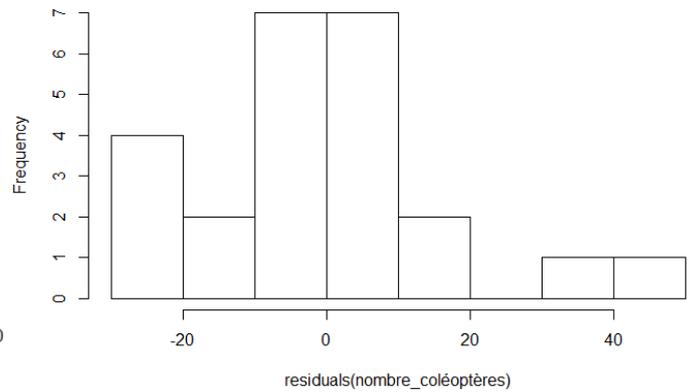


Annexe XXVII : Histogramme des résidus des nombres d'individus par ordre pour juin

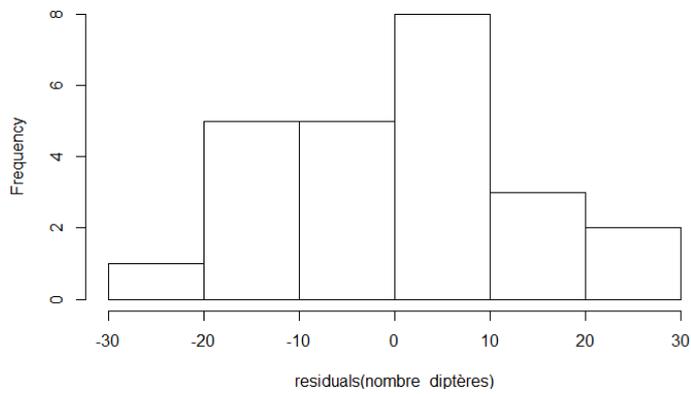
Histogram of residuals(nombre_araignées)



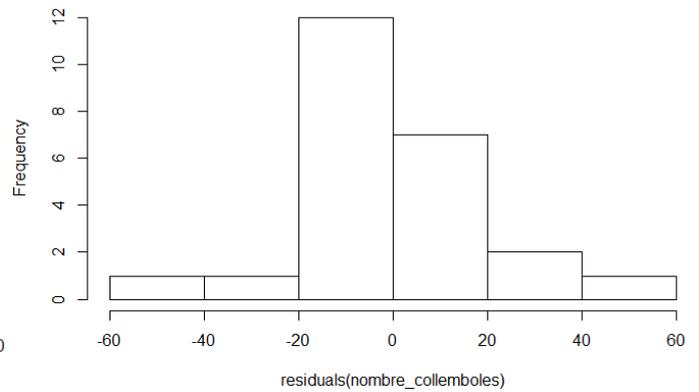
Histogram of residuals(nombre_coléoptères)



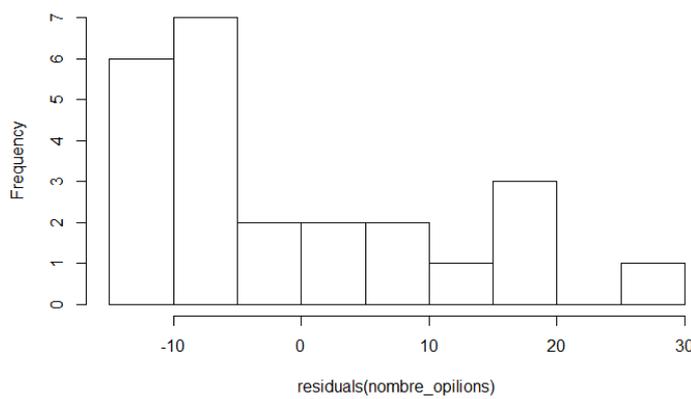
Histogram of residuals(nombre_diptères)



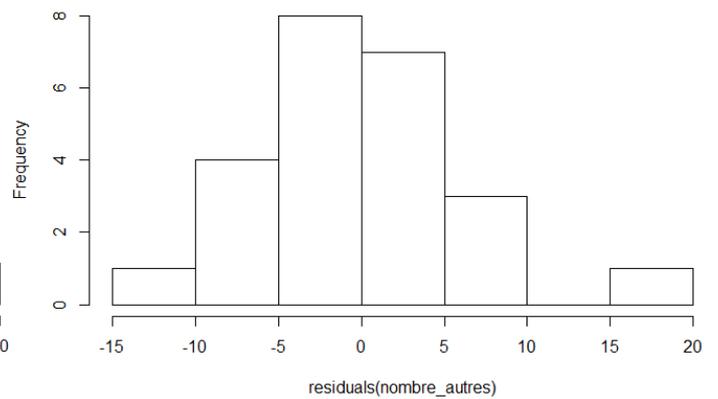
Histogram of residuals(nombre_collemboles)



Histogram of residuals(nombre_opilions)

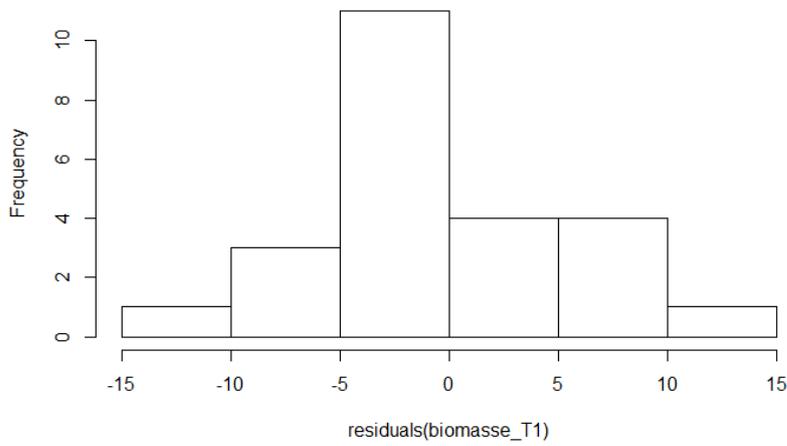


Histogram of residuals(nombre_autres)

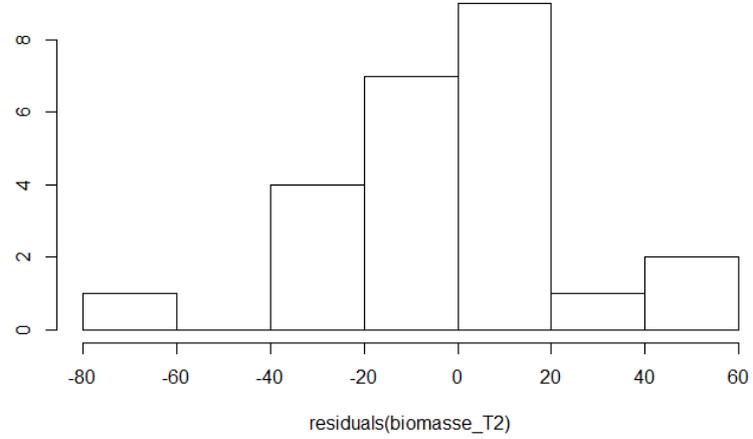


Annexe XXVIII : Histogramme des résidus des biomasses par classe de taille (T1, T2, T3 et T4) pour mai

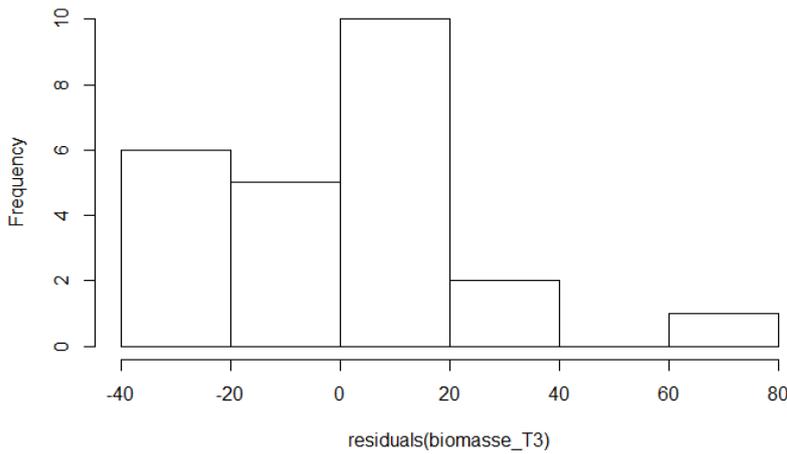
Histogram of residuals(biomasse_T1)



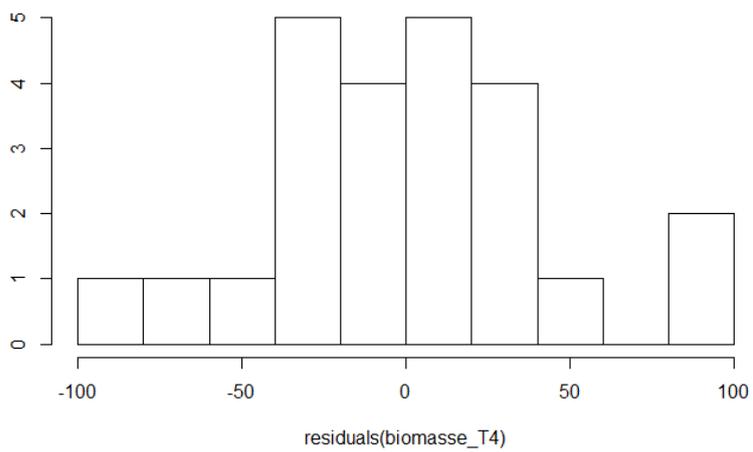
Histogram of residuals(biomasse_T2)



Histogram of residuals(biomasse_T3)

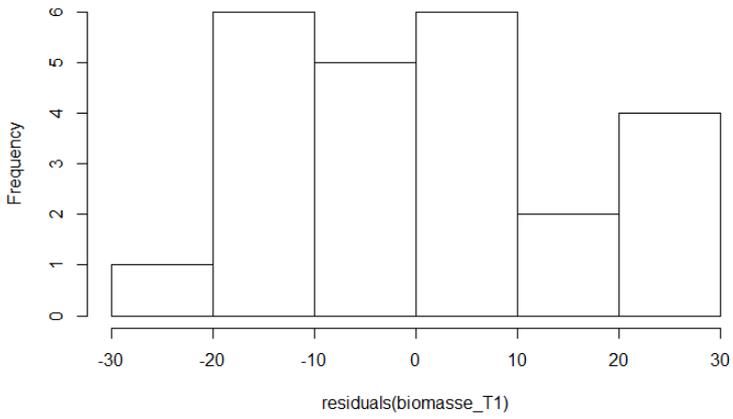


Histogram of residuals(biomasse_T4)

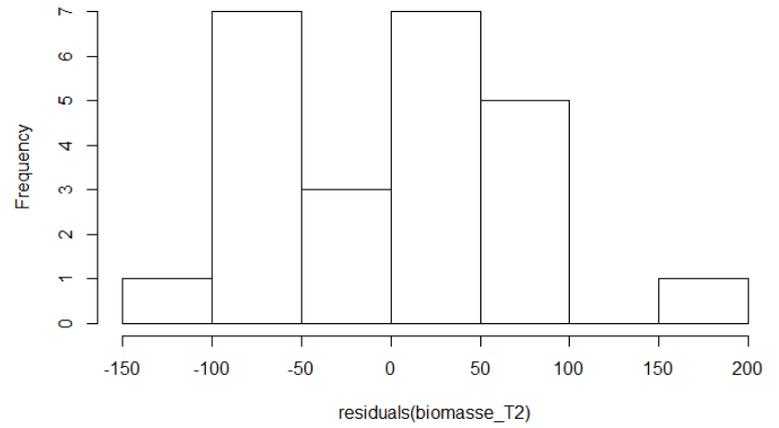


Annexe XXIX : Histogramme des résidus des biomasses par classe de taille (T1, T2, T3 et T4) pour juin

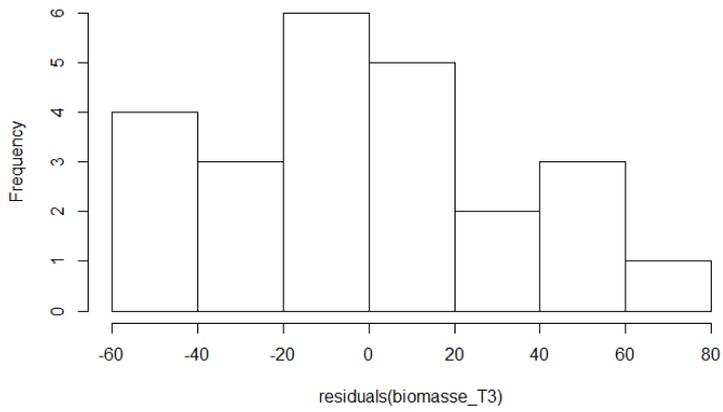
Histogram of residuals(biomasse_T1)



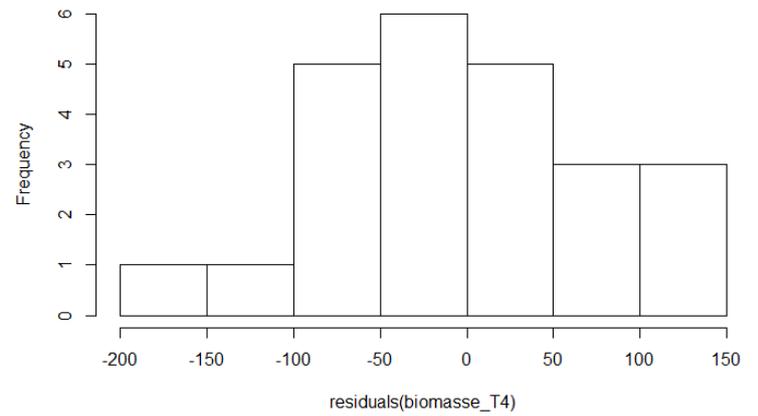
Histogram of residuals(biomasse_T2)



Histogram of residuals(biomasse_T3)



Histogram of residuals(biomasse_T4)



Annexe XXXI : Résultats de l'anova de l'IBR1000 en fonction des systèmes pour mai.

L'intercept étant le SDC « Référence Optimisée »

```

Coefficients:
              Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)
(Intercept)    573.75     33.67  17.038 1.5e-12 ***
systemeAutoN    35.00     47.62   0.735  0.4718
systemeBiom_exp 21.00     47.62   0.441  0.6645
systemeCouv_an  56.00     47.62   1.176  0.2550
systemeCouv_perm 103.25    47.62   2.168  0.0438 *
systemePhyto_50% -9.25     47.62  -0.194  0.8482
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Residual standard error: 67.35 on 18 degrees of freedom
Multiple R-squared:  0.2934,    Adjusted R-squared:  0.09712
F-statistic: 1.495 on 5 and 18 DF,  p-value: 0.2406

```

Annexe XXX : Résultats de l'anova de l'IBR1000 en fonction des systèmes pour juin.

L'intercept étant le SDC « Référence Optimisée»

```

Coefficients:
              Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)
(Intercept)    648.00     27.54  23.531 5.72e-15 ***
systemeAutoN   -43.25     38.94  -1.111  0.2814
systemeBiom_exp -52.75     38.94  -1.354  0.1923
systemeCouv_an  -71.00     38.94  -1.823  0.0849 .
systemeCouv_perm -37.75     38.94  -0.969  0.3452
systemePhyto_50% -42.25     38.94  -1.085  0.2923
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Residual standard error: 55.08 on 18 degrees of freedom
Multiple R-squared:  0.167,    Adjusted R-squared:  -0.06442
F-statistic: 0.7216 on 5 and 18 DF,  p-value: 0.6158

```

Annexe XXIII : nombres moyens d'invertébrés par pièges et par SDC pour les captures de mai (4 pièges par système)

Moy. = moyenne e.t. = écart type

Mai	araignées		coléoptères		diptères		collemboles		opilions		autres		total	
	moy	e.t.	moy	e.t.	moy	e.t.	moy	e.t.	moy	e.t.	moy	e.t.	moy	e.t.
Référence optimisée	11,3	5,8	26,0	7,6	16,3	6,7	12,0	11,9	2,0	3,5	12,5	7,4	13,3	5,5
Couverts annuels	15,8	1,6	12,0	3,2	25,0	7,2	19,8	5,5	0,5	0,9	12,3	5,3	14,2	12,3
Couverts permanents	21,8	1,9	18,5	2,7	31,5	4,3	15,3	4,7	9,3	1,6	14,5	3,6	18,5	9,5
Biomasse exportée maxi	13,5	2,7	20,8	11,4	14,0	4,7	17,3	5,1	7,5	3,8	2,0	1,2	12,5	11,4
AutoN	10,5	1,7	13,5	3,0	12,5	3,4	35,0	10,3	6,0	3,0	4,8	1,6	13,7	6,0
Agrere	10,8	5,9	31,5	20,5	9,0	5,1	7,5	2,5	11,0	9,7	3,8	1,1	12,3	6,4

Annexe XXIV : nombres moyens d'invertébrés par pièges et par SDC pour les captures de juin (4 pièges par système)

Moy. = moyenne e.t. = écart type

Juin	araignées		coléoptères		diptères		collemboles		opilions		autres		total	
	moy.	e.t.	moy.	e.t.	moy.	e.t.	moy.	e.t.	moy.	e.t.	moy.	e.t.	moy.	e.t.
Référence optimisée	25,0	12,4	32,3	27,6	23,0	9,1	8,0	3,7	12,3	11,0	9,0	5,9	109,5	16,6
Couverts annuels	33,5	6,7	11,8	4,3	33,3	18,9	60,0	43,5	15,8	9,8	9,3	5,3	163,5	26,7
Couverts permanents	30,5	22,4	30,5	22,4	51,5	12,9	9,3	2,3	19,5	10,7	21,0	10,4	162,3	20,1
Biomasse exportée maxi	42,3	24,5	24,5	7,5	25,5	7,9	7,5	3,5	28,0	13,6	4,5	0,5	132,3	17,8
AutoN	66,0	15,2	23,5	4,2	20,3	4,4	33,8	16,1	32,3	15,5	6,8	2,4	182,5	21,5
Agrere	14,3	2,3	29,5	9,6	28,5	16,0	10,5	9,1	9,0	7,0	8,3	5,0	100,0	12,8

Annexe XXV : biomasses moyennes par pièges et par SDC pour les captures de mai (4 pièges par système)

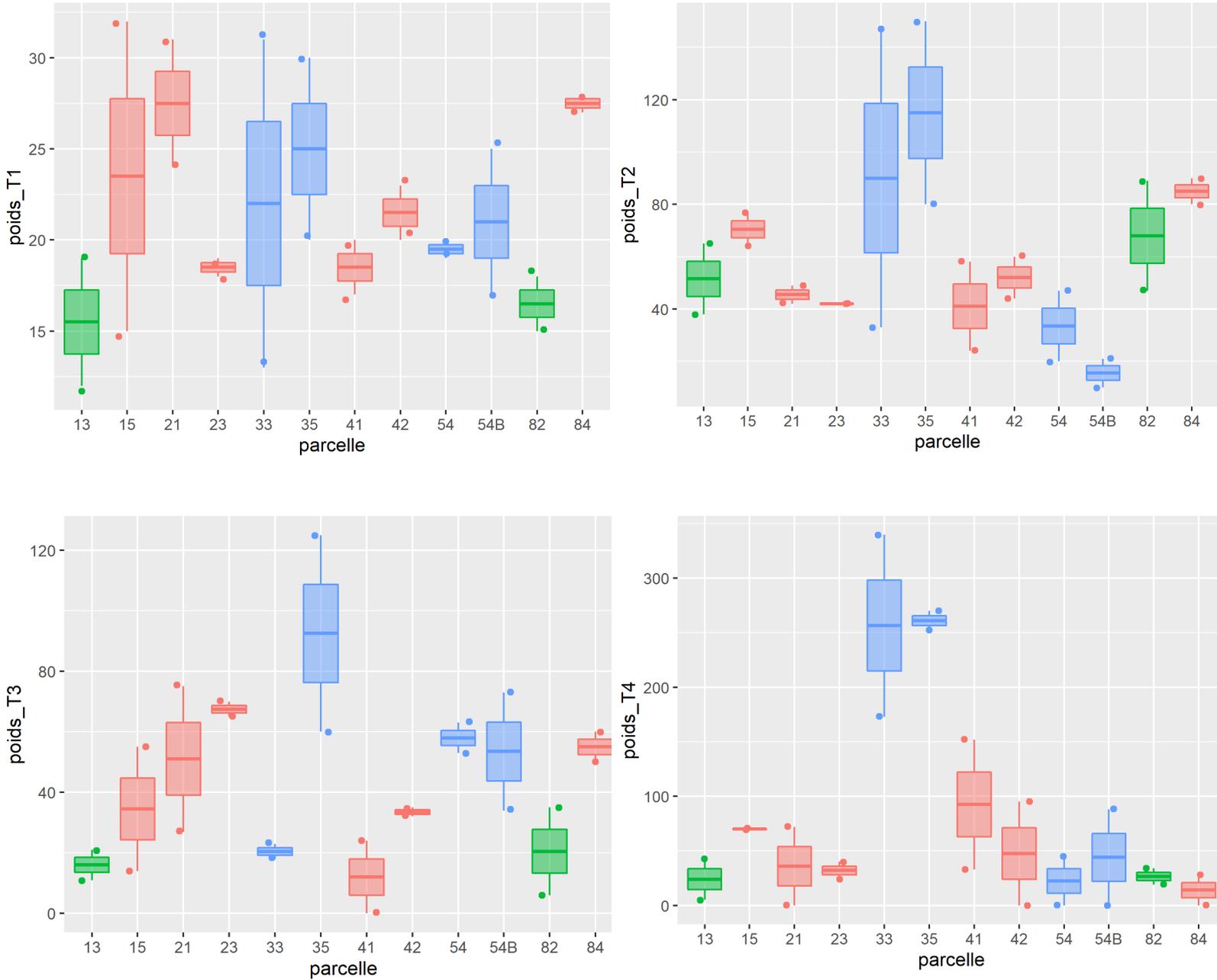
Mai	<i>T1</i>		<i>T2</i>		T3		<i>T4</i>		<i>tot</i>	
	moy	e.t.	moy	e.t.	moy	e.t.	moy	e.t.	moy	e.t.
Référence optimisée	19,5	7,6	61,0	14,2	25,3	17,6	47,0	26,6	192,2	24,5
Couverts annuels	23,0	5,1	43,8	3,0	59,3	19,0	34,0	26,2	187,1	21,1
Couverts permanents	23,5	7,4	102,5	48,9	56,5	42,7	258,8	59,4	540,4	100,4
Biomasse exportée maxi	20,0	2,1	46,5	14,4	22,8	13,7	70,0	58,3	189,5	36,9
AutoN	20,3	2,9	24,5	13,7	55,8	14,4	33,3	36,6	164,8	25,0
Agrere	22,0	5,6	76,5	17,5	37,8	20,4	20,3	12,9	200,0	27,2

Annexe XXVI : biomasses moyennes par pièges et par SDC pour les captures de juin (4 pièges par système)

Juin	<i>T1</i>		<i>T2</i>		T3		<i>T4</i>		<i>tot</i>	
	moy	e.t.	moy	e.t.	moy	e.t.	moy	e.t.	moy	e.t.
Référence optimisée	47,8	22,4	56,5	37,5	65,5	43,6	105,0	64,0	378,2	49,6
Couverts annuels	53,3	13,8	117,8	41,1	53,8	31,1	20,3	24,1	330,9	45,9
Couverts permanents	45,0	7,2	167,5	59,6	91,8	33,0	473,0	109,2	877,0	178,8
Biomasse exportée maxi	46,8	18,6	204,0	71,7	83,5	37,8	225,0	110,8	687,4	103,0
AutoN	62,8	8,6	208,5	100,9	169,0	44,6	331,8	85,8	926,1	119,0
Agrere	31,0	6,2	118,0	73,2	21,3	10,1	36,5	27,9	296,3	55,4

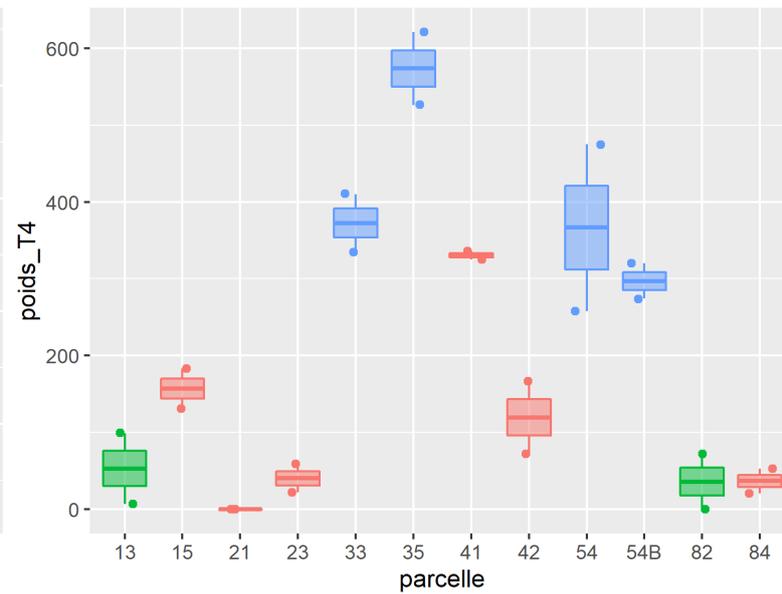
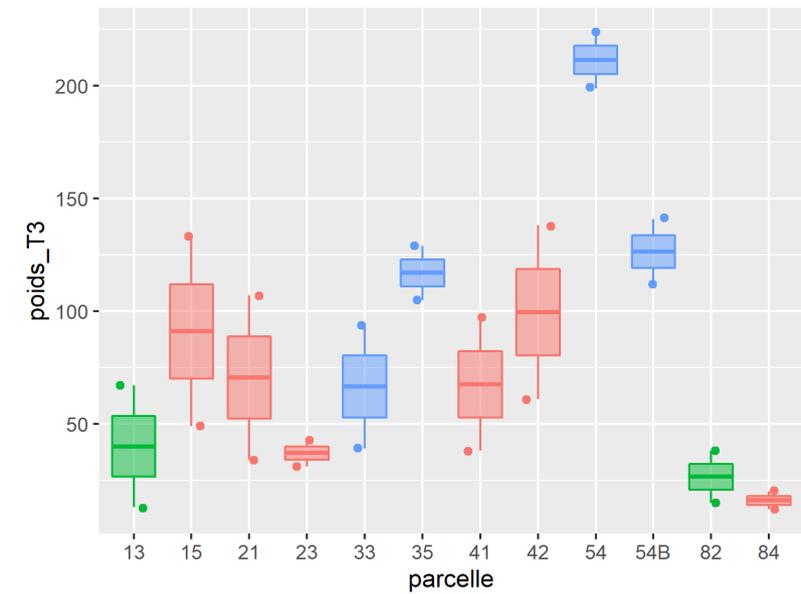
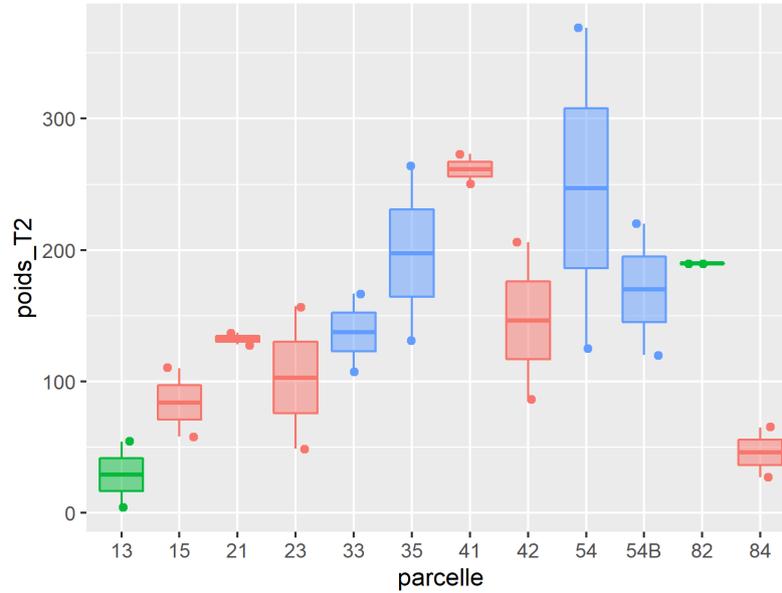
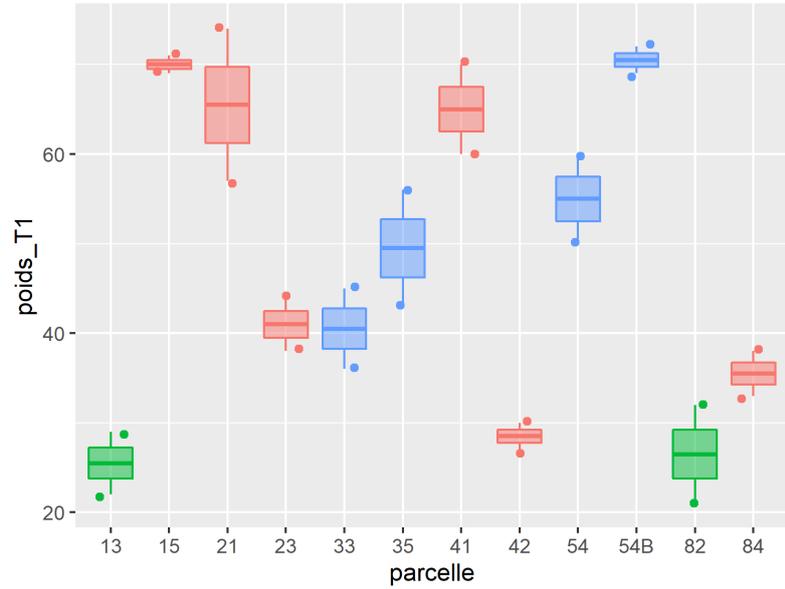
Annexe XXVII: Représentation graphique de la biomasse (poids) d'invertébrés par classe de taille, pour chaque pots Barber pour mai.

En vert les parcelles ayant été labouré avant semis, en bleu les parcelles ayant été semées directement (semis direct) et en rouge les parcelles autant été déchaumé avant semis



Annexe XXVIII: Représentation graphique de la biomasse (poids) d'invertébrés par classe de taille, pour chaque pots Barber pour juin.

En vert les parcelles ayant été labouré avant semis, en bleu les parcelles ayant été semées directement (semis direct) et en rouge les parcelles autant été déchaumé avant semis



Nom et Prénom de l'auteur : Blancher Charles

Titre du mémoire : Evaluation pour les abeilles domestiques, les cailles des blés et les perdrix grise de systèmes agricoles innovants et d'espaces semi-naturels

Ecole d'inscription : Agrocampus Ouest, Angers

Lieu du stage : Maison de la Chasse et de la Nature, Lieu dit Mont Choisy, 51510 Fagnières

RESUME

L'agrosystème du Mont Choisy (Champagne Crayeuse) se définit par une large étendue agricole dépouillée d'espaces semi-naturels (ESN). Les ESN sont nécessaires à la reproduction de plusieurs espèces de la faune des plaines. Ces espaces permettent aussi le développement d'insectes dont l'abeille domestique fournissant divers services écosystémiques dont le service de pollinisation des cultures. L'offre pollinique et nectarifère de l'agrosystème du Mont Choisy et les récoltes de pollens des abeilles domestiques (*Apis mellifera*) du Mont Choisy ont été étudiés, ainsi que la biomasse disponible pour les oisillons de la perdrix grise (*Perdrix perdrix*) et la caille des blés (*Cortunix cortunix*) de 6 systèmes de culture (SDC) innovants. Les productions agricoles occupent 89% du territoire suivis, le blé et betterave comptent ensemble comptent pour 46,5%. La fin de floraison des colzas provoque une chute de 90% de l'offre de pollen en juin et 80% en juillet. Les ESN comptent pour 7,9% dont 4,1% sont des broussailles ne fleurissant pas juillet. Les pollens récoltés par les colonies d'abeilles domestiques proviennent de différentes sources, avec jusqu'à 73% de différences. Les chardons, matricaires, résédas et coquelicots sont des espèces considérées adventices mais sont sources de pollen majeures, jusqu'à 73% du pollen récolté. Les SDC 'Couverts permanents' et 'AutoN' ayant été semés directement sont sources d'une biomasse disponible jusqu'à 5,5 et 3,2 fois plus élevée que le SDC 'Référence optimisé' étant le système représentatif des systèmes agricoles de Champagne Crayeuse. Une augmentation du nombre d'ESN associée à une optimisation des espèces implantées ainsi qu'une modification des pratiques agricoles apparaît donc indispensable à la recrudescence des populations de cailles des blés, perdrix grises et abeilles domestiques en Champagne Crayeuse.

Mots-clés : espaces semi-naturels – systèmes de culture - offre pollinique et nectarifère - biomasse disponible

ABSTRACT

The agrosystem of Mont Choisy (Champagne Crayeuse) is defined by a large agricultural area stripped of semi-natural areas (SNA). SNAs are necessary for the reproduction of several species of the plains' fauna. These areas also allow the development of insects including the honeybee providing various ecosystem services such as crop pollination. The pollen and nectar supply of the Mont Choisy agro-ecosystem and the pollen harvest by its honey bees (*Apis mellifera*) were studied, as well as the available biomass for gray partridge (*Perdrix perdrix*) and common quail (*Cortunix cortunix*) chicks of 6 innovative cropping systems (CS). Agricultural production occupies 89% of the territory monitored, wheat and beet together account for 46.5%. The end of flowering of the rapeseed causes a fall of 90% of the pollen supply in June and 80% in July. SNAs account for 7.9% of which 4.1% are woods not flowering July. The pollens collected by honey bee colonies come from different sources, with up to 73% differences. Thistles, mayweeds, mignonettes and poppies are species considered as weeds but are major pollen sources, up to 73% of the collected pollen. The 'Couverts permanents' and 'AutoN' CSs, which have been sown directly are sources of available biomass up to 5.5 and 3.2 times higher than the 'Référence optimisée' CS being the representative system of the Champagne Crayeuse agricultural systems. An increase in the number of ESN associated with an optimization of the implanted species as well as a modification of the agricultural practices appears therefore essential to the recrudescence of the populations of quail of the wheats, gray partridges and honeybees in Champagne Crayeuse.

Keywords : semi-natural areas - cropping systems - pollen and nectar supply - available biomass