



*Gestion de la récolte de la luzerne
et intérêt pour les pollinisateurs sauvages
et pour l'apiculture*

**PROGRAMME APILUZ
RESULTATS DES ESSAIS 2014**



Réseau Biodiversité pour les Abeilles
Julien CHAGUÉ
9 février 2015

Un programme soutenu par



Résumé

Gestion de la récolte de la luzerne et intérêt pour les pollinisateurs sauvage et pour l'apiculture

Résultats des essais 2014 de Beine-Nauroy du programme APILUZ

La récolte de miel de luzerne par l'apiculture de production en Champagne crayeuse, ainsi que l'intérêt que représentent les floraisons de cette culture pour les pollinisateurs sauvages, conservent un aspect aléatoire lié aux rythmes de coupes des parcelles cultivées pour la déshydratation. Pour des raisons de qualité nutritive du fourrage produit, les luzernes sont en effet habituellement fauchées au moment de l'apparition des premières fleurs ou en début de floraison.

Afin de favoriser une meilleure disponibilité des fleurs de luzerne dans le paysage de grandes cultures de cette région, un dispositif de non récolte, à chaque coupe, d'une bande de 6 à 7m de large a été expérimenté dès 2009, dispositif dit des *bandes non fauchées*. Dans le cadre de son travail sur la mise en place d'une trame verte et bleue sur un territoire de 400 Km² situé à l'est de Reims, l'association Symbiose – pour des paysages de biodiversité a lancé en 2014 le programme Apiluz. L'objectif de ce programme est de poursuivre l'accumulation des connaissances sur l'intérêt pour les pollinisateurs de ces bandes non fauchées, et de préciser les conditions sous lesquelles l'apiculture de production peut profiter de ces bandes pour optimiser sa production de miel de luzerne, principale miellée estivale dans le secteur.

L'étude menée en 2014 dans le cadre d'Apiluz s'est déroulée sur la commune de Beine-Nauroy. Le dispositif de bandes non fauchées a été mis en place sur 18 des 80 parcelles de luzerne recensées sur la commune, offrant une surface cumulée d'environ 6,5 ha de bandes non fauchées de luzerne. Entre juin et septembre 2014, des observations ont été réalisés dans la végétation de luzerne afin de mesurer la floraison et la fréquentation par les pollinisateurs, abeilles domestiques et pollinisateurs sauvages, dans ces bandes. En complément, deux ruches sont restées sur balances automatiques pendant toute la période de suivi dans deux ruchers situés sur la commune de l'essai.

Les résultats de cette première année d'essai ont montré : (i) une plus grande productivité florale relative des bandes non fauchées, particulièrement marquée en début d'été, début de période de floraison de la luzerne (cf. figure A) ; (ii) un intérêt des bandes pour la fourniture d'alimentation aux pollinisateurs sauvages, dont la plupart des groupes sont plus abondants dans les bandes en début de saison, certains (notamment les papillons) plébiscitant ces bandes pendant toute la saison d'observation ; (iii) un intérêt des bandes pour l'abeille domestique en début de période de floraison des luzerne (cf. figure B). La poursuite en 2015 du programme avec un protocole optimisé devrait permettre de continuer à avancer dans la connaissance des interactions luzerne déshydratée / pollinisateurs, et dans la mise au point de dispositifs permettant d'optimiser l'intérêt de la culture pour ces insectes et pour les apiculteurs locaux tout en maintenant sa viabilité économique pour les agriculteurs.

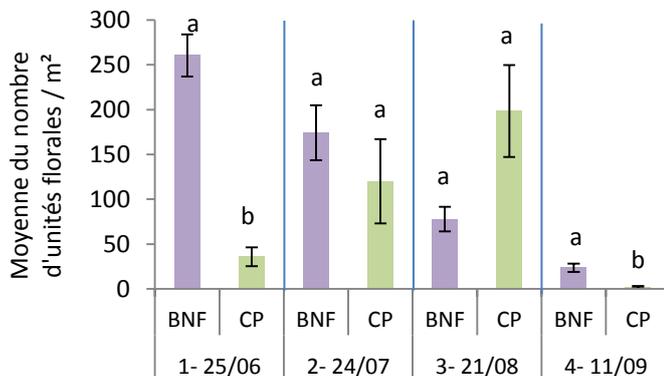


Figure A : évolution de l'intensité de floraison en fonction de la modalité

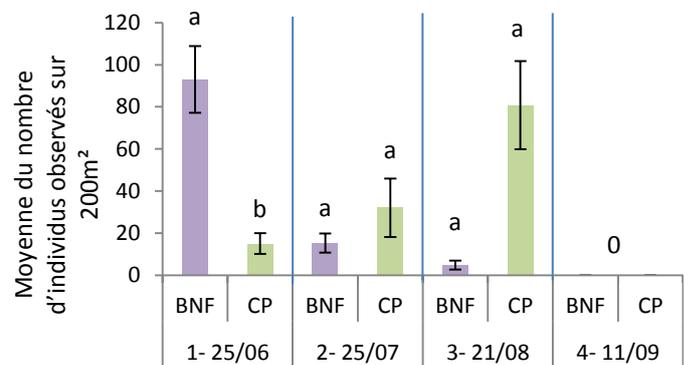


Figure B : évolution de l'abondance moyenne d'abeilles domestiques selon la modalité

Légende : BNF : observations dans les bandes non fauchées ; CP : observations dans le centre des parcelles

Sommaire

Introduction.....	p.7
Matériel et Méthodes	p.9
Synthèse du protocole.....	p.15
Résultats	p.17
Bilan du suivi.....	p.17
Description des bandes non fauchées.....	p.17
Récolte des parcelles	p.17
Salissement de la luzerne	p.19
Intensité et dynamique des floraisons	p.20
Fréquentation par les pollinisateurs.....	p.27
Indicateurs apicoles.....	p.33
Conclusion	p.38
Annexes	p.40

Introduction

La prise en compte de l'impact des pratiques agricoles sur la biodiversité est, depuis bientôt une décennie, un sujet d'importance croissante. Si cette problématique provient surtout, à l'origine, de réflexions menées au sein de la société civile et en particulier des associations de protection de l'environnement, elle n'en constitue pas moins aujourd'hui une réalité tangible pour les agriculteurs et pour de nombreux autres professionnels impliqués dans les filières de production de matières premières destinées à l'alimentation humaine ou animale.

Cette préoccupation grandissante s'est traduite, entre autres, par une amélioration des connaissances scientifiques sur les liens entre les pratiques des agriculteurs – du travail du sol préparatoire aux semis jusqu'aux méthodes de récolte ou de conservation – et les différentes composantes de la biodiversité évoluant dans les milieux dit agricoles, où l'agriculture occupe la plus large partie des sols. Il est ainsi aujourd'hui reconnu que *le niveau de présence dans l'environnement des infrastructures agroécologiques* (aussi dénommés éléments fixes ou semi fixes du paysage) *est un facteur essentiel expliquant les dynamiques de la biodiversité* dans les paysages agricoles¹. Ainsi, en pratique, plus ces éléments sont présents dans le milieu, et plus la biodiversité (mesurée en termes de diversité d'espèces recensées et d'abondance relative de ces différentes espèces) y sera importante.

Ces résultats, qui sont venus valider les intuitions et résultats empiriques que certains observateurs partageaient depuis de plusieurs années, ont aussi confirmé que *la problématique agriculture et biodiversité est un sujet plus particulièrement sensible dans les zones de grandes cultures*, puisque ces régions, notamment lorsqu'on les compare à celles où l'élevage est davantage présent, sont généralement celles où les infrastructures agroécologiques couvrent le moins de surface.

Les démarches adoptées pour aborder cette problématique consistent souvent à agir sur l'espace agricole non productif : jachères, bandes enherbées, bords de champs et chemins, talus et fossés... sont autant de milieux qui, au prix de modifications plus ou moins importantes des pratiques de gestion, peuvent constituer de véritables réservoirs de ressources ou d'abris pour la biodiversité sauvage. Mais dans certains cas, de manière complémentaire avec l'aménagement des marges des exploitations agricoles, *des actions favorables à la biodiversité sont mises en œuvre directement à l'intérieur des parcelles de production*. C'est sur une de ces pratiques, mise en application dans des parcelles de luzerne en production, que le programme Apiluz travaille depuis 2014.

La culture de *la luzerne Medicago sativa est, à plusieurs titres, assez remarquable dans l'agriculture de la Champagne crayeuse*. Seule plante de la famille des légumineuses cultivée à aussi large échelle dans cette région de grandes cultures, elle présente aussi la particularité de rester en place pendant trois ans et d'être récoltée plusieurs fois au cours d'une même saison de production. Etant capable d'arriver au stade floraison plusieurs fois entre la fin du printemps et l'été, *elle occupe une place très importante pour l'apiculture de production locale*, en étant à la base de la production estivale de miel dans de nombreux secteurs, essentiellement regroupés dans la Marne, l'Aube et le sud des Ardennes.

Cette production de miel de luzerne conserve néanmoins un aspect aléatoire lié aux dates de coupe, puisque *la fauche intervient souvent*, pour des raisons de qualité du fourrage produit, *au moment de l'apparition des premières fleurs*. Ceci limite les possibilités d'exploitation de la floraison par les abeilles domestiques mais aussi par les autres insectes pollinisateurs consommateurs de nectar.

¹ A ce sujet, voir notamment l'Expertise scientifique collective « Agriculture et biodiversité » réalisée par l'INRA en 2008, et accessible depuis la page <http://www6.paris.inra.fr/depe/Projets/Agriculture-et-biodiversite>.

Afin de favoriser une meilleure disponibilité florale dans les parcelles de luzerne, une expérimentation fut menée entre 2009 et 2010 par Coop de France Déshydratation. Cet essai avait pour objectif de mesurer l'intérêt, pour différentes composantes de la biodiversité, d'**une pratique consistant à ne pas récolter une bande de 6 à 8m de large, sur le côté des parcelles, afin que la luzerne dans cette bande puisse accomplir son cycle au moins jusqu'au stade pleine floraison**. Ces travaux avaient permis de mettre en évidence l'intérêt de cette pratique dite des « bandes non fauchées » (ci-après dénommées BNF) pour les insectes pollinisateurs, notamment pour le groupe des papillons de jour².

Dans le cadre du programme de l'association Symbiose – pour des paysages de biodiversité, qui travaille depuis 2008 à coordonner la mise en place d'une trame verte et bleue sur un territoire d'environ 400 Km² situé dans la Marne, à l'Est de Reims, les bandes de luzerne non fauchées ont rapidement été identifiées comme un possible constituant de la trame verte à mettre en place.

Courant 2013, les représentants de l'apiculture au sein de Symbiose ont proposé qu'un travail spécifique soit mené afin de préciser les modalités selon lesquelles la culture de la luzerne (avec notamment la mise en place de BNF) pourrait profiter de manière optimale à l'apiculture locale. Le programme APILUZ a ainsi été initié au sein de Symbiose, en regroupant les représentants des apiculteurs et les responsables de sites de déshydratation de luzerne.

L'étude mise en place sur le terrain à partir de 2014, et pour une durée de trois ans, cherche ainsi à répondre aux interrogations suivantes, pas ou trop partiellement abordées dans l'étude Coop de France de 2009-2010 :

- Quel impact de la présence d'une BNF sur la production de fleurs d'une parcelle ? Sur son salissement ? Le facteur « âge de la luzerne » influe-t-il sur la production florale ?
- A quelle(s) période(s) les BNF sont-elles les plus bénéfiques pour l'apiculture ? Et pour les pollinisateurs sauvages ? Quels pollinisateurs sauvages semblent profiter le plus des BNF ?
- Quel(s) impact(s) pour l'apiculture de production de la mise en place de BNF dans un nombre relativement important de parcelles regroupées sur une seule commune ?

Le présent document donne les résultats de la première année de suivi terrain du programme Apiluz.

Les partenaires du projet

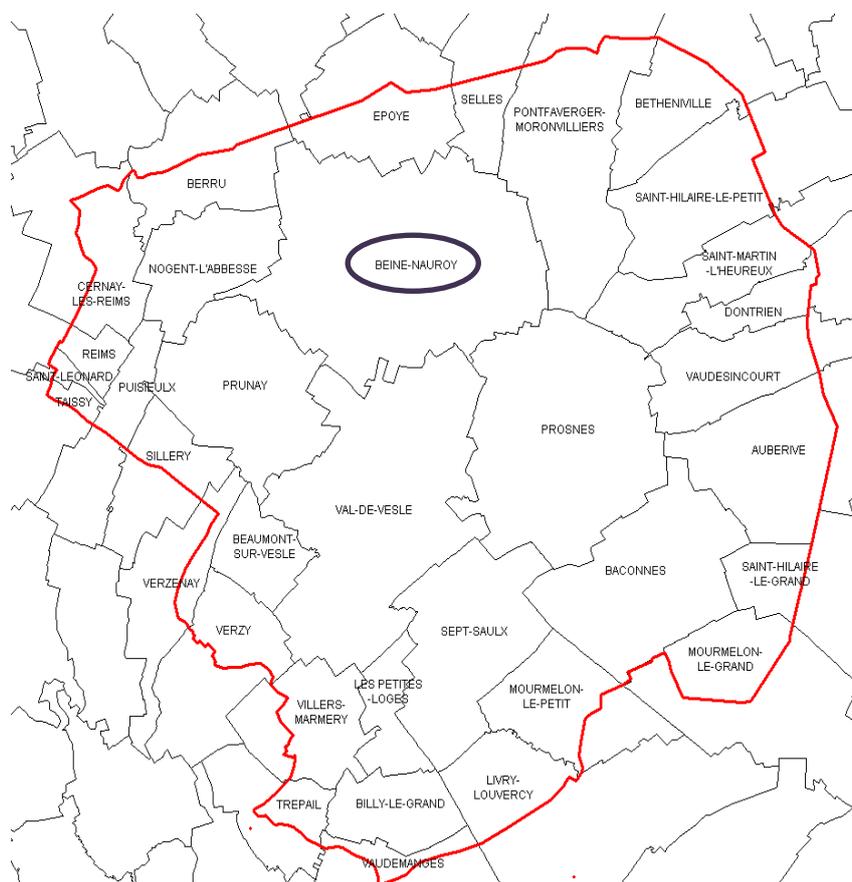
- Association Symbiose – pour des paysages de biodiversité.
- Réseau Biodiversité pour les Abeilles (réalisation de l'étude), Fédération Régionale des Apiculteurs de Champagne-Ardenne.
- Coopérative Luzeal et les agriculteurs adhérents impliqués.
- Fondation Crédit Agricole Nord Est (financement).
- DREAL Champagne-Ardenne (financement).
- Fondation Nature & Découvertes (financement).

² Les résultats de cette étude sont consultables dans le rapport de 2011 « Renforcement de la biodiversité sur luzerne – Mesure d'une gestion différenciée des récoltes – Bilan du suivi 2009 et 2010 des indicateurs de biodiversité », rapport rédigé par le Réseau Biodiversité pour les Abeilles pour Coop de France Déshydratation.

Matériel et méthodes

1- Zone d'étude – situation sur le territoire de Symbiose

L'essai est mené dans le département de la Marne, sur la commune de Beine-Nauroy (51490), située à environ 13 Km à l'Est de la ville de Reims. La carte 1 ci-dessous permet de localiser la commune d'étude à l'échelle du territoire de travail de l'association Symbiose.

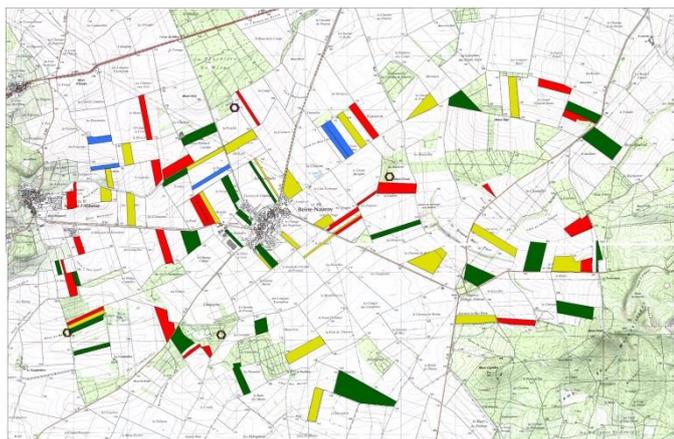


Carte 1 : localisation de la commune de Beine-Nauroy à l'échelle du territoire de travail de l'association Symbiose (délimité par le trait rouge)

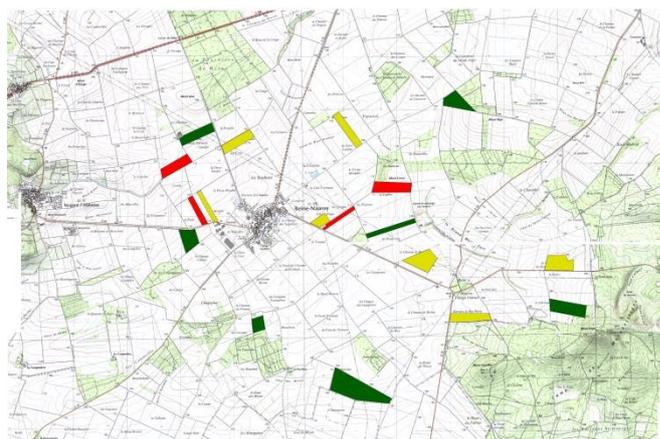
2- Parcelles de luzerne et bandes non fauchées dans la zone d'étude

L'étude est réalisée sur la base du parcellaire de luzerne récolté par la coopérative Luzeal, qui traite la majorité des parcelles implantées sur la commune de Beine Nauroy. La carte 2 ci-après donne la répartition de ces parcelles à l'échelle de la commune. Un total de 80 parcelles de luzerne est présent en 2014 sur le territoire de la commune, pour une surface cumulée d'environ 600 ha. La superficie moyenne des parcelles est de $7,5 \pm 5,1$ ha (le symbole \pm donne ici l'écart-type de la population).

Le dispositif de non récolte d'une bande lors de chaque coupe est mis en place sur 18 des 80 parcelles (soit 23%), dont la répartition est présentée sur la carte 3 ci-après. La surface cumulée de ces 18 parcelles est d'environ 200 ha, et leur superficie moyenne est de $11,2 \pm 6,8$ ha.



Carte 2 : répartition des parcelles de luzerne sur la commune de Beine-Nauroy



Carte 3 : répartition des 18 parcelles avec BNF

Le code couleur utilisé est le suivant : parcelles de 1^{ère} année en vert, parcelles de 2^{ème} année en jaune, parcelles de 3^{ème} année en rouge, parcelle en agriculture biologique en bleu.

Les 18 parcelles ont été retenues selon les critères suivants :

- parcelles réparties entre luzernes en première (7 parcelles), deuxième (7) et troisième année (4 parcelles),
- superficie d'au moins 3 ha (les parcelles de taille inférieure n'étant pas éligibles au dispositif des bandes non fauchées),
- exploitants volontaires pour inclure une parcelle dans l'expérimentation (pas plus d'une parcelle par exploitation).

Note : au moment du lancement de l'expérimentation, seules deux parcelles en 3^{ème} année avec BNF avaient été proposées par Luzeal. Les deux autres parcelles ont été identifiées par l'observateur au moment des passages de juillet et août.

3- Dispositif de non récolte des bandes

Pour chaque parcelle concernée, les BNF sont réalisées sur le modèle suivant (cf. figure 1 ci-dessous) :

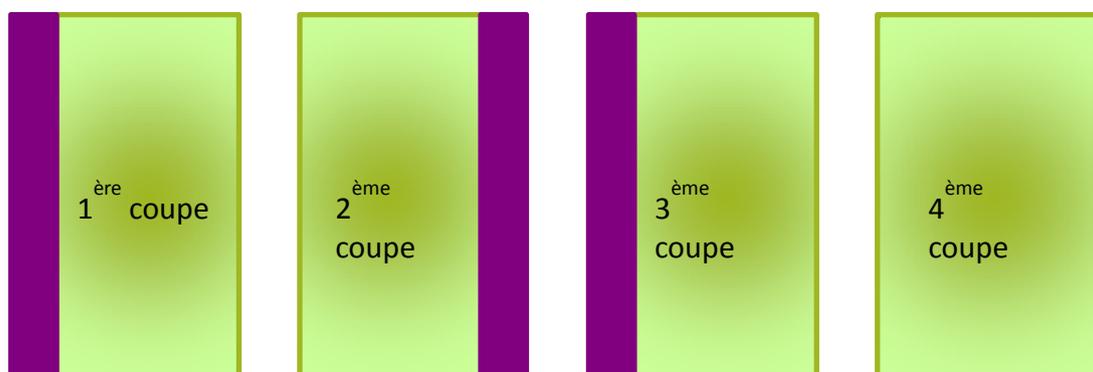


Figure 1 : schéma du dispositif de non récolte d'une bande pour une parcelle théorique rectangulaire ; les bandes violettes figurent les BNF

Lors de la première coupe de la saison, une bande d'environ 6m de large (correspondant à la largeur de la barre de coupe de l'engin de fauche) n'est pas récoltée d'un côté de la parcelle. La BNF est systématiquement réalisée sur le côté le plus long de la parcelle. Le choix du côté de la parcelle sur

lequel la BNF est laissée en place lors de la première coupe est laissé à l'opérateur de récolte. Lors de la coupe suivante, la BNF laissée en place lors de la première coupe est récoltée et mélangée avec la production du reste de la parcelle, et une BNF est laissée en place de l'autre côté de la parcelle. Ce schéma (changement de côté de la BNF à chaque fauche) est répété à la troisième coupe. Lors de la réalisation d'une éventuelle 4^e coupe en fin de saison, la parcelle est récoltée sur l'ensemble de sa surface.

4- Indicateurs relevés dans la végétation de luzerne

a. Modalités

Pour chaque parcelle retenue, les indicateurs sont relevés dans deux modalités :

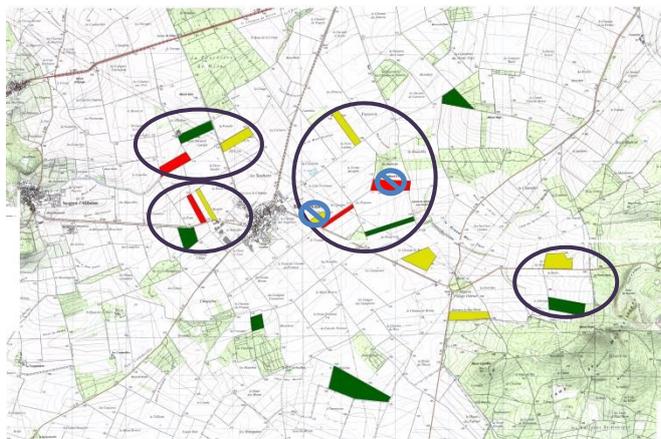
- Dans la bande non fauchée (BNF),
- Au centre de la parcelle (CP).

Les relevés « centre de la parcelle » sont réalisés dans un passage de roues de tracteur, à une distance d'au moins 30m de la BNF (le passage de roues le plus proche de la BNF est exclu).

b. Choix de l'échantillon de parcelles

Le temps d'observation prévu pour l'étude ne permettant pas de relever les indicateurs sur l'ensemble des 18 parcelles avec bande, les observations décrites ci-après ont été réalisées sur 9 à 11 (en fonction de la période d'observation) parcelles parmi les 18.

Le choix des parcelles a été réalisé afin d'avoir au moins trois parcelles pour chaque âge de la luzerne. Trois des quatre parcelles en 3^{ème} année ont donc été retenues, ainsi que trois à quatre parcelles en 1^{ère} année et autant en 2^{ème} année. Les parcelles de 1^{ère} et 2^{ème} année ont été choisies aussi proches que possible des parcelles en 3^{ème} année retenues, ceci afin d'obtenir au moins trois groupes de trois parcelles relativement rapprochées avec dans chaque groupe une parcelle en 1^{ère} année, une en 2^{ème} année et une en 3^{ème} année. Les parcelles ont été choisies de manière rapprochée pour tâcher d'homogénéiser autant que possible le facteur « distance entre la parcelle et le rucher connu le plus proche ».



Carte 4 : les 11 parcelles retenues pour le suivi ;
les parcelles barrées en bleu ne sont pas retenues

Les parcelles retenues sont données sur la carte 4 ci-contre. Chacune des parcelles a reçu un numéro de code (de 1 à 11).

c. Mesure de l'intensité de floraison et des indicateurs agronomiques

Objectifs : (i) évaluer la production de fleurs du couvert (en intégrant les éventuelles adventices en floraison) par unité de surface, (ii) suivre l'évolution de la phénologie de la luzerne, et (iii) estimer le niveau de salissement du couvert de luzerne.

Indicateurs :

- stade de développement de la luzerne, en utilisant l'échelle suivante :
 - moins de 20cm, aucune fleur,
 - 20 à 30cm, aucune fleur,
 - 30 à 40 cm, aucune fleur,
 - Premières fleurs,
 - Début floraison,
 - Pleine floraison,
 - Fin floraison / graines,
 - Repart du pied / début deuxième floraison,
- stade de développement des adventices (en particulier pour les espèces en fleurs),
- pourcentage de recouvrement du sol entre la luzerne et les adventices,
- pourcentage de recouvrement du sol entre les dicotylédones et les monocotylédones,
- nombre d'unités florales : étant donné la difficulté pratique à dénombrer un nombre de fleurs (au sens botanique) pour un certain nombre d'espèces, le concept d'unités florales est utilisé ; il consiste à dénombrer, pour chaque espèce en fleurs, l'élément floral élémentaire le plus simple à visualiser : pour la luzerne l'unité florale retenue est l'inflorescence, pour une astéracée c'est le capitule, pour une apiacée c'est l'ombelle...

Méthodologie : lors de chaque passage, l'observateur définit un linéaire de 100m, pris dans le sens de la longueur de la parcelle. Trois emplacements d'1m² chacun sont retenus dans ce linéaire de la manière suivante : le premier à 25m du début du linéaire, le deuxième à 50m, et le dernier à 75m. Sur chacun de ces trois emplacements, l'observateur relève visuellement les différents indicateurs.

De plus, lors de chaque session de relevé des indicateurs floristiques et agronomiques, les données suivantes sont consignées sur les fiches de relevé :

- code de l'emplacement élémentaire (modalité),
- observateur,
- date du relevé,
- remarques.

Matériel : fiche de relevé (cf. annexe 1), mètre, compteur manuel, appareil photo.

Fréquence d'observation : une fois par mois entre juin et septembre.

d. Mesure de la fréquentation par les pollinisateurs

Objectif : évaluer la diversité et l'abondance des insectes pollinisateurs venant récolter des ressources alimentaires dans les parcelles de luzerne et dans les BNF.

Indicateurs :

- Diversité des pollinisateurs ; les différentes catégories de pollinisateurs discriminées lors des dénombrements sont les suivantes :
 - abeille domestique *Apis mellifera mellifera* (la différence est faite entre les butineuses qui portent des pelotes de pollen visibles et celles qui n'en portent apparemment pas au moment de l'observation),

- bourdons *Bombus* spp. ; le nombre total d'espèces observées est noté ; lorsque les espèces sont connues elles sont identifiées à l'espèce,
 - autres apoïdes (abeilles sauvages) ; le nombre total d'espèces observées est noté ; lorsque les espèces sont connues elles sont identifiées à l'espèce,
 - autres hyménoptères (guêpes, frelons...) ; le nombre total d'espèces observées est noté ; lorsque les espèces sont connues elles sont identifiées à l'espèce ;
 - diptères
 - syrphes,
 - éristales,
 - mouches,
 - papillons ; le nombre total d'espèces observées est noté ; lorsque les espèces sont connues elles sont identifiées à l'espèce.
- Abondance des différentes catégories d'insectes pollinisateurs listées ci-dessus.

Méthodologie : l'observateur prospecte à pied, en suivant une trajectoire rectiligne, le linéaire de 100m de longueur qui sert à la délimitation des emplacements de relevés des indicateurs floristiques et agronomiques. Il note les insectes présents sur les fleurs dans une boîte virtuelle d'un mètre de chaque côté (observation sur deux mètres de large) qui se déplace avec lui. Les insectes observés en vol ou posés sur la végétation sont également notés. Afin de faciliter l'identification, la vitesse de déplacement de l'observateur est relativement faible (environ 1 mètre en 2 secondes), et est adaptée à l'abondance d'insectes à dénombrer. L'observateur discrimine également les individus dénombrés en fonction de l'espèce végétale sur laquelle ils ont été observés au butinage.

Lors de chaque session de relevé, les données consignées sur les fiches de relevé des indicateurs floristiques et agronomiques (code modalité, date...) sont reportées, et les informations suivantes sont notées en complément :

- heure de début du relevé,
- durée du relevé (précision de 10 secondes),
- couverture nuageuse (estimation qualitative en % de la surface du ciel recouverte par les nuages),
- température (°C),
- force du vent (échelle Beaufort),
- zones limitrophes et stade de développement des cultures environnantes.

Matériel : fiche de relevé (cf. annexe 2), chronomètre, compteur manuel.

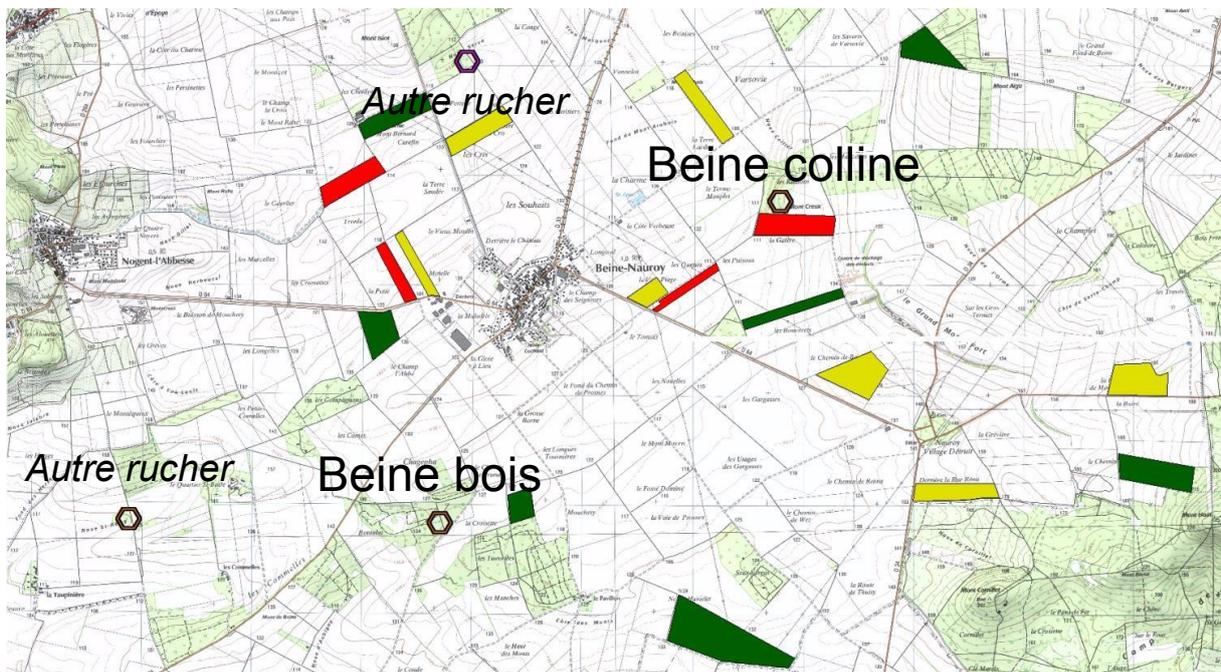
Conditions de relevés : l'activité (et donc la détectabilité) des insectes étant fortement affectée par les conditions météorologiques, les relevés sont dans la mesure du possible effectués lors de journées ensoleillées (présence d'une couverture nuageuse d'au maximum 75 %), sans vent fort (vent inférieur à 30 km/h soit 5 Beaufort), sans pluie et entre 11 h et 18 h. La température doit être d'au moins 13°C si le temps est ensoleillé et d'au moins 17°C s'il est nuageux (10 à 50% de couverture).

5- Indicateurs relevés au rucher

a. Disposition des ruchers identifiés dans la zone d'étude

La carte 5 ci-après donne la répartition des différents ruchers (figurés par des alvéoles) qui ont été identifiés sur la zone d'étude. Le suivi a été réalisé dans les deux ruchers « Beine colline » et « Beine bois » gérés par M. Philippe Lecompte, apiculteur professionnel basé à Ville-en-Tardenois. Chacun de ces deux ruchers comporte une quarantaine de colonies en production.

Au moins deux autres ruchers ont été identifiés sur le secteur de Beine-Nauroy : un troisième rucher géré par Philippe Lecompte et situé au sud-ouest de la zone, jugé trop éloigné des parcelles avec bande pour faire l'objet d'un suivi ; et un rucher appartenant à un autre apiculteur professionnel ne participant pas à l'expérimentation, et situé au nord du village de Beine.



Carte 5 : répartition des ruchers identifiés sur la zone d'étude

Les deux ruchers suivis sont des ruchers sédentaires, qui restent aux emplacements indiqués sur la carte 5 pendant toute la saison de production de miel.

Par ailleurs, un rucher témoin a été choisi sur la commune de Puisieux, à environ 8 Km de Beine-Nauroy. Aucune parcelle de luzerne n'a bénéficié du dispositif de BNF dans l'environnement de ce rucher témoin.

b. Suivi du poids des colonies et de la production de miel

Objectifs : suivre dans chaque rucher l'évolution du poids des colonies afin de mesurer leur capacité à récolter des ressources alimentaires et à produire du miel. Obtenir les informations relatives aux quantités de miel produites.

Les balances électroniques utilisées permettent par ailleurs le suivi en continu d'une série d'indicateurs environnementaux, notamment météorologiques (précipitations et température), qui peuvent influencer sur les résultats observés.

Indicateurs :

- Poids des colonies et son évolution (Kg),
- Poids des récoltes de miel (Kg),
- Indicateurs climatiques :
 - Précipitations (mm / jour),
 - Température min et max (°C).

Méthodologie : dans chacun des deux ruchers Beine colline et Beine bois, deux ruches sont placées sur balance électronique à relevé automatique au plus tard au courant de la première quinzaine de juin. Les deux colonies sont choisies par l'apiculteur au moment du début des relevés, elles sont des colonies fortes, capables de produire.

Les différentes variables (heure du relevé, précipitations cumulées pendant la plage horaire du relevé, température extérieure minimum et maximum pendant la plage du relevé, poids de la colonie au moment du relevé) sont relevés toutes les deux heures. L'ensemble des données générées par les balances sont automatiquement consignées dans un fichier informatique au format tableur (Microsoft Excel ©) utilisé pour l'analyse.

Matériel : balances électroniques de marque Capaz, modèle GSM 200.

Durée de relevé : pendant toute la période de floraison des luzernes, soit de juin à septembre.

6- Synthèse du protocole de suivi

Le tableau 1 ci-dessous synthétise les différents points de relevés du protocole.

POINT DE CONTROLE	INDICATEUR	METHODOLOGIE	PERIODE / FREQUENCE
Dynamique de floraison	Stade	Pour chaque espèce, notation du stade sur 3 x 1 m ²	Une fois par mois entre juin et septembre
	Intensité de floraison	Pour chaque espèce, dénombrements des unités florales ouvertes sur 3 x 1m ²	
Suivi agronomique	Equilibre monocotylédones / dicotylédones	Sur 3 x 1m ² , notation du % de recouvrement du sol par les monocot et par les dicot	Une fois par mois entre juin et septembre
	Equilibre mélange / adventices	Sur 3 x 1m ² , notation du % de recouvrement du sol par le mélange semé et par les adventices	
Dénombrement des pollinisateurs	Diversité des pollinisateurs	Prospection à pied et à allure réduite de l'ensemble de chaque linéaire de 100m, et notation des insectes observés dans un rayon d'1m autour de l'observateur.	Une fois par mois entre juin et septembre
	Abondance des pollinisateurs		
Poids des colonies	Evolution du poids	Balances automatiques placées sous deux colonies par rucher	Toutes les 2h entre juin et septembre
	Récolte de miel		

Tableau 1 : Synthèse du protocole de suivi

7- Analyses statistiques

Des analyses statistiques sont réalisées sur les variables quantitatives obtenues à l'issu des dénombrements d'insectes pollinisateurs et des observations de floraisons.

Les tests de comparaison des moyennes sont utilisés pour comparer les modalités entre elles. Étant donné que les distributions de la plupart des variables étudiées ne suivent pas la loi Normale (même après transformations mathématiques des données), c'est la taille des échantillons qui détermine le test utilisé : test paramétrique de Student pour les effectifs supérieurs à 30, et test non paramétrique (qui compare les médianes des échantillons) de Wilcoxon pour les effectifs inférieurs à 30. Les tests sont réalisés sur des données appariées par parcelle.

Toutes ces analyses ont été faites au moyen du logiciel statistique R.2.14.1 (R Development Core Team (2011), www.R-project.org).

Résultats

1- Bilan du suivi réalisé dans la végétation de luzerne

Le tableau 2 ci-dessous présente la synthèse du suivi réalisé en 2014 au cours de la période de floraison des luzernes sur Beine-Nauroy.

PASSAGE N°	1	2	3	4
DATE	25/06	24/07	22/08	11/09
NB PARCELLES OBSERVEES	11	11	9	9
NB LINEAIRES DE 100M PROSPECTES	21 (10 BNF + 11 CP)	22 (11 BNF + 11 CP)	18 (9 BNF + 9 CP)	18 (9 BNF + 9 CP)

Tableau 2 : synthèse du suivi réalisé en 2014 dans les parcelles de luzerne

Soixante-dix-neuf linéaires de 100m ont au total été prospectés au cours du suivi, correspondant à la réalisation de :

- 79 transects de dénombrement des insectes pollinisateurs (40 pour la modalité CP et 39 pour les BNF), et de
- 79 x 3 = 237 observations des indicateurs floristiques et agronomiques sur un mètre carré.

2- Description des bandes non fauchées

La longueur moyenne des parcelles avec BNF est de 610 ± 230 m (min : 250m, max : 1 160m).

Sur la base d'une largeur moyenne de 6m, la surface moyenne de chaque BNF est donc de $0,4 \pm 0,1$ ha (min : 0,15 ha, max : 0,70 ha).

La superficie cumulée des BNF sur l'ensemble des 18 parcelles concernées **est de 6,6 ha**. Ces 6,6 ha sont répartis sur un territoire d'environ 50 Km² (soit 5 000 ha). A l'échelle de ce territoire de 5 000 ha, la densité moyenne de BNF dans l'environnement est donc de 1,3 ha pour 1 000 ha de territoire. **Dans le cadre du dispositif Apiluz 2014, les BNF recouvrent donc environ 0,13% de la zone d'étude.**

3- Récolte des parcelles

Le tableau 3 ci-après précise, pour chacune des parcelles suivies, les dates auxquelles ont eu lieu les différentes coupes, ainsi que la durée en jours de l'intercoupe.

Les parcelles de première année reçoivent leur première coupe de manière plus tardive (début juin) que les parcelles en 2^{ème} et en 3^{ème} année (début mai) ; ce décalage d'environ un mois tend à se réduire et n'est plus, en fin de saison, que d'une vingtaine de jours.

Le tableau 3 met également en évidence des variations dans la durée de l'intercoupe en fonction de l'âge de la luzerne. Si la durée de la première intercoupe est assez proche entre les parcelles en 1^{ère} année (51 jours en moyenne) et les parcelles en 2^{ème} ou 3^{ème} année (54 jours en moyenne), l'écart est plus important pour la 2^{ème} intercoupe : 48 jours en moyenne pour les luzernes en 1^{ère} année, contre 58 jours en moyenne pour les luzernes en 2^{ème} et 3^{ème} année.

code parcelle	âge luzerne	date coupe 1	date coupe 2	date coupe 3	durée intercoupe 1	durée intercoupe 2
11	1	11-juin	31-juil.	17-sept.	50	48
8	1	11-juin	1-août	18-sept.	51	48
2	1	11-juin	1-août	18-sept.	51	48
6	1	11-juin	1-août	19-sept.	51	49
5	2	7-mai	1-juil.	28-août	55	58
3	2	7-mai	1-juil.	27-août	55	57
10	2	7-mai	30-juin	25-août	54	56
7	2	7-mai	28-juin	27-août	52	60
1	3	7-mai	1-juil.	27-août	55	57
4	3	7-mai	1-juil.	28-août	55	58
9	3	7-mai	27-juin	26-août	51	60

Tableau 3 : dates de coupes et durée en jours des intercoupes pour les parcelles suivies

Le croisement des dates d'observations dans les parcelles (cf. tableau 2) avec les dates des coupes (cf. tableau 3) permet de dresser la figure 2 (cf. ci-contre), qui donne la répartition des observations réalisées en fonction du nombre de jours depuis la dernière coupe de la parcelle (et non pas de la BNF). Dans cette figure, une observation correspond à un passage sur une parcelle (c'est-à-dire à la ligne « nombre de parcelles observées » du tableau 2), chacun de ces passages donnant lieu à des relevés dans la BNF et au centre de la parcelle.

La moitié des observations a été réalisée entre 10 et 30 jours après la dernière coupe, et l'autre moitié entre 41 et 55 jours après la dernière coupe.

Lorsque le passage est réalisé 10 à 20 jours depuis la dernière coupe de la parcelle, cela signifie que la BNF est, elle, en place depuis au moins 50 à 60 jours, si on considère une durée théorique d'intercoupe moyenne de 40 jours. Comme le montre le tableau 3, la durée des intercoupes a été en pratique plus longue que ces 40 jours théoriques pour les parcelles suivies dans le cadre de l'essai 2014, et donc, dans certaines des BNF observées, la luzerne était en place depuis plus de 80 ou 90 jours.

Le fait que la moitié des observations aient été réalisées au-delà de 40 jours après la dernière coupe de la parcelle, s'explique par la conjonction des éléments suivants :

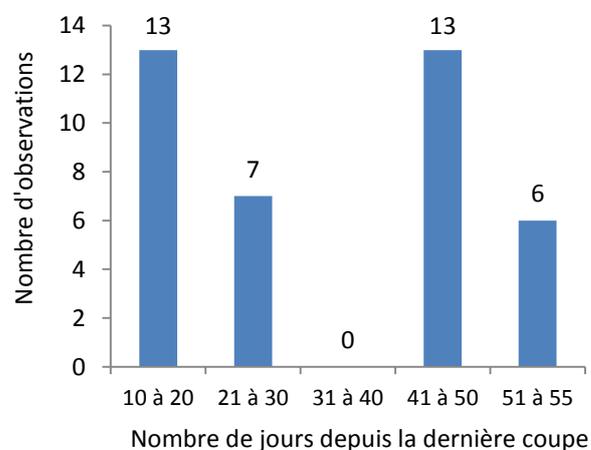


Figure 2 : nombre d'observations réalisées en fonction du nombre de jours depuis la dernière coupe

- le choix par l'observateur des dates de relevé, fait principalement en fonction des contraintes météorologiques, et en intégrant par ailleurs des contraintes logistiques liées aux déplacements jusque sur la zone d'étude, plutôt qu'en fonction des dates de fauches, qui n'avaient pas été communiquées de manière prévisionnelle par la coopérative ;
- en 2014 la commune de Beine-Nauroy était, dans le planning de récolte de la coopérative Luzéal, dite « en fin de tour », c'est-à-dire que pour chaque coupe elle était une des dernières communes dans le circuit de récolte ; c'est donc logiquement que les intercoupes d'un certain nombre de parcelles aient été d'une durée supérieure aux 40 jours théoriques.

Cette représentation relativement importante des intercoupes longues a évidemment un impact sur les résultats qui sont présentés dans la suite du rapport, notamment au niveau des floraisons. L'impact du stade de la luzerne sur l'intensité de floraison sera ainsi commenté dans la suite du document.

4- Salissement de la luzerne

L'impact agronomique du maintien d'une BNF sur une parcelle est un facteur qui rentre en compte dans l'acceptabilité de la pratique par les agriculteurs, logiquement peu enclins à mettre en œuvre des méthodes qui génèrent un salissement trop important des surfaces cultivées. C'est pourquoi le programme Apiluz a intégré à son protocole des relevés du recouvrement du sol par les adventices.

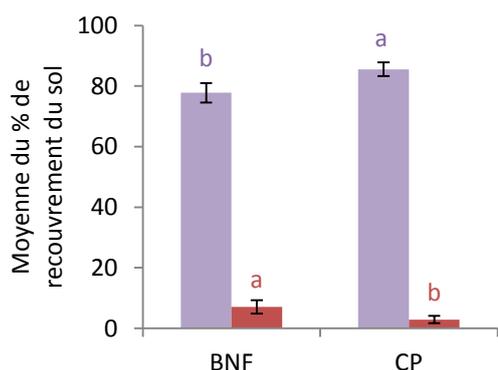


Figure 3 : recouvrement du sol par la luzerne et par les adventices en fonction de la modalité

La figure 3 ci-contre présente le pourcentage de recouvrement du sol par la luzerne (*histogrammes violets*) et par les adventices (*histogrammes bordeaux*) en fonction de la modalité (BNF ou CP).

Sur la base de ces observations 2014, **la présence moyenne d'adventices est plus importante dans les BNF** (où elles recouvrent en moyenne 7% du sol, écart-type $\sigma = 14\%$) qu'au centre des parcelles (où elles recouvrent en moyenne 3% de la surface, $\sigma = 8$) ($p = 0,007$). De manière logique, la luzerne est moins couvrante dans les BNF (78% de recouvrement en moyenne, $\sigma = 20\%$) qu'au CP (86% de recouvrement en moyenne, $\sigma = 14\%$) ; cette différence est également significative ($p = 0,001$).

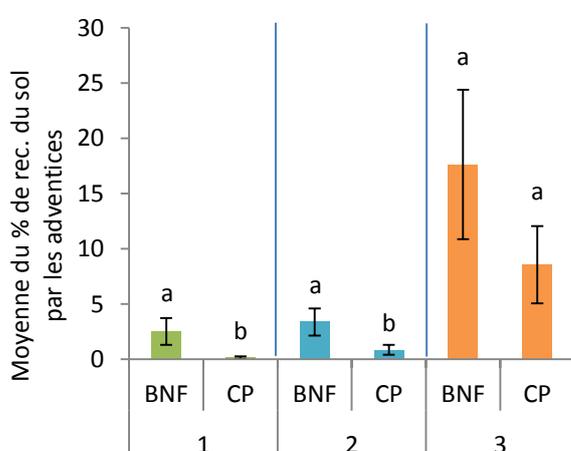


Figure 4 : recouvrement des adventices en fonction de la modalité et de l'âge de la luzerne (1, 2 ou 3 ans)

La figure 4 ci-contre reprend l'indicateur *recouvrement par les adventices* en fonction de la modalité, en croisant avec le facteur âge de la luzerne. Les tests statistiques sont ici pratiqués à l'échelle de chaque classe d'âge de la luzerne.

Il ressort que **ce salissement plus important dans les BNF semble survenir quelque que soit l'âge de la luzerne**. Le recouvrement par les adventices dans les BNF reste néanmoins limité dans les parcelles de luzerne en 1^{ère} (3% de recouvrement en moyenne, $\sigma = 5\%$) ou en 2^{ème} année (3% également en moyenne, $\sigma = 5\%$) par rapport aux parcelles en 3^{ème} année (18% de recouvrement par les adventices en moyenne, $\sigma = 22\%$). Cette présence plus importante des adventices dans les BNF des luzernes en 3^{ème} année est en cohérence avec le salissement du reste

des parcelles qui, comme le montre aussi la figure 4, est en moyenne plus important dans les luzernes en 3^{ème} année par rapport aux parcelles plus jeunes. Ainsi, la luzerne en 3^{ème} année a tendance à présenter davantage d'adventices, ce qui se retrouve exacerbé dans les BNF du fait de la possibilité laissée aux individus d'y accomplir leur cycle pendant au moins 40 jours de plus que sur le reste des parcelles.

Les adventices dicotylédones identifiées dans les luzernes sont communes et largement connues par les agriculteurs de la zone. Il s'agit essentiellement de matricaires (*Matricaria* spp.), coquelicot (*Papaver rhoeas*), véroniques (*Veronica* spp.), pissenlits et autres astéracées à capitules jaunes (*Taraxacum* spp., *Picris* spp. ...), ou encore myosotis (*Myosotis* spp.). Le trèfle violet *Trifolium pratense*, parfois cultivé, a également été identifié à quelques reprises. Enfin, des astéracées types cirses (*Cirsium* spp.) ou chardons (*Carduus* spp.), jugées indésirables dans les réglementations relatives à l'entretien des terres cultivées, ont aussi été observées. Leur nombre trop faible d'occurrences dans les observations de floraisons (puisque n'étaient alors comptés que les individus en fleurs) ne permet cependant pas de confirmer statistiquement qu'elles étaient davantage présentes dans les BNF par rapport au CP. Le caractère indésirable de ces deux genres d'espèces incite à prévoir un suivi peut-être plus détaillé de leur présence dans les BNF au cours des prochaines saisons du programme.

L'étude de la répartition entre les dicotylédones et les graminées montre que ces dernières prennent une place plus importante dans le salissement de la luzerne dans les BNF par rapport au CP. En particulier, alors que les graminées sont, sur la base des observations réalisées en 2014 sur l'échantillon de parcelles concerné, absentes du centre des parcelles dans les luzernes en 1^{ère} ou en 2^{ème} année, elles sont présentes dans les BNF de ces jeunes parcelles. Dans les parcelles de 3^{ème} année, elles contribuent à 67% de la présence d'adventices dans les BNF contre seulement 32% dans le reste des parcelles. Les BNF pourraient donc être suspectées de favoriser une apparition plus rapide et plus importante des graminées dans la luzerne. Cela reste néanmoins à confirmer, puisque les parcelles de 3^{ème} année suivies en 2014 n'avaient pas de BNF lorsqu'elles étaient en 1^{ère} ou 2^{ème} année, et ce résultat pourrait donc être en partie lié à l'historique des parcelles plutôt qu'à la seule présence de BNF. Apparaît ici la question de la pertinence agronomique du maintien sur une même parcelle d'une BNF pendant plusieurs campagnes.

5- Intensité et dynamique des floraisons

Le principal bénéfice attendu des BNF est une augmentation de l'offre florale des parcelles de luzerne. Le programme Apiluz intègre donc à son protocole un indicateur dit d'intensité de floraison, permettant de mesurer cette offre florale. L'intensité de floraison estime une quantité d'unités florales par unité de surface. Dans le cas de la luzerne, l'unité florale la plus aisément dénombrable sur le terrain est l'inflorescence. Les inflorescences sont ainsi dénombrées par mètre carré.

a. Intensité de floraison moyenne

La figure 5 ci-contre en « boîte à moustaches » présente la distribution des mesures d'intensité de floraison en fonction de la modalité, en cumulant les relevés de l'ensemble de la saison. Ce graphique montre que les BNF offrent plus fréquemment que les CP des intensités

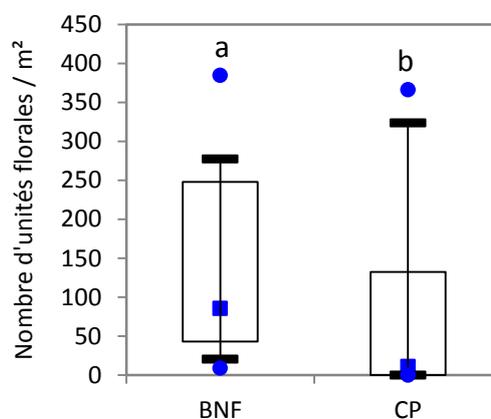


Figure 5 : distribution des mesures d'intensité de floraison selon la modalité

de floraison supérieures à 150 inflorescences de luzerne par mètre carré.

Ainsi, *l'intensité de floraison moyenne dans les BNF* (139 inflorescences / m², $\sigma = 113$) *est supérieure à celle mesurée dans les CP* (88 inflo. / m², $\sigma = 130$) ($p = 0,001$). Ce résultat confirme la pertinence des BNF pour offrir, à l'échelle de l'ensemble de la période de floraison potentielle des luzernes déshydratées, des floraisons plus abondantes que des surfaces récoltées classiquement.

b. Effet de l'âge de la luzerne sur l'intensité de floraison

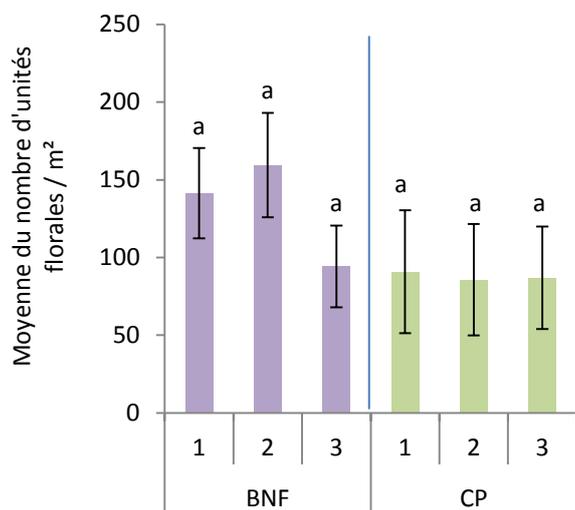


Figure 6 : intensité de floraison moyenne dans les BNF et dans les CP en fonction de l'âge de la luzerne

Un des facteurs dont le programme Apiluz cherche à mesurer les éventuels effets sur les intérêts de la luzerne pour les pollinisateurs est l'âge de la culture.

La figure 6 ci-contre donne l'intensité de floraison moyenne en fonction de la modalité et de l'âge. Les tests statistiques ont ici été pratiqués à l'échelle de chaque modalité (dans la modalité BNF, comparaison selon le facteur âge de la luzerne, puis idem dans la modalité CP).

Cette présentation des résultats met en évidence que, dans les deux « milieux » (BNF et CP) considérés, et sur la base des observations réalisées en 2014, l'âge de luzerne ne semble pas avoir d'effet sur l'intensité de floraison moyenne.

Dans le centre des parcelles, l'intensité de floraison moyenne sur l'ensemble de la saison est quasi identique dans les parcelles en 1^{ère} (91 inflo. / m², $\sigma = 148$), en 2^{ème} (86 inflo. / m², $\sigma = 134$) ou en 3^{ème} année (87 inflo. / m², $\sigma = 114$).

Si la variabilité observée ne permet pas, sur la base de ce seul jeu de données 2014, de le confirmer statistiquement, il semblerait en revanche que les BNF dans les luzernes en 3^{ème} année (94 inflo. / m², $\sigma = 87$) proposent une intensité de floraison moyenne moins importante que celles laissées en place dans des luzernes en 1^{ère} (141 inflo. / m², $\sigma = 109$) ou en 2^{ème} année (159 inflo. / m², $\sigma = 125$). Il s'agit d'un point à investiguer pendant la suite du programme. Si jamais cette observation venait à être validée, confirmant que les BNF dans les parcelles de 3^{ème} année proposent une intensité de floraison moyenne équivalente à celle mesurée au centre des parcelles, cela pourrait en effet inciter à réserver le dispositif de BNF aux jeunes parcelles.

Si les tests statistiques sont réalisés à l'échelle de chaque année (en comparant entre les deux modalités), les résultats vont dans le même sens que cette dernière remarque :

- ▶ dans les parcelles en 1^{ère} année, l'intensité de floraison moyenne est supérieure dans les BNF par rapport au CP ($p = 0,04$) ;
- ▶ dans les parcelles en 2^{ème} année, l'intensité de floraison moyenne est supérieure dans les BNF par rapport au CP ($p = 0,03$) ;
- ▶ dans les parcelles en 3^{ème} année, l'intensité de floraison moyenne est équivalente entre les BNF et les CP ($p = 0,3$).

Etant donné que les parcelles de 2^{ème} et 3^{ème} année ont été fauchées à des dates quasi identiques (cf. tableau 3 page 14), ce résultat semble difficilement rattachable à un effet lié aux dates d'observations ou de fauche, mais semble bien à rapporter à un « essoufflement » des luzernes en 3^{ème} année.

c. Evolution de l'intensité de floraison au cours de la saison

L'étude des résultats d'intensité de floraison moyenne occulte les variations de l'indicateur au cours de la saison de suivi, et il convient donc d'intégrer le facteur chronologie pour tenter de comprendre à quelle(s) période(s) les BNF contribuent le plus à l'augmentation de l'offre florale. La figure 7 ci-contre présente donc l'évolution au cours de la période d'observations de l'intensité de floraison moyenne en fonction de la modalité. Les tests de comparaison sont réalisés à l'échelle de chaque date d'observation (comparaison entre les deux modalités).

Sur la base des seules observations de 2014, cette analyse met en évidence qu'entre fin juin et fin août l'intensité de floraison a évolué en sens contraire entre les BNF et CP. L'intensité de floraison moyenne est plus importante dans les BNF par rapport au CP lors des relevés de fin juin et de fin juillet, mais cette différence n'est confirmée statistiquement que pour la première de ces deux périodes. Lors des relevés du mois d'août l'intensité de floraison moyenne est supérieure au centre des parcelles par rapport aux BNF. La quantité de fleurs par unité de surface au centre des parcelles est alors comparable à celle relevé dans les BNF lors des deux premiers relevés. Ceci est clairement lié aux intercoupes longues (cf. tableau 3 page 14), elles-mêmes liées à la situation en fin de tour de la commune de Beine-Nauroy dans le programme de récolte 2014 de Luzéal.

Lors des dernières observations de la saison, le 11/09, l'intensité de floraison moyenne est de nouveau supérieure dans les BNF par rapport aux CP. Mais, le graphique montrant également bien qu'à cette période la quantité de fleurs par unité de surface est la plus faible de l'ensemble de la saison, ce résultat est à nuancer. Les BNF semblaient effectivement plus intéressantes en septembre 2014 que les CP, mais c'est surtout car les CP n'offraient quasiment aucune fleur (2 inflo. / m² en moyenne, $\sigma = 4$).

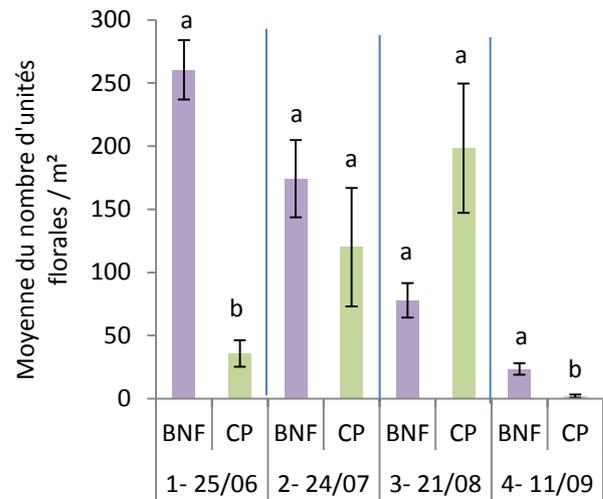


Figure 7 : évolution de l'intensité de floraison en fonction de la modalité

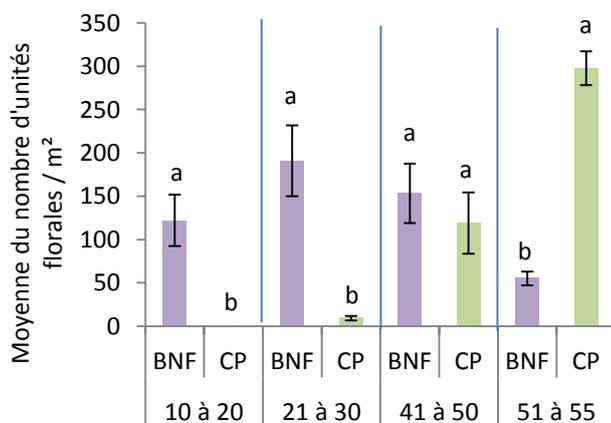


Figure 8 : intensité de floraison moyenne dans les BNF et dans les CP en fonction du nombre de jours depuis la dernière coupe

La présentation de ces mêmes résultats d'intensité de floraison non plus en fonction de la date d'observation, mais du nombre de jours depuis la dernière coupe de la parcelle (cf. figure 8 ci-contre) permet d'apporter des éléments de compréhension complémentaires.

Ce graphique met en évidence que les BNF sont significativement plus fleuries que le reste des parcelles dans une période allant de 10 à 30 jours après la dernière coupe. Entre 41 et 50 jours après la dernière coupe, l'intensité de floraison est équivalente entre les BNF et les CP. Au-delà de 51 jours après la dernière coupe, l'intensité de floraison moyenne chute dans les BNF alors qu'elle augmente très fortement dans les CP, devenant alors significativement plus importante au centre des

parcelles que dans les bandes. L'absence de relevé en 2014 pendant la période équivalente à 31 à 40 jours après la dernière coupe ne permet pas de dire précisément jusqu'à quel délai après la dernière coupe les BNF restent plus fleuries que les CP. Il conviendrait de profiter des prochaines années de suivi pour préciser ce point.

La figure 8 met également bien en évidence le poids des intercultures longues dans les résultats d'intensité de floraison moyenne, et notamment dans le fait que la différence d'abondance florale entre les deux modalités (cf. figure 5) ne soit pas davantage marquée. Si l'essai avait eu lieu sur une commune en début de tour, les intercoupes supérieures à 40 ou 45 jours auraient été moins nombreuses, et ainsi les cas où l'intensité de floraison était très importante au centre des parcelles auraient été moins fréquents, augmentant la différence d'intensité de floraison moyenne entre les deux modalités.

Les résultats d'intensité de floraison peuvent également être expliqués par le facteur *stade de la luzerne*, relevé au cours des observations dans les parcelles. L'échelle utilisée ici est basée sur la hauteur de la culture et sur l'avancement de la floraison. Les figures 9 et 10 ci-dessous donnent la fréquence des différents stades de la luzerne (1 observation correspond à une parcelle prospectée), en fonction :

- figure 9 : de la date d'observation,
- figure 10 : du nombre de jours depuis la dernière coupe.

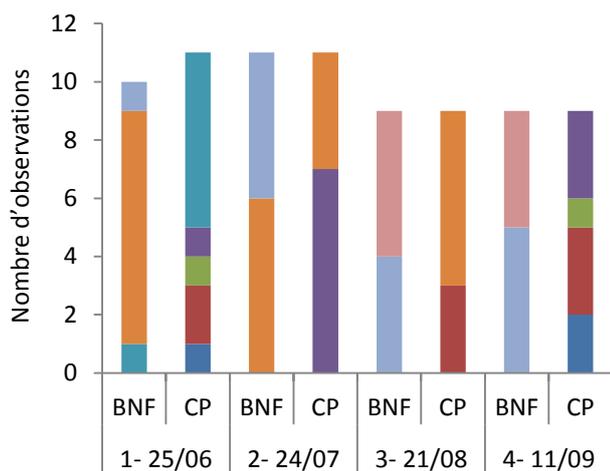


Figure 9 : stade de la luzerne dans chaque modalité en fonction de la date d'observation

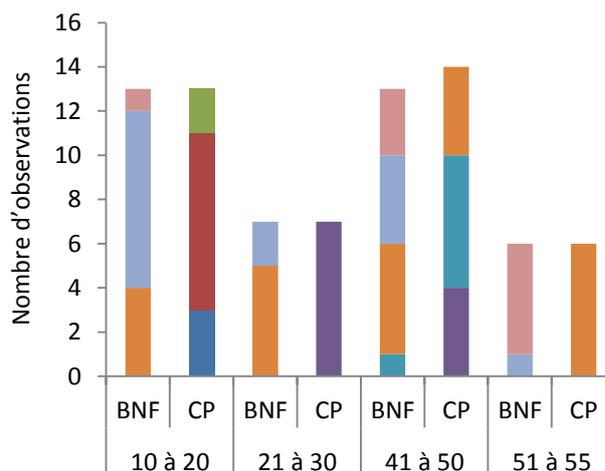
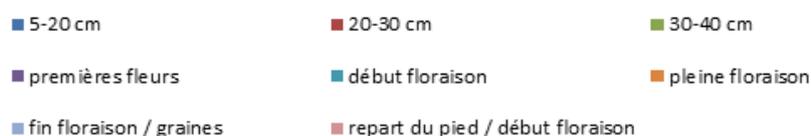


Figure 10 : stade de la luzerne dans chaque modalité en fonction du nombre de jours depuis la dernière coupe



La figure 9, à mettre en relation avec la figure 7 de la page précédente, montre bien que lors des deux premiers passages d'observation la majorité des BNF étaient au stade pleine floraison. Alors que lors du premier relevé, les CP étaient, pour 6 des 11 parcelles observées, au stade début floraison, et pour les 5 autres en croissance végétative ou (pour une des 5) au stade apparition des premières fleurs. Lors des passages d'août et septembre, toutes les bandes étaient soit en fin floraison / graines, soit les luzernes repartaient du pied après la maturation de graines pour proposer une deuxième floraison, d'intensité plus faible que la première.

La figure 10, à mettre en relation avec la figure 8 de la page précédente, montre que la période d'intérêt maximal des BNF se situe entre 10 et 30 jours après la dernière coupe. Au-delà de ces délais d'intercoupes, elles atteignent des stades très avancés qui n'offrent plus de véritable intérêt floral par rapport au reste des parcelles. Comme déjà évoqué plus haut, il serait intéressant pour la suite du programme de prévoir des observations dans la période 31 à 40 jours après la dernière coupe afin de préciser encore la période d'intérêt des BNF.

d. Estimation de la quantité totale de fleurs

Etant donné que le protocole permet de mesurer une quantité moyenne d'inflorescences par unités de surface, et que par ailleurs la surface des deux types de milieux (BNF et CP) est connue pour les différentes parcelles suivies, un travail d'estimation du nombre total de fleurs sur la parcelle peut être réalisé.

Si ce travail pourra probablement être affiné lorsqu'Apiluz disposera de plusieurs années de données, il est néanmoins proposé ici une première approche. Il s'agit d'un indicateur calculé, donc théorique. Son calcul repose sur l'hypothèse qu'à l'échelle d'une parcelle et d'une journée d'observation donnée, l'intensité de floraison est relativement stable, et que donc l'intensité de floraison moyenne mesurée à partir de trois emplacements d'un mètre carré chacun peut être étendue à l'ensemble de la surface de tel milieu. Cette hypothèse devra être vérifiée lorsque le jeu de données d'Apiluz sera complet.

Sur la base des données relevées en 2014, la figure 11 ci-dessous donne donc l'estimation du nombre moyen de fleurs sur les parcelles suivies : dans *le cœur de la parcelle* et dans les *bandes non fauchées*. Pour chaque date d'observation, le nombre total de fleurs est estimé pour les deux modalités de chaque parcelle. Les histogrammes présentés donnent la moyenne du nombre de fleurs sur les parcelles et du nombre de fleurs dans les bandes.

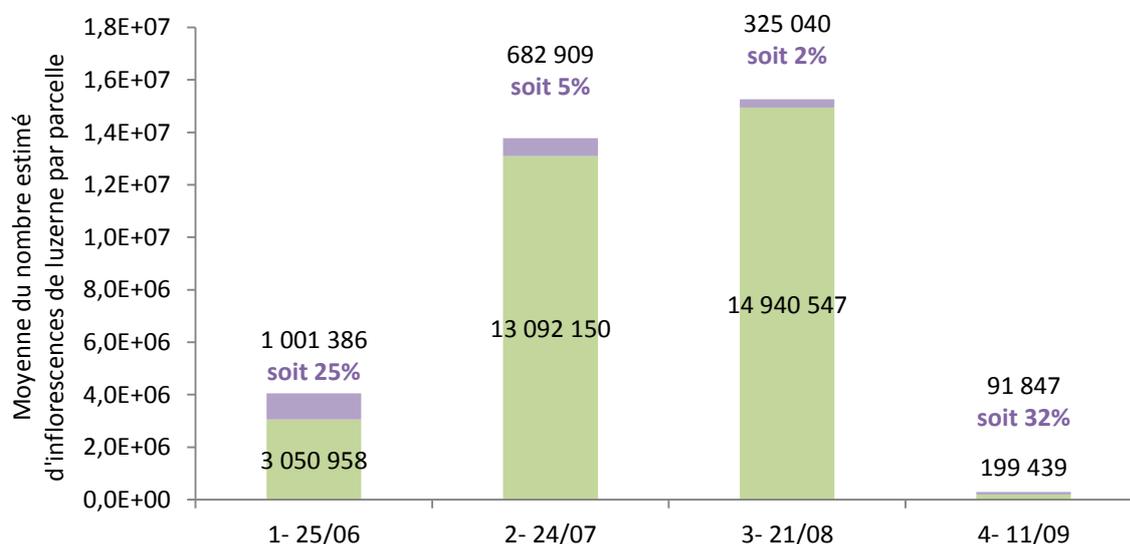


Figure 11 : estimation de la moyenne du nombre de fleurs par parcelles dans le cœur des parcelles et dans les bandes non fauchées selon la date d'observation

Cette présentation des résultats permet d'aborder la question de la fonctionnalité des BNF. Pour rappel, les surfaces cumulées de BNF sur l'échantillon de 11 parcelles suivi en 2014, représentent 4% de la surface des parcelles. La figure 11 montre que la contribution à la production florale de ces 4% de surface évolue au cours de la saison : **fin juin, les bandes regroupent en moyenne 25% de l'offre florale de la parcelle**. Au cœur de l'été, cette contribution de BNF est beaucoup plus faible : 5% de la quantité de fleurs moyenne par parcelle fin juillet (soit un rapport quasi identique à celui de la

surface des BNF), et 2% seulement fin août, ce qui semble montrer qu'à cette période, encore une fois sur la base de l'échantillon de parcelles prospecté en 2014, les BNF n'apportent que très peu. Ceci est à mettre en relation notamment avec les observations faites plus haut sur le stade de la luzerne dans les bandes à cette période.

En septembre, où la production de fleurs est la plus réduite, les BNF contribuent de nouveau très largement à l'offre florale sur les parcelles de luzerne, puisqu'elles regroupent plus de 30% du nombre estimé de fleurs par parcelle.

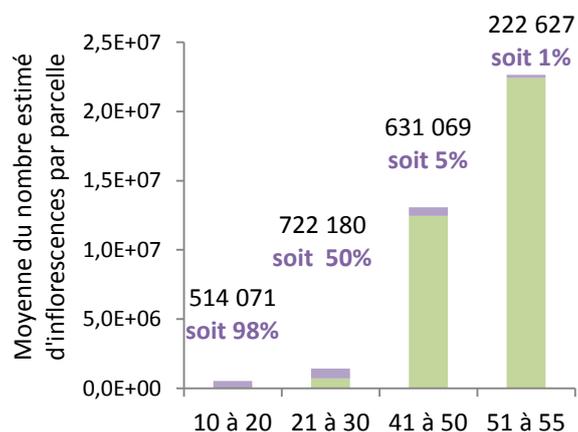


Figure 12 : estimation de la moyenne du nombre de fleurs par parcelles dans le centre des parcelles et dans les bandes non fauchées selon le nombre de jours depuis la dernière coupe

L'analyse des mêmes données estimées du nombre de fleurs par parcelle selon le nombre de jours depuis la dernière coupe (cf. figure 12 ci-contre) met en évidence, de manière cohérente avec les résultats présentés par la figure 8 (page 18) que la période pendant laquelle les BNF sont les plus efficaces pour augmenter l'offre florale des parcelles se situe dans les 10 à 30 jours suivant la dernière coupe.

D'ailleurs, malgré l'absence d'observations en 2014 dans les 10 premiers jours suivants la coupe, il est probablement assez juste d'affirmer que cette période d'intérêt des BNF débute dès le premier jour suivant la coupe. Comme déjà noté plus haut, la réalisation d'observations à partir de 2015 dans la période 31 à 40 jours après la dernière coupe devrait permettre de préciser jusqu'à quel délai les BNF conservent une forte fonctionnalité florale.

Ces données montrent dans tous les cas que les BNF ont un véritable intérêt pendant au moins les 30 jours suivant la coupe de la luzerne. Sans leur présence, les inflorescences de luzerne seraient quasi complètement absentes des parcelles pendant au moins 20 jours. Sur la période 21 à 30 jours après la coupe, les BNF, avec 4% de surface en moyenne, contribuent à 50% de la production florale des parcelles. Logiquement, et en cohérence avec les autres résultats, plus l'intercoupe s'allonge et moins la contribution des BNF à l'offre florale de la parcelle est importante.

Effet de l'âge de la luzerne sur la fonctionnalité des bandes non fauchées

Un décalage d'environ 1 mois existant entre le début d'exploitation, d'une part, des luzernes de 2^{ème} et 3^{ème} année (première coupe début mai), et d'autre part les luzernes de 1^{ère} année (première coupe début juin), il est intéressant d'analyser l'indicateur du nombre de fleurs par parcelles en intégrant le facteur âge de la luzerne.

La figure 13 ci-après présente donc ces mêmes résultats en intégrant le facteur âge de la luzerne. Le deuxième niveau d'abscisse choisi est la date d'observation. Les valeurs ne sont données que pour la contribution des BNF à l'offre florale moyenne des parcelles.

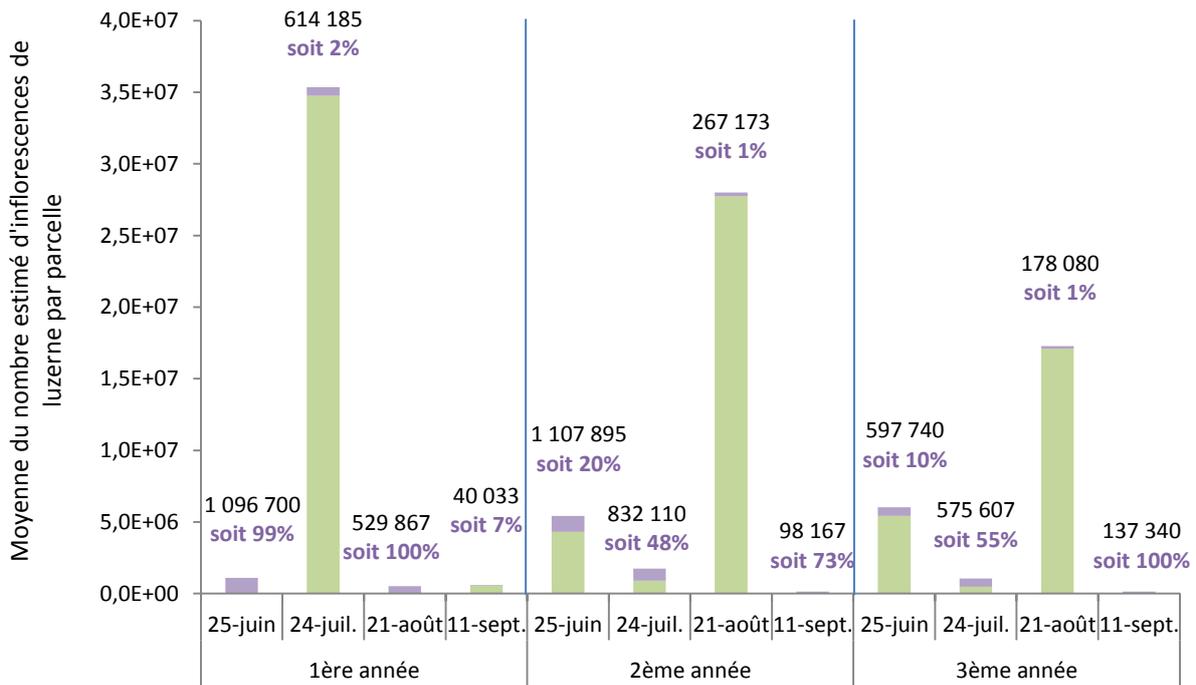


Figure 13 : estimation de la moyenne du nombre de fleurs par parcelles dans le centre des parcelles et dans les bandes non fauchées selon l'âge de la luzerne et la date d'observation ; les valeurs du nombre d'inflorescences estimé ne sont données que pour les BNF, et rapportées (%) à l'offre florale totale estimée de la parcelle (BNF + CP)

Cette présentation des résultats montre de manière claire l'effet du décalage temporel dans l'exploitation des parcelles selon l'âge de la luzerne sur l'intérêt des BNF.

Dans les parcelles en 1^{ère} année, la contribution des BNF à l'offre florale de la parcelle est plus que majoritaire aux périodes fin juin et fin août. Elle est (relativement au reste des parcelles) très faible fin juillet, et un peu plus importante en septembre.

Dans les parcelles en 2^{ème} et en 3^{ème} année, l'intérêt floral des BNF est au contraire la plus importante (supérieure à 48% des fleurs de l'ensemble de la période) aux périodes fin juillet et septembre. Cette contribution des BNF à la production de fleurs des parcelles est quasiment négligeable fin août. Pour les observations de fin juin, elle oscille entre 10% (3^{ème} année) et 20% (2^{ème} année) des fleurs, soit des niveaux qui, même s'ils ne sont pas aussi importants qu'à d'autres périodes, soulignent l'intérêt des BNF, puisqu'obtenus en ne travaillant que sur 4%, en moyenne, de la surface des parcelles.

Ces données illustrent donc une certaine complémentarité temporelle du dispositif de BNF entre les luzernes de différents âges. L'analyse de ces quantités d'inflorescences estimées devra cependant, pour la suite du programme, intégrer la question de la disposition des parcelles. En effet, pourrait se poser la question de l'intérêt réel d'une BNF fin août dans une parcelle en 1^{ère} année (apportant donc environ 500 000 inflorescences) si est située à proximité une parcelle en 2^{ème} ou 3^{ème} année qui offre 20 ou 25 millions d'inflorescences. Ceci sachant aussi que l'impact de la disposition (et par exemple des distances entre parcelles, entre parcelles et ruchers, entre parcelles et sites réservoirs de pollinisateurs sauvages) n'est pas le même pour les différentes catégories de pollinisateurs aux rayons d'actions variables. Ainsi, une BNF en août dans une parcelle de 1^{ère} année pourrait s'avérer inintéressante pour un rucher d'abeilles domestiques mais cruciale pour certains pollinisateurs sauvages.

6- Fréquentation de la luzerne par les pollinisateurs

Au travers d'une augmentation de l'offre florale (indicateur de moyen), l'objectif recherché par la mise en œuvre du dispositif de BNF est de favoriser une meilleure disponibilité alimentaire pour les pollinisateurs. L'indicateur de résultat retenu pour la première année du programme Apiluz est donc l'abondance relative de différents groupes d'insectes pollinisateurs (cf. liste et niveaux d'identification pages 8 et 9) dans les parcelles de luzerne. Après une brève présentation des résultats pour l'indicateur global d'abondance des pollinisateurs (tous groupes confondus), sont ensuite présentés des éléments plus détaillés pour les pollinisateurs sauvages, puis pour l'abeille domestique.

a. Abondance relative des insectes pollinisateurs selon la modalité

La figure 14 ci-contre présente la distribution des résultats d'abondance des insectes pollinisateurs, toutes catégories confondues, par transect de 200m² (100m de long x 2m de large) et selon la modalité. Ce graphique fait ressortir une distribution des résultats plus élevée dans les BNF que dans les CP, avec notamment une fréquence plus importante des mesures d'abondances supérieures à 100 individus / 200m².

L'étude de l'abondance moyenne confirme cette observation, puisque **la moyenne du nombre d'individus / 200m² dans les BNF** (88 ind. en moyenne, $\sigma = 70$) **est supérieure** ($p = 0,04$) **à celle mesurée dans les CP** (54 ind. en moyenne, $\sigma = 64$). Ce résultat montre donc que les insectes pollinisateurs sont plus nombreux, par unité de surface, dans les BNF que sur le reste des parcelles. Cette première analyse, réalisée à l'échelle de l'ensemble de la saison, et en confondant les différents groupes de pollinisateurs comptabilisés dans le protocole, cache les variations chronologiques et la réponse possiblement différente à la présence de BNF des différents groupes d'insectes.

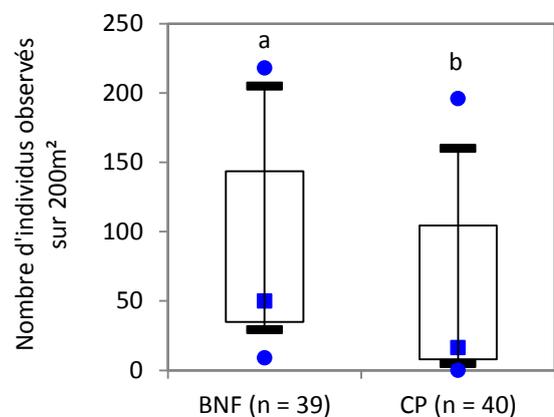


Figure 14 : distribution des mesures d'abondance des pollinisateurs par modalité ; n = nb transects réalisés

b. Composition des effectifs de pollinisateurs

La figure 15 ci-contre donne la somme des insectes observés dans chaque modalité en décomposant par groupes d'identification.

Les 5 610 insectes dénombrés au total se répartissent comme suit (par ordre d'importance décroissant) :

- 43% d'abeilles domestiques,
- 30% de papillons,
- 22% de diptères (syrphes éristales et mouches),
- 5% d'apoïdes sauvages (abeilles sauvages et bourdons).

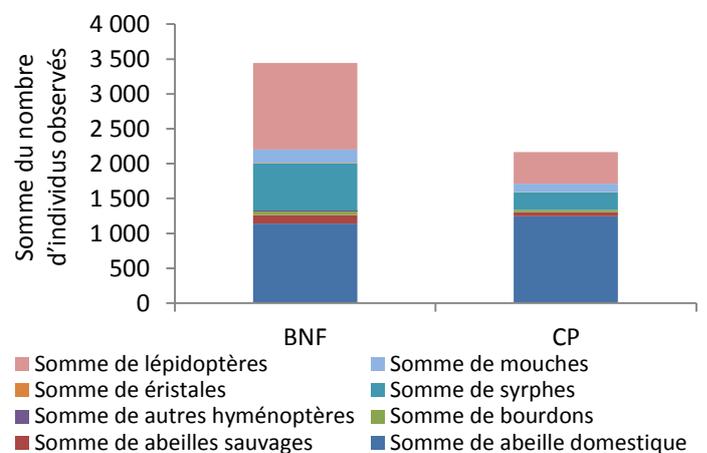


Figure 15 : distribution des insectes observés entre groupes identifiés pour chaque modalité

Comme le suggère la figure 15, ces pourcentages varient d'une modalité à l'autre. La présence sensiblement plus importante de lépidoptères et de syrphes dans les BNF fait mécaniquement baisser le pourcentage des insectes représenté par l'abeille domestique dans les BNF (où 33% des individus dénombrés étaient des butineuses *Apis mellifera*) par rapport aux CP (où l'abeille domestique représente 57% des individus observés).

c. Evolution des effectifs de pollinisateurs sauvages

Sur la page suivante, la figure 16 regroupe les principales observations relatives à l'évolution de l'abondance des différents groupes de pollinisateurs dans les deux modalités au cours de la saison.

La première colonne (*abondance moyenne*) donne tout d'abord pour chaque groupe l'abondance moyenne (c'est-à-dire la moyenne du nombre d'individus observés par transect) pour chaque modalité mesurée à l'échelle de l'ensemble de la saison, ainsi que le résultat du test statistique de comparaison de ces abondances moyennes.

La deuxième colonne (A) présente pour chaque groupe de pollinisateurs l'évolution de l'abondance moyenne au cours de la saison d'observation dans les deux modalités. L'échelle de chaque graphique est adaptée aux effectifs mesurés, et varie donc d'un groupe à l'autre.

La troisième colonne (B) présente pour chaque groupe l'évolution de la moyenne du nombre estimé d'individus par parcelle. Il s'agit d'un indicateur calculé, sur le modèle de l'indicateur *nombre estimé de fleurs sur la parcelle* étudié plus haut dans la présentation des résultats de floraison. Il s'agit là encore d'appréhender l'utilité des BNF pour les différents groupes de pollinisateurs. Comme pour la deuxième colonne, l'échelle des graphiques présentés dans cette colonne est adapté aux effectifs estimés pour chaque groupe, et varie donc d'un groupe à l'autre.

i. Abeilles sauvages

Les effectifs d'abeilles sauvages relevés dans les parcelles suivies sont restés faibles à très faibles tout au long de la saison, que ce soit dans les BNF ou dans le reste des parcelles. Si l'abondance moyenne est quasiment double dans les BNF (3,1 individus / transect en moyenne, $\sigma = 5,0$) par rapport aux CP (1,5 ind. / transect, $\sigma = 3,4$), la variabilité importante couplée aux faibles effectifs ne permettent pas de confirmer statistiquement cette tendance.

Les figures 16-A et 16-B pour les abeilles sauvages montrent que c'est en début d'été (juin – juillet) que les abeilles sauvages ont été les plus abondantes dans les parcelles de luzerne. A cette période, elles étaient relativement plus abondantes dans les BNF que dans les CP. Ainsi, si les BNF ne représentent en moyenne que 4% des surfaces de luzerne, elles ont concentré environ 6% des effectifs estimés d'abeilles sauvages sur cette période.

Le groupe des abeilles sauvages semble par ailleurs avoir particulièrement fréquenté les BNF en fin de saison. Lors du dernier relevé de la saison le 11/09, les 4% de surface des BNF regroupent 28% des effectifs d'abeilles sauvages estimés dans les luzernes. Même si cette observation est à nuancer par la faiblesse des effectifs, la poursuite des observations pendant une à deux saisons supplémentaires devrait permettre de préciser ce possible intérêt des BNF en fin de saison.

ii. Bourdons

Les effectifs de bourdons ont été encore plus réduits que ceux d'abeilles sauvages : à peine 1,4 individus en moyenne par transect de 200m² dans les BNF ($\sigma = 3,1$), et seulement 0,8 ind. / transect ($\sigma = 1,6$) dans le reste des parcelles. Cela semble étonnant, étant connue la forte attractivité des légumineuses, et notamment de la luzerne, pour ce groupe de pollinisateurs. Aucune différence statistiquement significative n'apparaît entre les abondances moyennes des deux modalités.

Figure 16



Comme pour les abeilles sauvages, les bourdons semblent avoir davantage répondu à la présence des BNF en début de saison de floraison des luzernes (fin juin). Dans la suite de la saison, les abondances mesurés de bourdons étaient très faibles quelque que soit la modalité considérée. Les BNF semblent donc avoir eu le plus d'intérêt pour ce groupe en première partie d'été. L'effet de fin de saison (septembre) identifié pour les abeilles sauvages ne se retrouve pas pour les bourdons, complètement absents des luzernes lors de l'ensemble des relevés du 11/09.

iii. Somme des hyménoptères sauvages

La figure 16 n'intègre pas la catégorie « autres hyménoptères sauvages » (c'est-à-dire la somme des hyménoptères sauvages moins les abeilles sauvages et les bourdons) puisque les effectifs de cette catégorie ont été extrêmement faibles tout au long de la saison d'observation.

Le travail de comparaison des abondances moyennes a été effectué pour une catégorie regroupant tous les hyménoptères sauvages dénombrés (abeilles sauvages, bourdons, et autres hyménoptères sauvages). Dans les BNF, l'abondance moyenne pour cet indicateur est de 4,8 individus en moyenne par transect ($\sigma = 7,0$) contre 2,3 ind. en moyenne ($\sigma = 4,4$) sur le reste des parcelles. La comparaison de ces moyennes met en évidence que les hyménoptères sauvages sont plus abondants dans les BNF que dans les CP ($p = 0,02$), ce qui vient confirmer les tendances observés pour les groupes des abeilles sauvages et des bourdons.

Mais encore une fois, la faiblesse des effectifs observés en 2014 incite à valider ces résultats lors des années suivantes du programme.

iv. Syrphes

Avec en moyenne 17 individus par transect ($\sigma = 24$) dans les BNF contre 6 ind. / transect ($\sigma = 9$) dans les CP, l'abondance relative des syrphes est plus importante dans les bandes que sur le reste des parcelles ($p = 0,005$). Cette différence mesurée à l'échelle de l'ensemble de la saison est essentiellement due à la plus grande abondance relative de syrphes dans les BNF en début de saison (relevés de fin juin) puis en fin de saison (septembre), puisque pendant le cœur de la saison (juillet et août) les abondances relatives moyennes étaient semblables dans les deux modalités. En conséquence, c'est en juin et en septembre que les BNF semblent présenter le plus d'intérêt pour les syrphes.

v. Mouches

Les effectifs des insectes du groupe des mouches ont aussi été relativement faibles pendant toute la saison, mais contrairement à la majorité des autres groupes, c'est lors des observations de septembre que les mouches ont été les plus abondantes. Si elles étaient alors peu abondantes, il convient aussi de noter que lors du premier relevé, les mouches ont plus particulièrement plébiscité les BNF, puisque sur la base des relevés réalisés, les 4% de surface des BNF concentraient 34% des effectifs de mouches comptabilisés. A l'échelle de l'ensemble de la saison, l'abondance moyenne de mouches dans les BNF (4,9 ind. / transect, $\sigma = 5,2$) est supérieure ($p = 0,01$) à celle dans les CP (2,9 ind. / transect, $\sigma = 3,8$).

vi. Papillons

Avec 1 697 individus dénombrés, les papillons ont été le groupe de pollinisateurs sauvages le plus abondants dans les luzernes au cours des relevés de 2014. Il s'agit majoritairement de papillons dits « de jour » (correspondant à l'ancienne dénomination *rhopalocères*) pour 1 046 individus, les papillons dits « de nuit » (hétérocères) étant représentés par 651 individus.

L'abondance moyenne des papillons est supérieure ($p = 0,0002$) dans les BNF (32 individus / transect, $\sigma = 34$) par rapport aux CP (11 ind. / transect, $\sigma = 15$).

Contrairement à l'ensemble des autres groupes de pollinisateurs sauvages dont les effectifs ont été dénombrés, les papillons semblent avoir favorisé les BNF pendant l'intégralité de la saison d'observations. Hormis pour les relevés du 21/08 où la variabilité ne permet pas de confirmer la plus grande abondance dans les BNF, cette tendance est confirmée statistiquement pour les trois autres dates de relevé, où les lépidoptères étaient donc plus abondants dans les BNF que sur le reste des parcelles. En fin de saison notamment, les 4% de surface des BNF regroupent 44% des effectifs de papillons estimés sur les parcelles. Ces résultats sont en cohérence avec ceux de l'étude Coop de France Déshydratation de 2009 – 2010 qui avaient montré que les papillons répondaient positivement à la présence de BNF sur les parcelles de luzerne.

Les effectifs de papillons dénombrés consistent majoritairement d'espèces ou groupes d'espèces communs, notamment le groupe des piérides (genre *Pieris*, qui regroupe principalement les trois espèces *P. brassicae*, *P. rapae* et *P. napi*) qui représente 68% des 957 individus identifiés au genre ou à l'espèce. La répartition des observations entre espèces ou groupes d'espèces est donnée dans la figure 17 ci-contre.

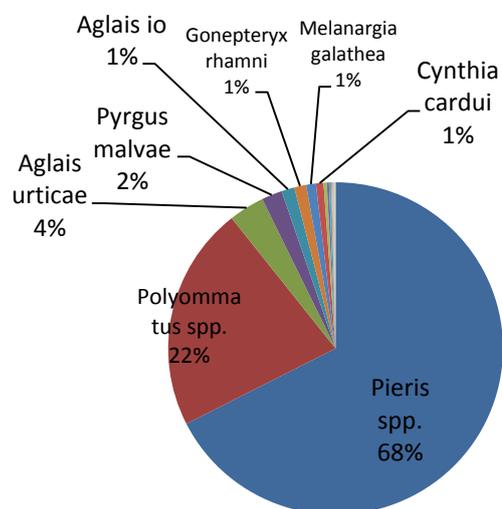


Figure 17 : répartition des papillons de jour identifiés entre genres et espèces

d. Abondance des abeilles domestiques dans la luzerne

Comme la figure 15 (page 23) le laisse entrevoir, l'abondance moyenne d'abeilles domestiques butineuses est équivalente entre les BNF (29 individus / transect, $\sigma = 46$) et les CP (31 ind. / transect, $\sigma = 48$). Ce résultat cache néanmoins d'importantes variations en fonction de la période de relevé.

La figure 18 ci-contre présente l'évolution au cours de la saison d'observations de l'abondance moyenne des butineuses dans les deux modalités. Elle montre clairement, de manière cohérente avec les résultats d'intensité de floraison, que l'intérêt relatif des deux modalités tel qu'estimé par les abeilles domestique a fluctué au cours de la saison d'observations : lors du relevé de fin juin, les butineuses étaient largement plus nombreuses ($p = 0,001$) par transect dans les BNF (93 ind. / transect, $\sigma = 50$) que dans les CP (15 ind. / transect, $\sigma = 16$). Fin juillet, l'abondance relative d'abeilles était équivalente dans les deux milieux ; et enfin fin août, c'est au centre des parcelles que les butineuses étaient clairement les plus abondantes, malgré que ce résultat ne puisse pas, sur la base des données 2014, être confirmé statistiquement ($p = 0,20$).

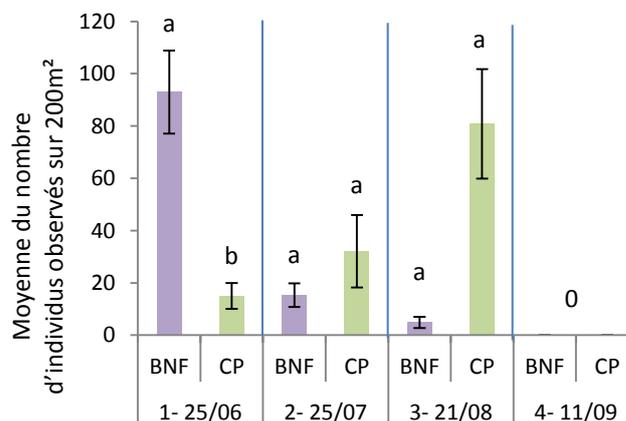


Figure 18 : évolution de l'abondance moyenne de butineuses selon la modalité

Il est également à noter l'absence totale d'abeilles domestiques durant les observations du 11/09, que ce soit dans les bandes ou sur le reste des parcelles. Même si les luzernes offraient moins de fleurs à cette période (cf. figure 7 ou figure 11), ce résultat est plutôt étonnant puisque l'on sait qu'à cette période de la saison l'environnement ne propose la plupart du temps que peu de ressources, que ce soit pour la récolte de pollen ou, pour ce qui concerne la luzerne, pour la récolte de nectar. L'absence de butineuses dans les luzernes semble donc difficilement explicable sans informations complémentaires sur les sources de nectar qu'elles exploitaient à cette période ; l'hypothèse d'une floraison concurrente de lierre *Hedera helix* – espèce connue pour être une des principales, si ce n'est la principale ressource alimentaire des colonies à cette époque de l'année – en cours dès la première moitié de septembre peut ici être posée, mais pas vérifiée en l'absence d'analyses palynologiques des rentrées de nectar.

L'étude du nombre estimé de butineuses sur les parcelles selon la modalité et selon la période d'observation (cf. figure 19 ci-contre) confirme l'intérêt des BNF pour l'abeille domestique en début de période de floraison de la luzerne : **les 4% de surface des BNF concentraient 22% des butineuses** estimées sur les parcelles. Par la suite de la saison, les butineuses étaient, selon cette estimation, largement plus nombreuses sur le reste des parcelles.

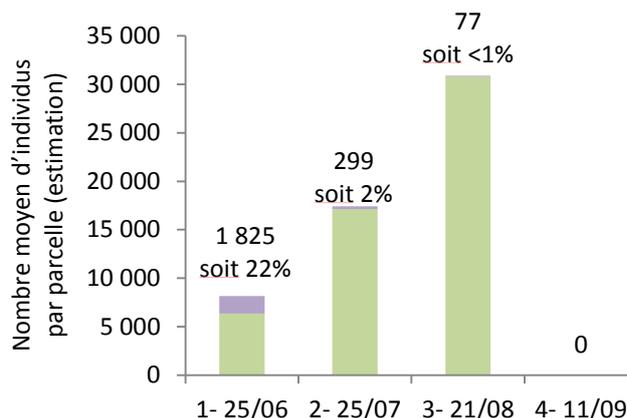


Figure 19 : évolution de la moyenne du nombre estimé d'individus par parcelle selon la modalité

L'analyse des corrélations entre d'une part les indicateurs d'abondance de butineuses (l'indicateur mesuré, soit le nombre de butineuses sur 200m² prospectés, et les indicateurs calculés : nombre estimé d'abeilles sur la parcelle, nombre d'abeilles pour 10 000 fleurs), et d'autre part les indicateurs de production florale (l'indicateur mesuré, soit le nombre d'inflorescences / m², et l'indicateur calculé du nombre estimé d'inflorescences sur la parcelle) montre que :

- la densité d'abeilles (nombre d'individus par unité de surface) semble assez fortement corrélée à la densité florale (nombre d'inflorescences par unité de surface) ($r^2 = 0,69$) ;
- le nombre estimé d'abeilles sur les parcelles semble assez fortement corrélé avec le nombre total estimé de fleurs sur les parcelles ($r^2 = 0,87$).

Parmi les corrélations estimées par une mesure du coefficient de corrélation r^2 , l'influence des facteurs *température en °C* et *distance entre la parcelle et le rucher connu le plus proche* n'a pas permis de mettre en évidence d'effet de ces facteurs sur la densité d'abeilles ou le nombre estimé de butineuses sur les parcelles.

Cette première approche de l'analyse des facteurs influençant la présence d'abeilles dans les luzernes pourra être poussée plus loin lorsqu'Apiluz disposera de plusieurs années de données ; notamment, la significativité de ces corrélations pourra être calculée.

7- Indicateurs liés aux ruchers

a. Présence de la luzerne autour des ruchers suivis

Parmi les différents facteurs qui déterminent, pour l'apiculteur, la qualité et la valeur d'un emplacement, la densité de ressources autour du rucher est un point particulièrement important, puisqu'influençant directement sur le potentiel de production de miel.

Le tableau 4 ci-contre présente, pour chacun des deux ruchers suivis, des indicateurs de la présence de luzerne dans trois rayons différents autour des ruchers : 500m, 1,5 Km et 3 Km. Pour chaque rucher, est estimé (A) le nombre de parcelles et la surface cumulée de ces parcelles de luzerne, et (B) le nombre de parcelles avec BNF et la surface cumulée de ces BNF.

En apiculture de production, un rayon de 500m est considéré comme optimal pour maximiser la récolte de miel ; au-delà de 1,5 Km, le butinage est beaucoup moins efficace, et les apiculteurs cherchent logiquement, dans la mesure du possible, à disposer d'emplacements au plus proche des ressources à exploiter.

Ce tableau met en évidence les **écarts importants qu'il peut exister entre ruchers voisins** (sur la même commune) d'un même apiculteur **du point de vue de l'abondance des ressources** cultivées présentes dans l'environnement des colonies. En effet :

- ▶ en ce qui concerne la luzerne :
 - ▶ dans un rayon de 500m autour des ruches, si le nombre de parcelles est identique (une seule parcelle dans chaque cas), la surface de luzerne varie d'un facteur 6 (2,2 ha pour Beine bois contre 1,2 ha pour Beine colline) ;
 - ▶ dans un rayon de 1,5 Km, le nombre de parcelles est plus de deux fois plus important à Beine colline (12 contre 5), de même que la surface cumulée de luzerne (81 ha contre 39 ha) ;
- ▶ en ce qui concerne les BNF :
 - ▶ dans un rayon de 500m, il n'y a aucune parcelle avec BNF dans l'environnement du rucher de Beine bois alors que le rucher de Beine colline dispose d'une parcelle avec BNF, pour une surface d'environ 4 000m² ;
 - ▶ dans un rayon de de 1,5 Km alors que le rucher de Beine bois ne profite que d'une seule parcelle avec BNF pour une surface d'environ 2 000m², le rucher de Beine colline dispose de cinq parcelles avec bande, pour une surface cumulée d'environ 2 ha, soit dix fois plus.

Ces chiffres mettent ainsi en évidence le caractère plus favorable de l'emplacement Beine colline du point de vue de la présence de la luzerne. Cet emplacement dispose notamment dans un rayon de 500m de plus de surface de BNF que l'emplacement de Beine bois dans un rayon de 1 500m.

Rucher	Rayon	A- luzerne		B- bandes	
		nb parcelles	surface ha	nb parcelles	surface ha
Beine bois	500m	1	2,2	0	0,0
	1500m	5	39,3	1	0,2
	3000m	30	214,2	6	2,0
Beine colline	500m	1	13,2	1	0,4
	1500m	12	81,5	5	2,0
	3000m	30	206,1	8	2,9

Tableau 4 : indicateurs de présence de la luzerne dans l'environnement des ruchers suivis

Note : ces indicateurs de présence de la luzerne ne pouvaient pas être calculés pour le rucher témoin de Puisieux à la date de rédaction de ce document (données non reçues), mais le seront dans le prochain rapport d'étape rédigé à l'issue de la saison 2015. Il convient cependant de noter qu'aucune parcelle sur Puisieux n'a présenté de BNF au cours de la saison 2014. L'évolution du poids des colonies de Puisieux sur balance est néanmoins donnée pour comparaison.

b. Evolution du poids des colonies

La figure 20 sur la page suivante regroupe les données d'évolution du poids des colonies en Kg pour les deux ruches par rucher qui étaient placées sur balance au cours de la saison 2014. Les chutes de poids correspondent aux récoltes de miel. Malgré les différences de poids d'une colonie à l'autre et / ou d'un rucher à l'autre, l'échelle de poids retenue est la même pour l'ensemble des colonies afin de faciliter la comparaison visuelle d'une colonie à l'autre.

Si, à l'échelle d'un même rucher, l'évolution du poids des deux colonies sur balance est relativement comparable, la mise en perspective de ces différentes courbes fait apparaître des différences d'un rucher à l'autre.

Le rucher de Beine colline est celui où les colonies ont pris le plus de poids au cours de la période de suivi ; au contraire les deux colonies du rucher de Beine bois sont celles qui ont le moins pris de poids au cours de cette même période. Les deux ruches du rucher de Puisieux ont présenté une évolution proche de celle des ruches de Beine colline mais avec des prises de poids moins importantes. La première observation à faire est donc que ces évolutions de poids semblent difficilement être rattachables aux seules surfaces de BNF présentes dans l'environnement des ruchers : les colonies de Puisieux qui ne disposaient d'aucune BNF ont pris plus de poids que celles de Beine bois qui profitaient d'au moins une bande dans un rayon de 1,5 Km autour de l'emplacement, et de 2 ha de surface cumulée de BNF dans un rayon de 3 Km.

D'autre part, ces graphiques mettent bien en évidence la période au cours de laquelle les colonies, dans ces environnements de grandes cultures marqués par la présence de luzerne, peuvent amasser suffisamment de nectar dans les hausses pour que l'apiculteur puisse espérer produire du miel de luzerne. Toutes les colonies qui ont pris du poids au cours de la période de suivi (les deux colonies de Beine colline et la colonie n°1 de Puisieux) ont réalisé ces rentrées de nectar entre la fin du mois de juin et le mois de juillet. Courant août, le poids des trois colonies concernées est resté à un plateau et n'a donc que très peu évolué jusqu'aux récoltes de septembre. C'est donc clairement sur cette période du 15-20 juin à la fin juillet que la production de miel de luzerne se joue dans ces paysages. Cette observation est en cohérence avec la connaissance qu'ont les apiculteurs champenois du déroulement habituel de la miellée de luzerne.

Concernant le rucher de Beine bois, il est tout d'abord à noter le poids de départ beaucoup plus faible des deux colonies par rapport à celles des deux autres ruchers. Ceci est lié à l'environnement moins favorable à la prise de poids au cours de la période précédant le suivi, ce qui a entraîné que l'apiculteur n'avait pas posé de hausses sur ces colonies au 15/06, alors que des hausses étaient déjà en place à cette date dans les autres ruchers. Au-delà de cette question de l'état de départ, c'est surtout la prise de poids quasi nulle (et donc l'absence de récolte de miel, hormis une petite récolte de 9 Kg de miel le 19/06 peu ou pas lié à la luzerne) pendant toute la période qu'il convient de commenter. Elle met clairement en évidence que la seule présence de luzerne autour d'un rucher ne garantit pas à l'apiculteur de récolter du miel pendant l'été. La faible présence de BNF dans l'environnement de ce rucher n'a manifestement pas permis de compenser et de générer une récolte, mais il est possible que ces BNF aient permis à ces colonies de limiter les pertes de poids au cours de la période.

Colonie 1

Évolution du poids en Kg

Colonie 2

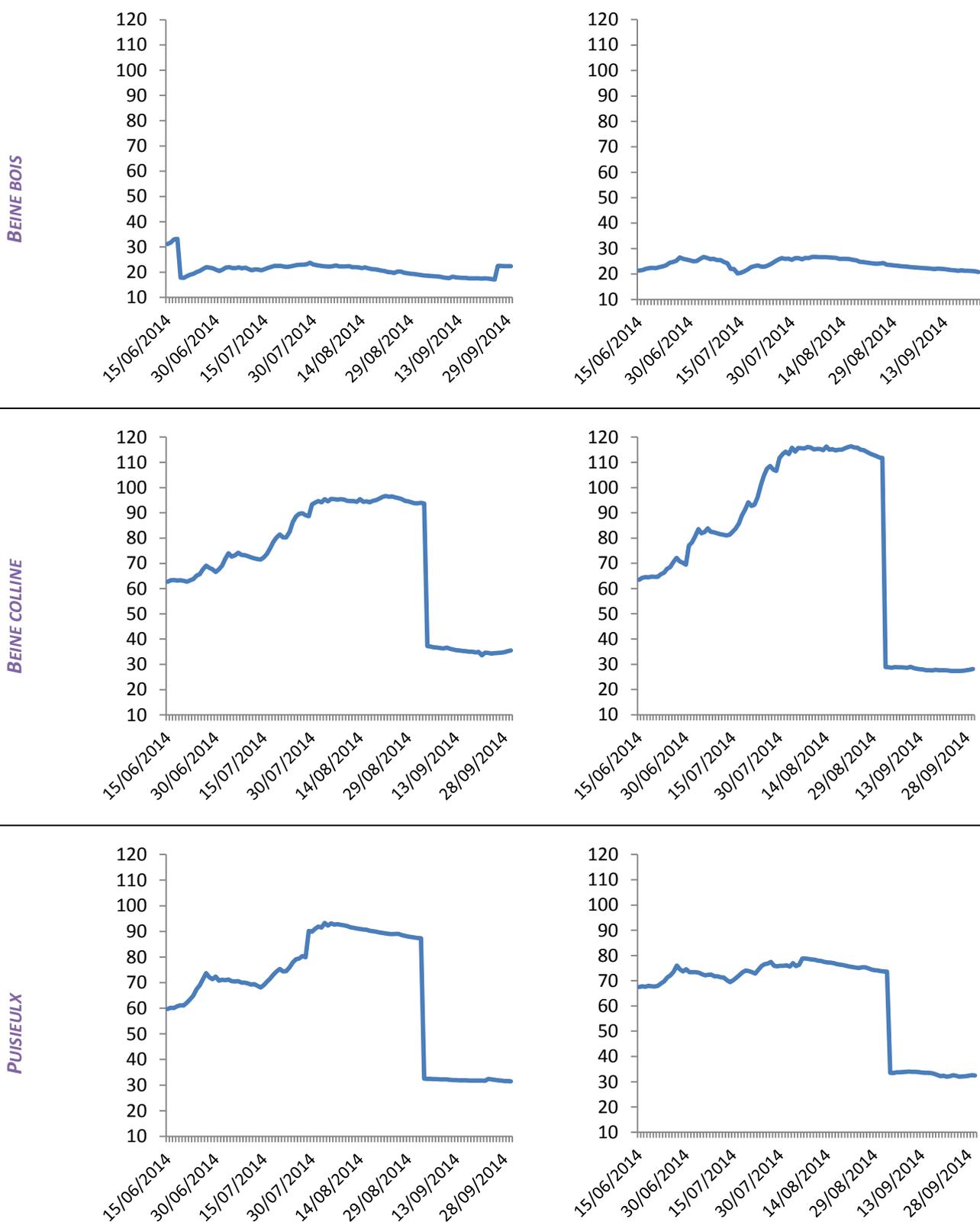


Figure 20 : évolution du poids en Kg des colonies placées sur balance dans les deux ruchers de Beine-Nauroy et dans le rucher témoin de Puisieulx

La figure 21 ci-dessous synthétise les mêmes données sur un même graphique. Chaque histogramme correspond à la moyenne de l'évolution quotidienne du poids des deux colonies sur balance sur une période de 10 jours (*juin 3* correspondant à la période du 21 au 30 juin, *juillet 1* à la période du 1^{er} au 10 juillet, ainsi de suite).

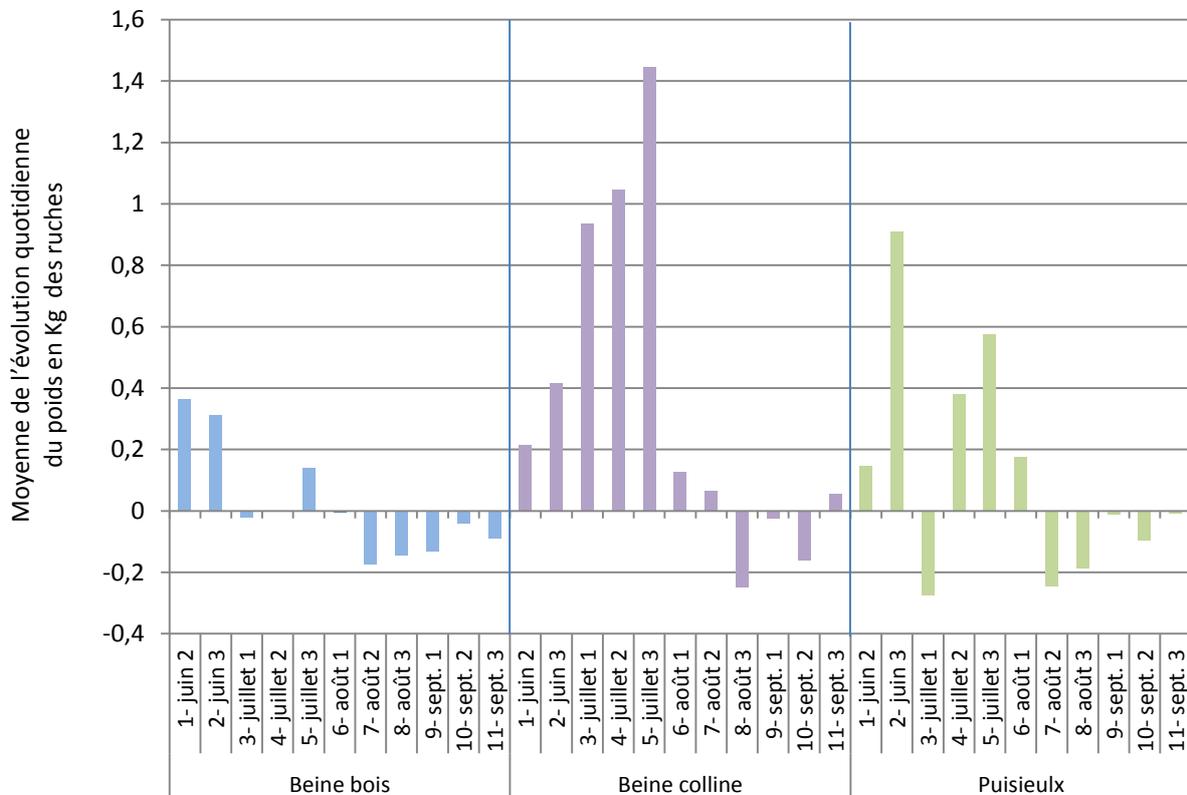


Figure 21 : moyenne de l'évolution quotidienne du poids des ruches par rucher et par décade

Cette figure met bien en évidence les commentaires faits plus haut sur la période privilégiée d'amassage de nectar de luzerne par les colonies.

L'absence de données (notamment palynologiques) relatives aux autres sources de nectar exploitées par les colonies à cette période de l'année interdit cependant de rattacher les évolutions de poids constatées exclusivement aux entrées de nectar de luzerne dans les ruches.

c. Production de miel

Les données issues du suivi du poids des colonies permettent de dégager les quantités de miel récoltées dans chacun des trois ruchers suivis. Ces résultats sont synthétisés dans les deux figures page suivante : la figure 22 donne la somme du poids de miel récolté sur les deux colonies sur balance, et la figure 23 donne la moyenne de production par ruche.

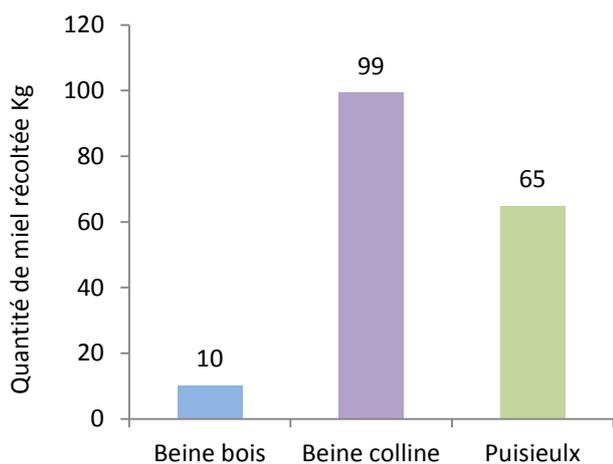


Figure 22 : somme des quantités de miel récoltées sur les deux ruches sur balance par rucher

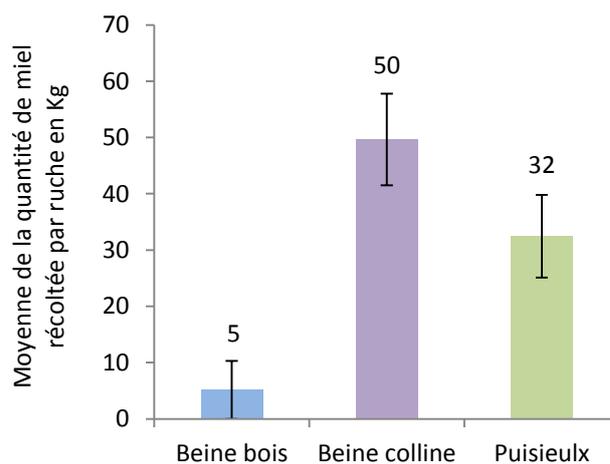


Figure 23 : moyenne des quantités de miel récoltées sur les deux ruches sur balance par rucher

Ces deux figures montrent des quantités de miel récoltées en cohérence avec les résultats d'évolution du poids des colonies sur balance. Les deux ruches de Beine colline ont récolté un total d'environ 100 Kg de miel, soit environ 50 Kg / ruche. Les deux colonies de Puisieux ont en moyenne récolté 32 Kg / ruche. Dans le rucher de Beine bois, la seule récolte, de moins de 10 Kg, a été réalisée le 19/06, avant le cœur de la période de production de miel de luzerne.

Comme déjà commenté plus haut, ces résultats, comme ceux d'évolution du poids, semblent difficilement rattachables aux surfaces de BNF dans l'environnement des ruchers. Si la luzerne n'est sans doute pas l'unique source de nectar disponible courant juillet dans les paysages de la zone d'étude, il pourrait néanmoins être intéressant, dans le cadre du programme Apiluz, d'étudier aussi précisément que possible le lien entre la production de miel et les surfaces de luzerne autour des ruchers, puisque l'expérience des apiculteurs permet d'affirmer que la luzerne est, si ce n'est la seule, du moins la principale source de nectar – et donc de miel – dans le secteur à cette période.

Conclusion

Bilan du suivi 2014

La première année d'observations de terrain du programme Apiluz, menée sur la base d'un dispositif expérimental de 18 parcelles avec bandes de luzerne non fauchées, a permis de dégager les tendances suivantes :

- en laissant la végétation accomplir son cycle pendant au moins 40 jours supplémentaires, la luzerne dans les bandes a eu tendance à se salir davantage que sur le reste de la parcelle : matricaire, coquelicot, myosotis, pissenlit, graminées, mais aussi quelques cirses et chardons, se sont ainsi retrouvés de manière plus fréquente dans les bandes non fauchées (où elles recouvrent environ 7% de la surface du sol) que dans le reste de la parcelle (environ 3% de recouvrement), ce quel que soit l'âge de la luzerne, avec un effet logiquement exacerbé dans les parcelles en 3^{ème} année ;
- les bandes non fauchées présentent, à l'échelle de l'ensemble de la période de suivi, une intensité de floraison (c'est-à-dire un nombre d'inflorescences de luzerne par unité de surface) supérieure à celle du centre des parcelles ; ce différentiel est particulièrement marqué en début de période d'exploitation de la luzerne (juin / juillet) puis en toute fin de saison (septembre) ; la commune de Beine étant en fin de tournée de récolte en 2014, le centre des parcelles a pu arriver au stade floraison à plusieurs reprises, ce qui explique que le différentiel de floraison mesuré n'ait pas systématiquement été en faveur des bandes non fauchées ;
- les pollinisateurs sauvages ont répondu à ce différentiel d'offre florale en étant globalement plus abondants dans les bandes non fauchées qu'au centre des parcelles ; si les papillons ont préféré les bandes pendant toute la saison d'observations, d'autres groupes comme les bourdons, les abeilles sauvages ou les syrphes, semblent avoir particulièrement fréquenté le dispositif de bandes en début de saison, lorsque le différentiel de floraison était le plus important ;
- les abeilles domestiques ont aussi largement fréquenté les bandes, mais ont également prospecté en abondance, pendant la deuxième partie de la saison, le reste des parcelles, dès lors que la luzerne y arrivait au stade floraison ; le protocole et le dispositif 2014 n'ont pas permis de mettre en évidence d'effet marqué sur la production de miel ; la localisation des parcelles avec bandes non fauchées, idéalement au plus près des ruchers, ressort comme un facteur à raisonner pour optimiser les effets des bandes sur la production des colonies.

Perspectives 2015

Afin de rendre encore plus pertinents les résultats issus des prochaines années de suivi du programme, il pourrait être intéressant d'apporter les modifications suivantes au protocole d'Apiluz :

- augmenter la fréquence des observations dans la végétation, en passant de une à deux fois par mois : ceci afin d'estimer plus précisément les périodes au cours desquelles les bandes non fauchées apportent un fort intérêt, et la durée de ces périodes ;
- poursuivre les observations jusque fin septembre, voire jusqu'à la première moitié du mois d'octobre, afin de valider (ou non) les effets positifs de fin de saison identifiés en 2014 ;

- ▶ obtenir avant le début des observations un planning prévisionnel de coupe des parcelles, ceci afin, dans la mesure du possible, d'ajuster au mieux les dates d'observation dans les parcelles ;
- ▶ réaliser un inventaire complet des ruchers du secteur, afin notamment de mieux appréhender l'effet de la distance ruches / luzerne sur l'attractivité des bandes et de la culture ;
- ▶ réaliser des pesées de la récolte de miel sur l'ensemble des colonies de chaque rucher suivi, plutôt que sur seulement les deux colonies sur balance en 2014 ; l'indicateur *production de miel* étant le principal du point de vue des apiculteurs, il serait intéressant qu'il soit le plus robuste possible.

Liste des annexes

- *Annexe 1 : fiche de relevé des indicateurs de production florale et des indicateurs de suivi agronomique.*
- *Annexe 2 : fiche de relevé pour les dénombrements des insectes pollinisateurs.*

*Annexe 1 : fiche de relevé des indicateurs de production florale
et des indicateurs de suivi agronomique*

APILUZ 2014– Intensité de floraison + salissement
--

Observateur :

Date :

Passage n° :

Code parcelle :

Modalité :

emplacement	Stade / croissance	1	2	3
% dicotylédones	/			
% monocotylédones	/			
% luzerne	/			
% adventices	/			
Luzerne				
Adventices en fleurs				

Annexe 2 : fiche de relevé pour les dénombrements des insectes pollinisateurs

Code parcelle :
 Température :°C
 Heure : Durée :
 Vent : Bft
 Couverture nuageuse :%

Modalité :
 Date :

Distance estimée du transect : m

Catégorie insecte	en vol / sur la végétation	sur luzerne						
Abeille domestique NECTAR								
Abeille domestique POLLEN								
Bourdons (nb sp. :)								
Sp 1 :								
Sp 2 :								
Sp 3 :								
Abeilles sauvages (nb sp. :)								
Sp 1 :								
Sp 2 :								
Autres hyménoptères (nb sp. :)								
Sp 1 :								
Sp 2 :								
Syrphes								
Eristales								
Mouches								
Autres diptères								
Papillons								
Sp 1 :								
Sp 2 :								
Sp 3 :								
Sp 4 :								
Sp 5 :								
Hétérocères								

Remarques (autres observations, difficultés rencontrées pendant le transect, nombre de transects effectués, autres remarques) :

