

Co-concevoir des solutions techniques entre apiculteurs et cultivateurs

Allier F.^{1,2}, Gourrat M.³

¹ ITSAP, 228 route de l'aérodrome, Domaine Saint-Paul/Site Agroparc, F-84914 Avignon Cedex 9

² UMT PrADE, 228 route de l'aérodrome, Domaine Saint-Paul/Site Agroparc, F-84914 Avignon Cedex 9

³ ITSAP, MNE, 149 rue de Bercy, F-75595 Paris Cedex

Correspondance : fabrice.allier@itsap.asso.fr

Résumé

Au-delà des engagements et des résultats « classiques » de la recherche apicole française sur les multiples causes de mortalités ou d'affaiblissement des colonies d'abeilles mellifères et des insectes pollinisateurs, nous connaissons moins les études menées par l'UMT PrADE et ses partenaires consacrées à la conception et à l'évaluation de solutions mises en œuvre à l'échelle d'un territoire, d'un systèmes d'exploitation ou de cultures ou encore d'une parcelle. Nous proposons ici de revenir sur 6 années de travaux et résultats fondés sur une réflexion méthodologique de conception et de tests d'innovations techniques favorables aux abeilles et à l'apiculture. Si l'approche s'appuyait initialement fortement sur un savoir à dire d'expert, l'avis puis la participation concrète des acteurs de terrain (cultivateurs, apiculteurs) occupe une place de plus en plus importante dans la co-conception des systèmes testés. Nous verrons que des outils de mises en situation et des préconisations simples changent les points de vue et objectifs, parfois opposés, de ces acteurs et facilitent les prises de conscience et les compromis mutuels.

Mots-clés : Abeille mellifère, Abeilles sauvages, Apiculture, Co-conception, Apiculteurs, Cultivateurs, Territoire, Systèmes de culture innovants, UMT PrADE

Abstract : Co-designing technical solutions between beekeepers and crop growers

Beyond the commitments and « classical » findings from the French beekeeping research on multiple causes of mortality or weakening of honey bee colonies and pollinators, we don't know about the studies lead by the UMT Prade partners aimed to the design and evaluation of implemented bee friendly technical solutions across a territory, an operating systems, crops or even a plot. We propose to come back to six years of work and results based on a methodological approach of design and technical innovations testing beneficial to bees and beekeeping. If initially the method was relied on knowledge to expert statements, the opinion and the effective participation of local stakeholders (farmers, beekeepers) is taking an increasingly place in the co-designing of tested systems. We will see as tools for simulations and simple recommendations change the views and objectives, sometimes conflicting, coming from these actors and facilitate insights and mutual compromises.

Keywords: Honeybees, Pollinators, Beekeeping, Co-design, Beekeepers, Farmers, Territory, Innovative cropping systems, UMT PrADE

Introduction

Fin des années 2000, la production en miel de la filière apicole française continuait à présenter des tonnages en diminution depuis de nombreuses années. Les réponses aux multiples causes du déclin des insectes pollinisateurs et de l'état des colonies d'abeilles mellifères, des mortalités, des affaiblissements et autres comportements anormaux progressaient depuis les luttes largement

médiatisées des apiculteurs contre l'homologation et l'usage des produits phytopharmaceutiques. Celles-ci limitaient fortement tout partenariat entre les structures de la recherche et développement du monde de la production végétale et celles de la filière apicole. C'est à partir de 2010, que le volet « Recherche technique et Développement » de la filière apicole prend un nouvel envol vers une structuration plus robuste et mieux coordonnée à l'échelle nationale, sous l'impulsion du Plan de développement durable de l'apiculture piloté par le ministère de l'agriculture¹. Les créations de l'UMT PrADE² et de l'ITSAP-Institut de l'abeille ont ouvert la voie à de nombreuses relations techniques, scientifiques et de développement depuis 6 ans. Si la méfiance des apiculteurs ne s'est pas atténuée vis-à-vis des pesticides, que la production de miel représente moins du quart de la consommation française établit à 40 000 tonnes et que l'état du cheptel apicole pose toujours de nombreuses questions, la démarche méthodologique et les résultats présentés dans cet article autour de la conception de systèmes de cultures favorables aux abeilles montrent que des solutions techniques existent et peuvent être mises en place. Nous verrons que les travaux menés produisent de nouvelles connaissances et confirment des hypothèses. Ils sont aussi le fruit de partenariats qui s'intensifient de plus en plus, tant au niveau national, qu'à des résolutions plus petites, de territoires agricoles, d'exploitations céréalières, de parcelles. Des agriculteurs (apiculteurs et céréaliers) participent à des actions, recherchent et testent des solutions pour mieux préserver les insectes pollinisateurs.

1. Une démarche méthodologique pour prendre en compte les insectes pollinisateurs dans les systèmes de cultures céréalières

La description, l'évaluation, la conception et la mise à l'épreuve de systèmes de culture innovants favorables aux abeilles sont autant d'étapes que les équipes de l'UMT PrADE et leurs partenaires ont suivies et appliquées méthodologiquement au travers de différents projets menés depuis 2009. De manière générale, les travaux sont conduits par un ensemble de structures représentant l'ensemble de la chaîne de recherche et développement des techniques et sciences agricoles et assurant un lien direct entre les problématiques de terrain et les validations scientifiques. Plus récemment, la phase de test des innovations techniques s'est développée grâce à un rapprochement direct avec les céréaliers et les apiculteurs. Nous proposons ici de décrire succinctement les diverses étapes qui constituent notre cheminement méthodologique sur la prise en compte des insectes pollinisateurs dans les agro-écosystèmes céréalières.

1.1 Connaître, décrire et évaluer un état de référence

Le terrain d'étude sur lequel se base l'essentiel de nos travaux réalisés depuis les dernières années se situe dans la zone atelier Plaine et Val de Sèvre au sud de Niort (ZAPVS - Deux-Sèvres, <http://www.za.plainevalsevre.cnrs.fr/>). Elle est coordonnée par le Centre d'étude biologique à Chizé (CEBC-CNRS) dont l'orientation scientifique est d'étudier les interactions agro-écologiques entre les pratiques agricoles au sens large (assolements, itinéraires techniques) et l'écologie des communautés floristiques et faunistiques en fonction de la structuration des paysages, et cela sur un territoire de 450 km². Il s'agit de mener des études à long terme dans le cadre d'une recherche-intervention. Sur cette zone atelier, nos recherches s'appuient sur plusieurs outils d'évaluation et de mises à l'épreuve. Depuis 2008, un observatoire nous permet d'étudier l'influence du paysage, et des ressources alimentaires disponibles, sur l'écologie des abeilles mellifères et des abeilles sauvages (Ecobee). Il est constitué de

¹ Plan de développement durable de l'apiculture : <http://agriculture.gouv.fr/plan-de-developpement-durable-de-lapiculture-0>

² Unité Mixte Technologique Protection de l'abeille dans l'environnement créée en 2009 par l'ACTA, l'INRA, l'ITSAP-Institut de l'abeille et l'ADAPI, localisée à l'INRA d'Avignon dans l'Unité Abeilles et environnement. En 2015, Terres Inovia a rejoint l'unité.

50 colonies d'abeilles mellifères suivies et réparties aléatoirement chaque année sur la zone (Odoux, 2014). Associées à ce suivi, d'autres études s'attachent à collecter annuellement les itinéraires techniques sur 100 à 200 parcelles et inventorier les localisations géographiques d'espèces végétales adventices messicoles d'intérêt pour les insectes pollinisateurs tels que le bleuets et le coquelicot. Par ailleurs, l'assolement y est relevé depuis 25 ans. Parallèlement et toujours au sein de cette zone atelier, l'abondance et la diversité des apoïdes ont été évaluées par des inventaires faunistiques réalisés d'avril à août durant 3 années, de 2010 à 2012 dans un premier temps. Ils ont consisté à capturer et identifier à l'espèce près de 30 000 abeilles butinant sur les fleurs, et ce sur plus de 800 couverts végétaux (Rollin et al., 2013). Ces abeilles ont été classées selon trois groupes : abeilles mellifères, abeilles sauvages et bourdons.

De manière pratique, les travaux menés se sont fondés par une description de l'état de référence de l'agro-écosystème étudié. Dans cette zone atelier l'agriculture conventionnelle céréalière occupe une place importante, il existe également deux secteurs de production en conduite biologique et d'autres secteurs où les élevages bovin viande et laitier se mêlent à la production de lait de chèvres. Enfin, la zone présente une diversité de paysages agricoles, d'un côté avec une densité de haies et bosquets importante et d'autres paysages très ouverts. Les ingénieurs agronomes ont défini quatre systèmes de cultures au travers de 4 exploitations types de ce secteur : céréalière sec, céréalière irriguée, polycultures-élevage et agriculture biologique. Une évaluation de ces systèmes sur leur intérêt économique (pour le cultivateur et l'apiculteur), leur intérêt environnemental et leur acceptabilité sociale a par la suite été réalisée. Celle-ci s'est construite à l'aide d'un prototype d'un outil d'évaluation multicritères DEXI-Abeilles. Ce dernier est adapté à la prise en compte des insectes pollinisateurs et de la durabilité de l'exploitation apicole, en plus de celle de l'exploitation agricole pour laquelle il était préalablement paramétré. Il permet de choisir, classer ou trier des stratégies d'exploitation vis à vis de différents critères dont leur pression sur les insectes pollinisateurs. Sa construction en arborescence facilite l'agrégation de multiples indicateurs des systèmes de cultures à l'aide de pondérations définies par les experts apidologues et agronomes concepteurs de l'outil. L'évaluation peut rendre compte de contradictions dans la mise en œuvre de certaines pratiques (augmentation de la ressource alimentaire pour l'abeille mellifère en introduisant un colza dans la succession pouvant induire une augmentation de l'exposition de ces dernières à des substances toxiques compte tenu du nombre de traitements insecticides potentiellement appliqués sur colza) (Decourtye et al., 2014).

Grâce aux connaissances acquises sur l'état de référence (systèmes d'exploitation actuels, organisation du paysage) et de ses répercussions sur les populations d'abeilles (irrégularité des ressources et risques liés aux insecticides), nous avons défini les sept résultats à atteindre pour améliorer la santé des abeilles (Tableau 1).

Ces objectifs assignés ont été regroupés en deux principaux :

- Augmenter la quantité, la qualité et la disponibilité des ressources alimentaires des abeilles mellifères et sauvages ;
- Diminuer les risques d'intoxication liés à l'application de pesticides de mars à septembre (principale période d'activité des abeilles). Ce sont ces résultats attendus qui guideront le choix et les tests à mener décrits dans cet article.

Par exemple, pour estimer la réduction de la pression exercée par les pesticides, deux indices ont été utilisés, l'un évaluant l'usage des produits (Indice de Fréquence de Traitement ou IFT), l'autre évaluant plus spécifiquement l'impact sur les abeilles (QSA = dose appliquée de Substance Active (SA) par hectare / Dose Létale de la SA tuant 50 % des effectifs ou DL50 abeille).

Tableau 1 : Les résultats attendus des systèmes d'exploitation innovants.

I.	Santé des abeilles
1.1	Assurer l'autoconsommation des abeilles mellifères
	1.1.1 Obtenir une continuité des apports en nectar et en pollen durant minimum 3 mois (fin mars à fin juillet, ou fin juin à fin septembre).
	1.1.2 Obtenir une continuité des apports en nectar et en pollen durant 6,5 mois (fin mars à fin septembre).
1.2	Réduire les risques d'intoxication liés aux pesticides
	1.2.1 Ne pas utiliser de pesticides avec une toxicité Q_{SA}^* supérieure à 50 en début de période d'activité des abeilles (avril à juin).
	1.2.2 Diminuer de 30 % l'Indice de Fréquence de Traitements (IFT) des insecticides en période d'activité des abeilles (mars à septembre).
II.	Production de miel
	2.1.1 Obtenir une troisième miellée de 1 000 kg de miel minimum entre celle du colza et celle du tournesol.
III.	Biodiversité
	3.1 Diversité de l'assolement
	3.1.1 Doubler, au minimum, la richesse spécifique des espèces semées qui fournissent du nectar et/ou du pollen.
	3.2 Diversité de la flore
	3.2.1 Augmenter la richesse spécifique des plantes sauvages ou semées apportant du nectar et/ou du pollen et qui ne reçoivent pas de pesticides, sur au minimum 5 % de la Surface Agricole Utile (SAU).

* Q_{SA} = dose appliquée de Substance Active (SA) par hectare / Dose Létale de la SA tuant 50 % des effectifs (DL50 abeille).

Dans le cadre du projet POLINOV³, un atelier de conception a réuni uniquement des experts œuvrant pour le développement des productions végétales, des productions apicoles, ainsi que des représentants des équipes de la recherche. Un inventaire des solutions techniques innovantes associées à la définition de combinaisons des solutions techniques constituant les systèmes d'exploitation innovants ont permis de structurer la réflexion. Enfin, les systèmes innovants ainsi constitués ont été de nouveau évalués grâce à l'outil multicritères DEXI-Abeilles. Une analyse comparative de ces résultats a permis de retenir et sélectionner uniquement les meilleurs prototypes.

1.2 Tester les mesures en s'appuyant sur les partenaires locaux

Bien que cette méthode s'appuie sur des experts des thématiques étudiées, l'approche reste théorique et devient pertinente si elle passe par une phase de confrontation sur le terrain et aboutie à un transfert de recommandations aux publics ciblés. Pour cela et avancer dans l'application de la méthode poursuivie, nous avons alors retenu et testé divers formats de mises à l'épreuve des innovations techniques ou des nouveaux systèmes de cultures proposés. Dans le cas où nous cherchons à compléter une connaissance ou confirmer une hypothèse, la mise à l'épreuve reposera sur une approche semi-contrôlée, en station expérimentale par exemple. Il s'agissait, pour nous, de tester l'impact de la répartition spatiale dans le paysage d'un aménagement floral sur le comportement de butinage des abeilles mellifères (Henry et al., 2012). Le travail visait à introduire une surface en ressource alimentaire, sous forme de bandes florales monospécifiques de phacélie de 200 m² sur le territoire afin de mesurer l'influence de l'exploitation de cette ressource par les abeilles mellifères. Le dispositif a été déployé sur deux stations expérimentales d'Arvalis-Institut du végétal de Boigneville (91) – paysage céréalier ouvert - et de la Jaillière (49) – paysage bocager en polyculture-élevage pour jouer avec la structure paysagère et moduler son rôle structurel (barrière ou corridor vis-à-vis de la mobilité des butineuses) ou fonctionnel (apport de ressources alimentaires alternatives) dans le comportement de butinage des abeilles. Précédemment, nous avons pu évaluer l'intérêt des jachères mellifères et de leur composition florale pour des colonies d'abeilles mellifères dans différents paysages (Decourtye et al. 2008).

Les innovations techniques trouvent parfois une convergence forte entre l'optimisation de la conduite des cultures et les besoins des colonies d'abeilles. C'est le cas des cultures intermédiaires mellifères

³ POLINOV : Projet Casdar piloté par l'ACTA (2009-2012). http://itsap.asso.fr/projet_recherche/polinov/

(CIM) qui constituent une ressource alimentaire complémentaire avant la mise en hivernage pour les colonies d'abeilles. Elles sont réglementaires, en tant que CIPAN (Cultures intermédiaires pièges à nitrates) et pertinentes au niveau agronomique pour la rotation. Dans le cadre du projet InterAPI⁴, l'UMT PrADE associée aux partenaires du développement agricole et apicole de la région Centre et l'Unité expérimentale d'Entomologie du Magneraud ont pu évaluer le rapport bénéfices/risques des cultures intermédiaires mellifères sur des colonies d'abeilles en période de pré-hivernage en système céréalier. Dans cette étude et comme pour celle des jachères mellifères, l'approche expérimentale était relativement directive et orientée sur le test d'une seule innovation : les protocoles définis par les partenaires ont été déployés à l'échelle d'une région agricole (Beauce, région Centre), puis mis en œuvre par des agriculteurs céréaliers (semis des CIM) et des apiculteurs (mise à disposition des colonies). Nous avons cherché à intervenir sur le territoire en modifiant une petite surface à l'aide d'un dispositif presque totalement imposé aux agriculteurs et apiculteurs. Les échanges et leur participation ont permis d'adapter, à la marge, le dispositif.

En poursuivant notre logique de conception et tests des systèmes de cultures innovants favorables aux abeilles, nous avons franchi une étape supplémentaire en nous engageant sur la voie de la co-construction de systèmes avec les céréaliers et les apiculteurs. Cette ultime étape s'organise dans le cadre du projet DEPHY-Abeille⁵, dans la zone atelier de Chizé comme une suite au projet POLINOV. Nous souhaitons maintenant évaluer la faisabilité technique et l'acceptabilité pour l'agriculteur d'une combinaison de plusieurs techniques innovantes dans son système de culture, contrairement aux études précédentes où nous testions une innovation à la fois. Aussi, alors que précédemment nous nous sommes appuyés sur des partenariats entre structures, tout en construisant le dispositif sur des parcelles expérimentales ou d'agriculteurs, ou avec des colonies d'apiculteurs, à qui l'on demandait d'appliquer un protocole défini à l'avance, il s'agit maintenant d'impliquer ces acteurs au cœur de la démarche expérimentale et d'appliquer les protocoles ainsi construits grâce à un réseau de parcelles mises à disposition spécifiquement. L'ITSAP anime avec ses partenaires (Chambre d'agriculture des Deux-Sèvres, l'INRA Grignon et le CNRS-CEBC) un réseau de 27 parcelles mises à disposition par un groupe de 9 exploitants céréaliers et polyculteurs-éleveurs, toutes conduites en conventionnel. Il s'agit avec ce réseau de tester des itinéraires techniques basés sur la baisse de l'usage des intrants (pesticides et fertilisation azotée de synthèse pour favoriser le développement d'une flore spontanée mellifère) ; de diminuer l'exposition des abeilles aux insecticides toxiques ; de raisonner la période d'utilisation de ces intrants, par rapport à leur efficacité et leur impact sur abeilles ; de proposer des couverts mellifères en fleurs en période d'interculture. Cela pour finalement favoriser la production de ressource alimentaire saine (limiter la présence de résidus chimiques) constituée de nectar et de pollen tout au long de la saison (Henry et al., 2015). De manière expérimentale, les changements sont opérés sur des parcelles de 2ha (Zone Expé) et un ensemble de données (agronomiques, écologiques) est collecté sur cette zone ainsi que sur une zone de même superficie dite « Témoin » sur laquelle les pratiques restent inchangées.

Ce groupe de 9 agriculteurs est également sollicité pour participer à des temps d'échanges avec les ingénieurs techniques et les apiculteurs. Des thématiques sont discutées avec des experts locaux, qui les accompagnent dans leur choix et la mise en œuvre des innovations techniques. Par exemple : i/ chaque exploitant a pu déterminer un mélange floral d'espèces nectarifères et pollinifères, pertinentes à planter en interculture, ii/ une méthodologie a été aussi proposée sur le raisonnement du choix d'un produit chimique de traitement des cultures en prenant en compte les insectes pollinisateurs, iii/ des

⁴ InterAPI : Projet Casdar (2012-2014) piloté par l'ITSAP-Institut de l'abeille. <http://www.interapi.itsap.asso.fr/>.

⁵ DEPHY-Abeille : Projet financé par l'ONEMA (ECOPHYTO DEPHY EXPE) et piloté par l'ITSAP-Institut de l'abeille de conception, d'évaluation et de mise à l'épreuve de solutions techniques favorables aux abeilles. <http://ecophytopic.fr/tr/innovation-en-marche/r%C3%A9seau-dephy/un-r%C3%A9seau-de-syst%C3%A8mes-de-grandes-cultures-innovants-%C3%A9conomies-en>

alternatives crédibles à l'usage des insecticides néonicotinoïdes vis-à-vis des contraintes agronomiques sont discutées, proposées puis testées, iv/ tout comme la possibilité de générer des espèces adventices messicoles entre la floraison du colza et du tournesol, fortement appréciées par les abeilles.

1.3 *Susciter les interactions entre acteurs et transférer les résultats*

La méthode retenue est fondée sur un processus méthodologique issu de la mise en œuvre d'une démarche de modélisation d'accompagnement visant à renouer le dialogue entre céréaliers et apiculteurs en zones de grandes cultures. Elle s'appuie sur la création d'un « noyau dur » constitué de chercheurs et techniciens de l'UMT PrADE, de conseillers des associations régionales de développement apicole (ADA), des Chambres d'agriculture ou encore des opérateurs économiques (coopératives). Elle a impliqué un large éventail d'acteurs de terrain concernés par la question et revendiquant des savoirs sur l'abeille sur la production végétale et sur l'environnement.

Un modèle conceptuel est élaboré collectivement lors d'un processus ARDI (Etienne et al., 2011) avec l'ensemble des acteurs concernés par les interactions entre céréaliculture et apiculture. A l'aide de ce modèle d'accompagnement multi-agents, un jeu de rôle a été élaboré et utilisé lors d'ateliers dans une démarche participative de co-construction d'innovations techniques agricoles favorables aux insectes pollinisateurs. Ainsi lors d'une session de jeu, 3 exploitants céréaliers et éleveurs avec 2 apiculteurs mènent leurs activités agricoles sur un même territoire symbolisé par un plateau de jeu. Ils conduisent chacun une exploitation fictive aux dimensions préétablies (surface agricole utile, surface et localisation des parcelles, nombre de ruches...). Ce paysage (ou le plateau de jeu) agricole est alors modelé par les décisions d'assolement prises par les agriculteurs. Il est partiellement butiné par les abeilles provenant des ruchers installés et éventuellement déplacés par les apiculteurs. Même si les choix retenus par les exploitants sont simplifiés pour la jouabilité et l'analyse du jeu, cette mise en scène permet de rendre compte des enjeux du territoire par les acteurs locaux et en particulier ceux que nous cherchons à décrire et étudier, ceux ayant un impact plus ou moins direct sur la santé des abeilles mellifères et la production de miel. Un second temps de discussion est ensuite animé de façon à approfondir les interactions et les non interactions observées lors de la première phase de jeu et à faire discuter des dynamiques qui les influencent. Elle permet aussi de s'engager vers une co-conception de techniques nouvelles en se basant sur les situations vécues.

Les objectifs affichés de l'UMT PrADE dans son programme R&D sont d'une part de mettre en œuvre des dispositifs de recherche pour améliorer la compréhension du déclin des insectes pollinisateurs en décrivant et en évaluant l'état de référence, puis d'apporter des solutions techniques, de créer et de valider de nouvelles méthodes d'analyses de la situation. Par ailleurs, la communication de nos résultats par un transfert des nouvelles connaissances acquises ou la vulgarisation des résultats vers les bénéficiaires (agriculteurs dont apiculteurs), les gestionnaires, fait partie également des missions des partenaires des études menées.

Pour cela, l'UMT PrADE développe également des partenariats avec des structures du développement et des opérateurs économiques. Ceux-ci visent à communiquer auprès des acteurs directement concernés (agriculteurs et apiculteurs) des idées testées, évaluées, ou de discuter de techniques culturelles pouvant être intégrées par les agriculteurs dans leurs systèmes de cultures. Cette communication est assurée au travers d'un ensemble d'actions, actuellement en développement, coordonnées à diverses échelles par des GIEE, des Chambres d'agriculture, des coopératives auxquelles participent régulièrement les associations de développement apicole (ADA). Ce transfert de la connaissance, des résultats, de la portabilité de nos tests vers d'autres régions ou agrosystèmes, prenant en compte les conditions locales de production passe par :

L'intervention des chercheurs et ingénieurs spécialisés sur les insectes pollinisateurs, en tant qu'experts dans les réseaux locaux, les réseaux techniques tels que le RMT « Biodiversité et agricultures » (www.rmt-biodiversite-agriculture.fr),

- La diffusion de documentation pédagogique vulgarisée (outils de formation, fiches techniques, argumentaires, outils d'aide à la décision...).

Cette méthodologie de travail a fait l'objet de nombreux résultats dont quelques-uns, ont été sélectionnés et sont présentés dans cet article.

2. Les solutions testées répondent aux besoins alimentaires et de la santé des colonies d'abeilles mellifères

2.1 Connaître la distribution des abeilles et leur régime alimentaire permet d'affiner les systèmes de cultures innovants

Les résultats issus de la réflexion d'évaluation de systèmes de cultures innovants sont de plusieurs types. En partant de la description et l'évaluation d'un système de culture, type céréalier sec, de la zone atelier Plaine et Val de Sèvre au sud de Niort nous l'avons redéfini avec nos objectifs « abeilles ». Le groupe d'experts concepteurs de ces systèmes a proposé des solutions techniques répondant à la fois à la durabilité économique, environnementale et l'acceptabilité sociale des agriculteurs, céréaliers et apiculteurs. Elles prennent en compte la préservation des insectes pollinisateurs dans le système ciblé, en cherchant à leur proposer un réseau trophique qui apporte alimentation et habitats selon une échelle spatio-temporelle adaptée. Les leviers proposés sont basés sur l'acquisition de références sur le comportement de butinage et alimentaire des insectes pollinisateurs sur ce même territoire. Nous avons ainsi démontré que pendant la période de floraison du colza et du tournesol en système céréalier, les abeilles mellifères étaient davantage observées sur ces cultures fleuries que sur des espaces herbacées ou arbustifs adjacents des parcelles (Rollin et al., 2013). A l'inverse, entre ces deux périodes de floraison abondante, les abeilles mellifères collectent une grande diversité de pollen issue d'espèces mellifères herbacées en particulier des messicoles (Requier et al., 2015). La culture de luzerne a été notée comme fortement attractive pour ces abeilles (mais également pour les abeilles sauvages et les bourdons). Prenant en compte cet état de référence, nous avons inclus dans notre système innovant céréalier sec, une culture de luzerne en porte-graine durant 2 ans, puis en production de fourrage durant 1 an. La culture de chanvre (plante très pollinifère) est également introduite après le premier blé dans la rotation. Ces deux cultures, très économes en intrant, issues de deux familles non représentées jusqu'alors dans la rotation apportent une rupture par rapport à l'existant. De plus, en réduisant l'usage des insecticides pendant la saison de butinage des abeilles et en changeant certaines matières actives insecticides toxiques par d'autres moins toxiques (lambda-cyhalotrine versus tau-fluvalinate sur colza par exemple), le système est considéré moins impactant vis-à-vis des insectes pollinisateurs. L'évaluation à l'aide de l'outil DEXi-Abeilles a pu mettre en évidence que les performances du système ainsi construit était davantage favorable aux insectes pollinisateurs et toujours viable pour les exploitants par comparaison au système de référence de la zone (Decourtye et al., 2014).

2.2 Prendre en compte le paysage pour tester les solutions techniques

Concernant les tests *in situ* d'innovations techniques, certaines relatives au renforcement de la ressource alimentaire dans l'agrosystème ont été proposées telles que la mise en place de jachères mellifères ou des bandes fleuries.

Les résultats révèlent un intérêt des abeilles mellifères pour les jachères mellifères (mélanges d'espèces végétales produisant nectar et/ou pollen) tant dans un environnement ouvert que complexe (forte densité d'éléments semi-naturels) pour des surfaces de 2 à 4 ha. Cet aménagement entraînait

une augmentation de la prise de poids des ruches et de la surface de couvain de la colonie (jachères semées dans un rayon de 1,5 km du rucher étudié) (Decourtye et al., 2008). Au contraire, et même si la plupart des espèces végétales semées ont fleuri et ont été butinées entre juin et octobre, aucun effet n'a été noté sur les quantités de réserves alimentaires stockées dans les ruches ou sur la quantité de miel produite.

Concernant l'exploitation dans l'espace d'une ressource (bandes de phacélie) l'analyse des données collectées dans le paysage simplifié de la zone de grandes cultures céréalières (Boigneville), montre que l'activité de butinage est i/ très élevée lorsque ces bandes sont entourées d'une forte densité d'éléments paysagers fixes (haies, lisières, chemins enherbés) et ii/ d'une faible intensité lorsque ces bandes sont entourées par d'autres ressources florales. Autrement dit, la quantité de haies et de lisières dans un rayon de 160 m autour des bandes de phacélie a un effet positif sur l'activité de butinage. Ce résultat confirme l'hypothèse selon laquelle les haies et les lisières sont utilisées par les butineuses comme éléments linéaires pour naviguer, assurant une connectivité dans le milieu, tels des corridors de vol. Par ailleurs, la présence de masses florales autres que la phacélie réduit l'intensité de butinage de cette dernière, au profit de la culture fleurie. Ce résultat peut être interprété comme un effet de dilution, en d'autres termes l'activité de butinage se distribuerait parmi les différentes ressources florales disponibles. Les principales floraisons concurrentes de la phacélie proviennent des arbustes et des arbres des haies et des bois (ronce, châtaigner, troène), ainsi que des couverts herbacés spontanés (capselle, millepertuis) identifiés à proximité. Que la bande de phacélie ait été située à 180 m du rucher ou à plus d'1 km, l'intensité de butinage sur celle-ci a été équivalente (Henry et al., 2012).

Autre exemple de résultat obtenu grâce à un dispositif expérimental à l'échelle du territoire, celui de la mise à l'épreuve, dans le cadre du projet InterAPI, de l'implantation d'une culture intermédiaire mellifère. Ainsi, nos travaux mettent en évidence que dans les conditions testées en région Centre, l'implantation, à proximité d'éléments boisés semi-naturels, de 30 ha de CIM dans l'environnement de 30 colonies d'abeilles mellifères leur offre une alimentation en pollen plus diversifiée. Sans les CIM, les apports en pollen restent essentiellement dépendants de la présence de lierre dans le paysage, malgré l'apparition aléatoire des moutardes semées à l'extérieur de la zone de butinage étudiée de 1,5 km de rayon autour du rucher. L'introduction de CIM dans l'environnement des colonies tend à diversifier leurs réserves en pollen et à accroître leur capacité de renouvellement de la population d'ouvrières à l'automne. Ces ouvrières, sur lesquelles repose la survie hivernale de la colonie, présentent ainsi de meilleures défenses naturelles. Cela a été révélé par un marqueur physiologique, la vitellogénine, un antioxydant impliqué dans les défenses immunitaires et la longévité de l'abeille mellifère. Finalement, en augmentant les performances de régénération des populations et en produisant des individus en meilleure santé, les CIM participent à l'augmentation de la survie des colonies d'abeilles pendant l'hiver (Henry et al., 2014). Dans cette étude, le niveau d'infestation des colonies par l'acarien varroa a également montré qu'il impactait négativement les chances de survie hivernale.

Suite à ces résultats, les partenaires ont formulé des préconisations sur l'implantation de CIM pour des colonies d'abeilles mellifères : optimiser leur positionnement par rapport à un rucher sur le territoire, choix des plantes mellifères⁶, pratiques agricoles à appliquer, ou encore période d'implantation de l'interculture pour que sa floraison corresponde à une fenêtre de collecte du nectar et du pollen favorable aux butineuses de la colonie.

Concernant ce dernier point, les partenaires se sont attachés à préciser les recommandations à l'échelle du territoire national métropolitain en construisant un outil prototype d'aide à la décision. Basé sur un modèle simple s'appuyant sur les données météo enregistrées sur 20 ans, cet outil révèle pour 32 situations françaises (Figure 1) quelle est la dernière semaine offrant au minimum 2 jours de conditions favorables au butinage (température > 15°C et absence de pluie), à laquelle selon la date de

⁶ www.interapi.itsap.asso.fr ou www.choix-des-couverts.arvalis-infos.fr

semis retenue, les espèces composant la CIM sont susceptibles d'être (déjà ou encore) en fleur (Labreuche et al., 2016).

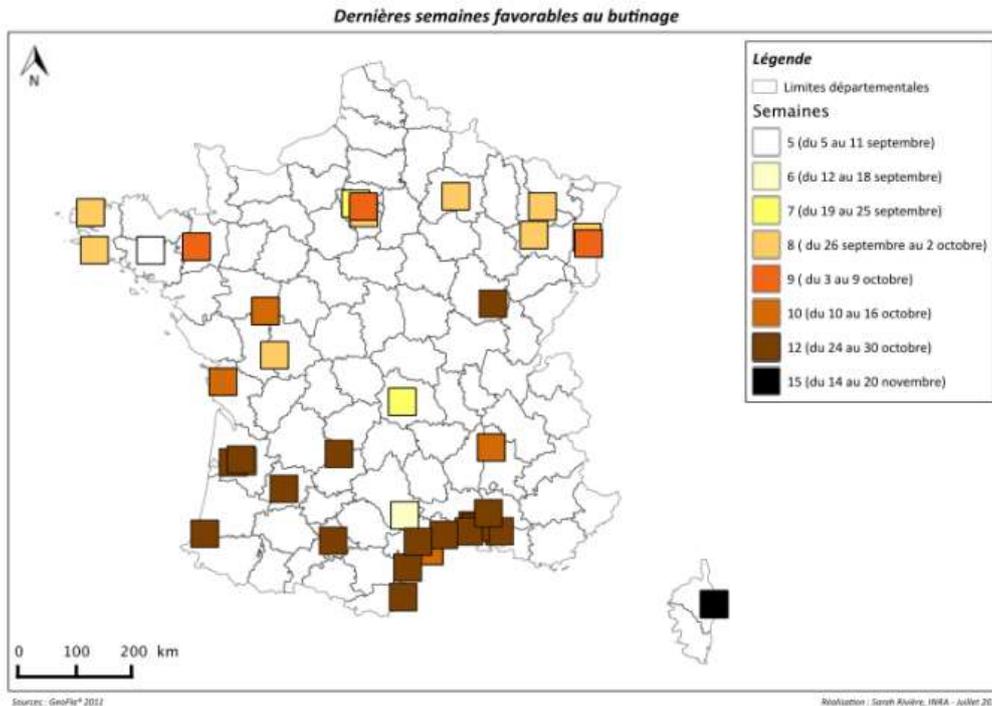


Figure 1 : Localisations géographiques où le modèle prédit la dernière semaine favorable au butinage, permettant d'anticiper le semis d'une culture intermédiaire mellifère et sélectionner des espèces florales à floraison précoce.

2.3 Les abeilles préféreront les combinaisons de techniques favorables

Depuis 2014 les partenaires essaient de combiner différents leviers au sein d'un système de culture et de les tester en conditions réelles d'exploitation dans le cadre du projet DEPHY-Abeille. En suivant une démarche participative associant les agriculteurs dans le processus, nous travaillons sur des systèmes céréaliers conventionnels basés sur des rotations comprenant au minimum les 3 cultures de blé/orge, colza et tournesol. Le choix des changements de pratiques agricoles s'est limité à des réductions d'intrants (diminution couplée des herbicides, anticompatibles en particulier et de l'azote dans le but de favoriser une flore spontanée de type messicole, impasses ou changements de molécules insecticides toxiques pour les abeilles, usages des produits en dehors des périodes de butinage) et la mise en place de CIM. D'autres leviers (optionnels) peuvent faire l'objet d'une introduction dans le système étudié telles que des associations de culture ou le semis de cultures mellifères intéressantes pour les abeilles (lin oléagineux, pois protéagineux ou œillette).

Suite à la seconde année d'expérimentation sur 4 à réaliser, les résultats s'appuient sur un engagement de la totalité des parcelles suivies (n=27) dans le processus de réduction des intrants : Selon l'espèce cultivée sur la parcelle expérimentale, un ou plusieurs leviers proposés ont été testés avec des intensités variées en fonction des exploitants, de la culture. En détail, les changements techniques mis en œuvre sont les suivants :

- 56 % des parcelles de 2015 et 2016 (blé et colza) ont diminué le couple herbicide-azote au moins une année ;
- 100 % des traitements d'insecticides et de fongicides, entre mars et septembre et sur culture en fleur ; sont réalisés en dehors de la plage horaire de butinage des abeilles mellifères. Ils sont donc conduits après le coucher du soleil. Il n'y a pas de préconisations particulières pour

les traitements herbicides ;

- Bilan des 2 premières années, 20 parcelles sur 30 semées en blé et orge n'ont pas fait l'objet d'usage de traitement de semences à base de produits néonicotinoïdes en enrobage (40% des parcelles en céréales en 2015 et 85% d'entre elles en 2016);
- En 2016, pour 8 parcelles semées en blé sur 18 suivies, une flore spontanée source de nectar et pollen s'est développée avec des densités et une répartition hétérogènes entre parcelles, l'attractivité de cette ressource a été validée pour 5 de ces parcelles ;
- Si nous considérons l'ensemble du réseau de parcelles sur les deux années d'études, la description des systèmes suivis met deux résultats intéressants en avant :
 - Le dispositif expérimental propose de nouvelles sources d'alimentation pour les abeilles et les modifications d'itinéraires techniques permettent de combler les périodes de disette alimentaire. En effet, la diminution du couple herbicide-azote favorise la présence d'espèces adventices messicoles produisant nectar et/ou pollen, tels que le coquelicot, le bleuet, la ravenelle, le réséda... entre la floraison du colza et celle du tournesol. Cette ressource, parfois éparse dans la parcelle est complétée par celle issue d'espèces cultivées marginales comme le lin oléagineux et le pois protéagineux ou encore l'œillette. Enfin, en période d'interculture courte (avant le semis d'une culture d'hiver à l'automne) le sarrasin a pu fleurir entre fin septembre et mi-octobre, à une période encore favorable au butinage dans ce secteur de l'ouest de la France (Figure 2).
 - Les exploitants se sont tous engagés dans des réductions d'intrants avec des degrés d'intensités hétérogènes. La fréquence des traitements dans les systèmes étudiés est décrite à l'aide de l'indicateur IFT (Figure 3). Celui-ci révèle que l'usage des herbicides explique une large part de l'IFT total, en particulier pour les cultures de blé/orge, colza, tournesol et maïs. Par exemple, à l'échelle du système sur les parcelles, la variabilité de l'IFT total colza était 4,0 à 6,7 pour 2015 et 2016 et celle de l'IFT total blé était de 2,0 à 7,0. Ces résultats montrent que selon les systèmes, une marge de manœuvre existe pour diminuer l'usage des produits. Il est important de rappeler ici qu'aucune parcelle Expé implantées en céréales n'est semée avec un insecticide néonicotinoïde en enrobage depuis la campagne 2017.

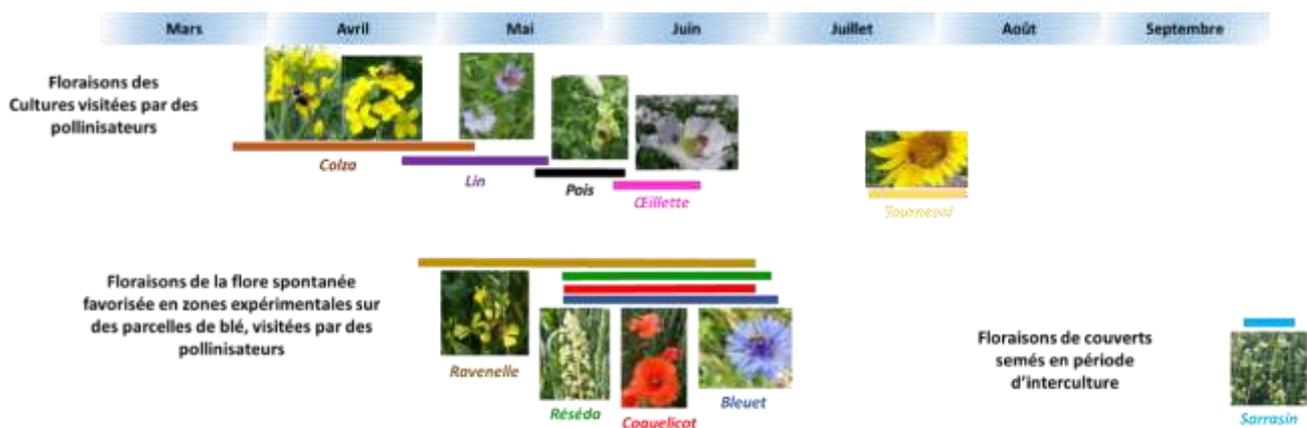


Figure 2 : Enchaînement des floraisons sur la saison, intéressantes pour les insectes pollinisateurs, obtenues dans le dispositif DEPHY-Abeille.

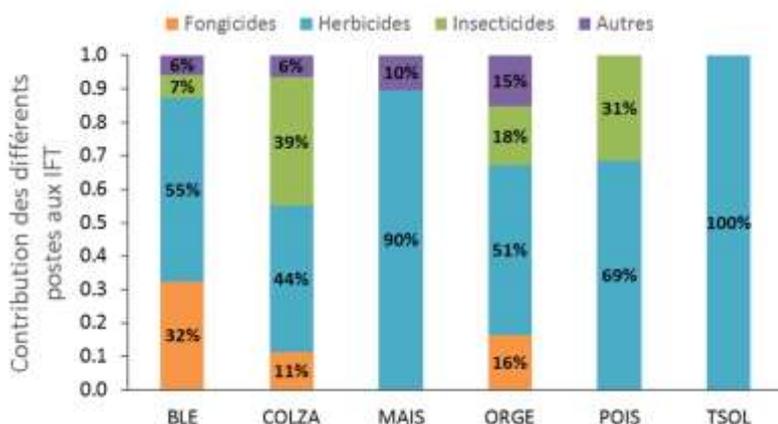


Figure 3 : Contribution des différents types de pesticides aux IFT des systèmes étudiés.

Ces premiers résultats viennent petit à petit boucler l'aspect méthodologique de la démarche visant à construire des systèmes de cultures favorables aux insectes pollinisateurs et durables pour les productions agricoles. Le dispositif expérimental tel que proposé ici produira surtout des références sur la faisabilité technico-économique de modifications techniques au sein du système de culture et sur l'intérêt agronomique des changements opérés par les agriculteurs. Directement, il n'est pas possible de détecter d'impact de ces changements sur la santé des colonies d'abeilles mellifères et/ou leur production apicole. Nous nous limitons ici à l'observation de la fréquentation des espèces florales présentes dans la parcelle (semées ou générées par les modifications d'itinéraires techniques) par les butineuses. L'analyse de l'état du système étudié prendra en compte les variables économiques classiques (temps de travail, marge brute, marge nette) pour en évaluer l'acceptabilité pour le céréalier.

2.4 Pour aller plus loin, que les apiculteurs rencontrent les céréaliers et vice-versa !

Nous présentons des outils mis en œuvre pour favoriser les échanges entre acteurs sur un territoire ou favoriser la vulgarisation de nos résultats. Nous développerons d'abord les ateliers de jeu de rôles, puis nous terminerons par la présentation de différents supports techniques qui facilitent la prise de décision.

L'apiculture est une activité relativement discrète la rendant avec l'apiculteur parfois peu accessible sur le terrain du fait de pratiques particulières : ruchers sont souvent positionnés dans des bois ou derrière des obstacles naturels (haies, bosquets), déplacement des ruches effectué majoritairement durant la nuit, petite taille de l'abeille mellifère butinant sur de vastes aires géographiques, activité temporaire ralentie en hiver. Au-delà de cette description, mais partant de ce constat, les ateliers de jeu de rôles présentés dans la première partie de cet article participent aux rencontres entre acteurs d'un même territoire. La simulation des situations gérées par les joueurs offre aux chercheurs la possibilité d'analyser les points de vue des uns et des autres. Par exemple, sur la Figure 4, la partie grise représente un paysage cultivé et les parties colorées, le point de vue des différents acteurs. Plus précisément, en couleur apparaissent, à gauche, les surfaces d'intérêt du céréalier, soit son assolement, celles sur lesquelles il agit en priorité sur toute la saison. La figure de droite révèle le point de vue de l'apiculteur, dans une représentation « idéale ». Cette représentation schématique, simplifiée, illustre à quel point l'intérêt porté à une ressource peut être différent selon les acteurs et les métiers. Si le céréalier « limite » son action à son assolement et ses parcelles, l'apiculteur s'intéressera à un assolement qui dépasse celui d'un seul céréalier, incluant d'autres parcelles voisines mais également d'autres espaces (bords de champs, haies, bosquets, arbres, forêts) dont la gestion est assurée par un panel d'autres acteurs de ce territoire.

Les ateliers de jeu de rôles organisés démontrent, à l'échelle du paysage, l'importance pour les acteurs d'échanger sur leur métier, les atouts, les contraintes et d'identifier ensemble les dynamiques communes ou celles qui s'opposent. Si l'apiculteur attend des acteurs de la production végétale, un raisonnement, voire un abandon, de l'usage des produits phytosanitaires, une discussion collective permet d'identifier les parcelles, les périodes et les plages horaires où les traitements sont théoriquement prévus. C'est par ailleurs bien la présence de l'apiculteur dans le groupe qui facilite une éventuelle adaptation de l'itinéraire technique chez le céréalier qui prend connaissance de la présence d'un rucher à proximité de ses parcelles. L'apiculteur se rend compte aussi plus facilement des difficultés et des contraintes pesant sur le système d'exploitation pour remettre en cause des pratiques et revoir les stratégies. Pour un autre cas, si le producteur d'oléagineux (colza et tournesol) cherche à optimiser sa production en favorisant la présence d'insectes pollinisateurs et améliorer le potentiel de pollinisation de son environnement, une discussion à l'échelle d'un territoire avec d'autres acteurs, peut entraîner une réorganisation des éléments structurels tels que les haies pour favoriser l'habitat et l'alimentation des insectes pollinisateurs autour des parcelles. Ensemble, ils détermineront la densité, l'orientation, la composition en essences, le type d'entretien des haies à planter.

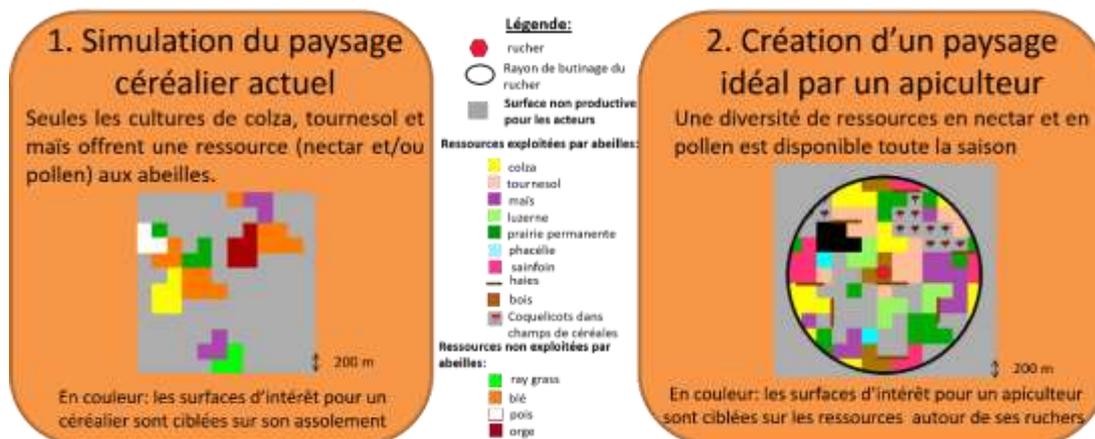


Figure 4 : Points de vue d'un céréalier (à gauche) et d'un apiculteur (à droite) d'un même paysage après simulation par un modèle informatique d'accompagnement multi-agents.

Ces ateliers ont pour objectif de fluidifier les échanges et l'idée n'est pas d'imposer le paysage idéal mais de tendre vers une vision plus partagée et des compromis durables pour les deux activités pratiquées. Les résultats trouvent parfois une application directe sur le terrain. Dernièrement, dans le projet InterAPI, les céréaliers étaient incités à mettre en place une culture intermédiaire mellifère et donc à adapter l'itinéraire technique (date de semis et mélange retenu) de manière à produire une ressource pour les abeilles mellifères avant l'hivernage. Ces mêmes agriculteurs ont ainsi mieux apprécié le contexte et l'objectif recherché par le projet et l'intérêt d'adapter un levier réglementaire pour favoriser l'activité d'un autre acteur du territoire.

Cela doit être accompagné d'outils souvent très attendus par de nombreuses structures de développement et gestionnaires. Les différents programmes tentent de traduire le fruit de la recherche en recommandations techniques à transférer à ses structures et à leurs adhérents. Par exemple, un outil accessible sur internet⁷, d'aide au choix des espèces mellifères a été proposé. Les agriculteurs peuvent consulter une quarantaine de fiches techniques avant de réaliser leurs semis de couverts (cultures intermédiaires et jachères) .

⁷ <http://www.interapi.itsap.asso.fr/>

Pour une approche plus générale de la problématique, l'ITSAP a produit une fiche technique (ITSAP, 2015), laquelle propose une démarche méthodologique aux groupements d'agriculteurs souhaitant tester ou développer des actions techniques voire repenser leurs systèmes de cultures en prenant en compte les insectes pollinisateurs. Cette fiche est le fruit de la réflexion présentée dans cet article, des résultats obtenus ces dernières années et de l'expertise technique et scientifique que nous souhaitons partager. La méthodologie en quelques étapes s'intéresse initialement à la définition du territoire accueillant les changements de pratiques et à créer un collectif d'acteurs. Nous recommandons à ce stade de bien veiller à intégrer des apiculteurs dans le groupe de participants. La première initiative technique vise, à l'instar de ce qui est réalisé par les équipes de recherche et présenté précédemment, d'établir l'état des lieux des ressources et des risques du territoire ciblé vis-à-vis des insectes pollinisateurs. Pour poursuivre le projet et éviter la multiplication des objectifs à atteindre, leur formulation, avec l'ensemble des acteurs, est une étape clé puisqu'elle entraînera le choix des actions à conduire ainsi que celui des parcelles et la recherche des moyens techniques et financiers correspondants. Enfin, l'intérêt réside également dans l'évaluation des actions grâce des indicateurs. Une liste d'indicateurs de réalisation et de résultats a été formulée. Ils sont à la fois simples pour être facilement utilisables, peu chronophages, tout en ayant un bien fondé technique et scientifique pour être analysés.

Conclusion

Alors que la réglementation française et européenne poursuit l'orientation des pratiques agricoles vers une meilleure prise en compte de l'environnement et des compartiments écologiques de l'agro-écosystème, les résultats présentés ici apportent des solutions techniques nouvelles qui montrent leur intérêt pour les insectes pollinisateurs et des alternatives aux conduites de systèmes connus jusqu'à maintenant. L'approche méthodologique, souvent longue et générant des résultats arrivant tardivement et souvent peu accessibles en dehors d'un cercle restreint, met en avant la nécessité d'approcher au plus près les acteurs du terrain et de les impliquer dans le processus de changement. Le cheminement expérimental de l'UMT PrADE depuis plusieurs années aboutit à des recommandations techniques, en particulier en milieu céréalier, qu'il conviendrait maintenant de déployer largement. Les résultats acquis ont pu démontrer l'impact réel de certaines mesures à une échelle explicite pour l'abeille mellifère (aire de butinage), le développement de la colonie et sa survie en hiver. D'autres mesures, plus exploratoires, encore à l'état de test et accueillies favorablement par les acteurs impliqués font maintenant l'objet d'une dissémination vers des structures en attentes de solutions. La promotion de mesures favorables aux insectes pollinisateurs et au maintien d'une apiculture durable sur un territoire se raisonne en s'appuyant sur deux leviers : le renforcement de la ressource alimentaire et la diminution de la pollution de l'agrosystème par les résidus de pesticides.

La considération des acteurs locaux et leur rôle sur le territoire est prépondérant dans les décisions d'aménagements pertinents fournissant les besoins élémentaires aux insectes pollinisateurs tout au long de la saison. La question du financement peut être résolue en partie lorsque la pratique rentre dans le champ de la réglementation mais l'idée d'un cofinancement entre les deux parties et des modalités de répartition des coûts à l'échelle d'un territoire peuvent apparaître. Ainsi dans le cas des cultures intermédiaires mellifères, l'apiculteur prend en charge en partie l'achat des semences, l'agriculteur adapte ses pratiques et sème précocement pour favoriser une floraison en fin d'été.

Références bibliographiques

Decourtye A., Gayraud M., Chabert A., Requier F., Rollin O., Odoux J.-F., Henry M., Allier F., Cerrutti N., Chaigne G., Petrequin P., Plantureux S., Gaujour E., Emonet E., Bockstaller C., Aupinel P., Michel N., Bretagnolle V., 2014. Concevoir des systèmes de cultures innovants favorables aux abeilles. *Innovations Agronomiques* 34, 19-33

Decourtye A., Odoux J-F., Cluzeau-Moulay S., 2008. Influence des aménagements floristiques sur les abeilles Bull. Tech. Apic., 35 (3), 114-123.

Etienne M., Du Toit D., Pollard S., 2011. ARDI: a co-construction method for participatory modeling in natural resources management. Ecology and Society 16(1), 44.

Henry M., Fröchen M., Maillet-Mezeray J., Breyne E., Allier F., Odoux J-F, Decourtye A., 2012. Spatial autocorrelation in honeybee foraging activity reveals optimal focus scale for predicting agro-environmental scheme efficiency. Ecological Modelling 225, 103– 114 doi:10.1016/j.ecolmodel.2011.11.015.

Henry M. et al., 2014. Synthèse statistique de la dynamique des colonies en pré-hivernage selon les modalités d'implantation de couverts inter-cultures mellifères. Actes du colloque InterAPI, 25 nov. 2014. Sours, France.

Henry M., Cerrutti N., Aupinel P., Decourtye A., Gayraud M., Odoux J-F., Pissard A., Rüger C., Bretagnolle V., 2015. Reconciling laboratory and field assessments of neonicotinoid toxicity to honeybees. Proc. R. Soc. B 282: 20152110. <http://dx.doi.org/10.1098/rspb.2015.2110>.

ITSAP, 2015. Concilier productions apicoles, services de pollinisation et productions végétales et animales dans le cadre d'un GIEE, ITSAP-Institut de l'abeille. <http://itsap.asso.fr/publications2/>

Labreuche J., Tosser V., Allier F., 2016. Cultures intermédiaires mellifères : une ressource complémentaire pour les abeilles. Perspectives agricoles 429, 14-17.

Odoux J-F., Aupinel P., Gateff S., Requier F., Henry M., Bretagnolle V., 2014. ECOBEE: a tool for long-term honey bee colony monitoring at the landscape scale in West European intensive agroecosystems. Journal of Apicultural Research 53(1): 57-66. DOI 10.3896/IBRA.1.53.1.05.

Requier F., Odoux J.F., Tamic T., Moreau N., Henry M., Decourtye A., Bretagnolle V., 2015. Honey bee diet in intensive farmland habitats reveals an unexpectedly high flower richness and a major role of weeds. Ecological Applications, 25(4), 881-890.

Rollin O., Bretagnolle V., Decourtye A., Aptel J., Michel N., Vaissière B.E., Henry M., 2013. Differences of floral resource use between honey bees and wild bees in an intensive farming system. Agriculture, Ecosystems and Environment 179 (2013) 78-86.

Cet article est publié sous la licence Creative Commons (CC BY-NC-ND 3.0)



<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/3.0/fr/>

Pour la citation et la reproduction de cet article, mentionner obligatoirement le titre de l'article, le nom de tous les auteurs, la mention de sa publication dans la revue « Innovations Agronomiques », la date de sa publication, et son URL ou son DOI)