



HAL
open science

Aménagement du territoire et observatoires multi-sites pour mieux comprendre le comportement des colonies d'abeilles mellifères

Fabrice Allier, Cédric Alaux, Jean Francois Odoux, Mickaël Henry

► **To cite this version:**

Fabrice Allier, Cédric Alaux, Jean Francois Odoux, Mickaël Henry. Aménagement du territoire et observatoires multi-sites pour mieux comprendre le comportement des colonies d'abeilles mellifères. Cahier des Techniques de l'INRA, pp.159-164, 2017, N° Spécial: Entomologie. hal-02626060

HAL Id: hal-02626060

<https://hal.inrae.fr/hal-02626060>

Submitted on 11 Sep 2024

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

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



Distributed under a Creative Commons Attribution - ShareAlike 4.0 International License

Aménagement du territoire et observatoires multi-sites pour mieux comprendre le comportement des colonies d'abeilles mellifères

Fabrice Allier¹, Cédric Alaux^{2,3}, Jean-François Odoux⁴, Mickaël Henry^{2,3}

Résumé. Classiquement, la compréhension des phénomènes de dépopulation, d'effondrement et de mortalité des populations de colonies d'abeilles mellifères s'appuie sur des expérimentations menées en laboratoire. Celles-ci s'accompagnent désormais de plus en plus, de dispositifs expérimentaux mis en œuvre à une échelle géographique pertinente biologiquement pour le suivi des colonies d'abeilles mellifères, telle que l'aire de butinage. Ce niveau d'investissement nécessite une organisation partenariale complète à laquelle participent de nombreuses structures représentant toute la chaîne de la recherche et du développement agricole. A celles-ci sont maintenant fréquemment associés d'autres acteurs du territoire comme les agriculteurs et les apiculteurs. L'article propose une description méthodologique d'un exemple de recherche – intervention où la mobilisation de chaque acteur permet la mise en œuvre du dispositif. Il s'agit ici d'étudier l'effet d'un renforcement en ressources alimentaires sur les abeilles mellifères, en orientant l'aménagement du territoire, par l'implantation de cultures intermédiaires mellifères (CIM) en période de pré-hivernage des colonies en zone de grandes cultures.

Mots clés : *Apis mellifera*, ressources alimentaires, cultures intermédiaires mellifères, survie hivernale, recherche-intervention

Introduction

Des pertes hivernales de colonies d'abeilles mellifères anormalement élevées, des paysages déficitaires en ressources mellifères, tant à une échelle spatiale que temporelle, des usages de molécules fortement toxiques et rémanentes dans les sols, ainsi que de vives tensions entre apiculteurs et agriculteurs sur le terrain, rendent difficile la pratique de l'apiculture dans les territoires de production de « grandes cultures ». Afin de mieux appréhender l'état et la dynamique des colonies dans un environnement sur plusieurs semaines ou mois, les scientifiques se tournent de plus en plus vers des expérimentations de type recherche-intervention. Pour cela, les écologues et apidologues recommandent généralement des suivis participatifs à grande échelle spatio-temporelle. Au-delà du partenariat classique entre les équipes de chercheurs et d'ingénieurs des structures de la recherche et du développement agricole, participent également les agriculteurs et apiculteurs en tant que volontaires. Plusieurs études ont été mises en place ces dernières années pour répondre à diverses questions, le plus souvent liées à des interactions entre d'une part, la dynamique des colonies et d'autre part, la disponibilité en ressources alimentaires offertes – nectar et pollen – par l'environnement (cultures fleuries et/ou les espèces végétales issues des éléments semi-naturels de proximité), ou les pratiques agricoles (usages de produits phytosanitaires en pulvérisation et traitement de semences ou antiparasitaires). Ces observatoires s'appuient donc sur une participation multi-acteurs. Ils concernent les abeilles mellifères, en général les apiculteurs mettent à disposition un grand nombre de colonies d'abeilles mellifères (plusieurs dizaines ou centaines) réparties sur plusieurs sites (à l'échelle nationale ou régionale). Concernant les changements de pratiques ou les aménagements paysagers, les agriculteurs suivent les recommandations selon les objectifs : semis de jachères mellifères, de bandes florales, de cultures intermédiaires mellifères, installation d'une haie mellifère, semis d'une semence traitée ou non à un insecticide toxique pour les abeilles, développement des adventices messicoles... Le dispositif peut être reconduit plusieurs années de suite selon les questions posées et les moyens disponibles. L'objet de l'observatoire est souvent lié à un contexte paysager, à une période particulière telle que l'hivernage, une miellée ou un enchaînement de miellées. L'observatoire peut également être lié à une pratique apicole (traitement contre varroa, nourrissage artificiel, sédentarisation versus transhumance du rucher). La configuration de l'expérimentation oriente le regard et l'analyse scientifiques alors davantage sur une lecture selon un gradient d'intensité des aménagements ou des pratiques réalisés, que selon des modalités classiques « témoin » versus « traité ».


1 ITSAP, Institut de l'Abeille, Domaine Saint-Paul, 84914 Avignon, France

2 UMT PrADE, CS 40509, 84914 Avignon, France

3 Abeilles et Environnement, INRA, Domaine Saint-Paul, 84914 Avignon, France

4 Entomologie, INRA, 17700 Surgères, France

fabrice.allier@itsap.asso.fr



Ces dispositifs expérimentaux offrent de multiples avantages et favorisent une meilleure compréhension de la complexité des interactions entre les abeilles mellifères, les plantes, les pratiques agricoles, le paysage et les conditions météorologiques. A l'inverse, ils positionnent les ingénieurs et chercheurs face à de nombreuses variables, de grandes quantités de données, coûteuses et chronophages à collecter et nécessitant souvent des compétences et des outils variés. Le dispositif décrit ici a été mis en place par l'ITSAP-Institut de l'abeille et l'UMT PrADE⁵, et accompagné par de nombreuses structures nationales et locales en recherche et développement, ou économiques. Il s'intéresse à la disponibilité des surfaces en fleurs dans les zones de grandes cultures, devenues rares pour la constitution des stocks alimentaires de nectar et de pollen de fin de saison, ces réserves étant nécessaires à la survie des colonies d'abeilles mellifères en hiver (Holzmann et al., 2011). Les colonies ne bénéficient alors que de quelques éléments boisés présents dans le paysage (et plus particulièrement le lierre) pour assurer leurs réserves. Pour acquérir des références sur ce sujet, le projet InterAPI⁶ a étudié l'intérêt des cultures intermédiaires mellifères (CIM) pour produire du nectar et du pollen pour la survie hivernale des abeilles mellifères dans un agro-système céréalier. En effet, les couverts végétaux d'automne se développent de plus en plus pour répondre, d'une part à un objectif réglementaire (directive nitrates, verdissement de la Politique agricole commune – PAC – avec les surfaces d'intérêt écologique – SIE), mais également à d'autres objectifs, tout aussi importants, tels que agronomiques, écosystémiques, agro-écologiques ou sociétaux. Ainsi, les CIM apparaissent comme un levier pertinent pour améliorer la santé de l'abeille mellifère ainsi que le service de pollinisation sur nos territoires.

Mise en place de l'observatoire et originalité de la méthode

L'expérimentation, répétée sur deux ans et dans quatre secteurs situés en Beauce (région Centre – **Figure 1**), a permis d'étudier le devenir de colonies d'abeilles mellifères, et leur état de santé, sur des sites avec CIM et sur des sites témoins (sans CIM) (**Figure 2**). L'objectif était de mettre en œuvre un dispositif expérimental, à l'échelle du territoire agricole et de l'aire de butinage de l'abeille mellifère, afin d'évaluer le rapport coûts/bénéfices de ces couverts en interculture pour le développement et la vitalité des colonies. Les partenaires se sont d'abord attachés à créer un réseau d'agriculteurs et d'apiculteurs, sur chacun des quatre secteurs préalablement retenus avec les chambres d'agriculture, l'ADAPIC⁷ et les coopératives partenaires impliquées dans le dispositif. Les parcelles des agriculteurs volontaires devaient être suffisamment proches pour les regrouper sur un même site de 1,5 km de rayon (équivalent à une aire de butinage moyenne et acceptable du point de vue expérimental), au centre duquel deux ruchers de 15 colonies d'abeilles mellifères étaient positionnés et suivis, entre la mise en hivernage (septembre) et la sortie d'hivernage (mars). Les secteurs ont été choisis dans des paysages ouverts mais comprenant quelques éléments semi-naturels (principalement des bosquets et des haies garantissant une présence de lierre) afin d'assurer un minimum vital de ressources aux colonies. Ce protocole, innovant par son ampleur et les objectifs qu'il propose d'atteindre, a nécessité plusieurs discussions et consultations qui ont été partagées au sein et en dehors du partenariat. Ainsi, il met en exergue un compromis issu de ces échanges, prenant en compte les attentes techniques, scientifiques, professionnelles, géographiques, pédo-climatiques, partenariales, économiques et réglementaires, des différents acteurs impliqués. La consultation et le recrutement des agriculteurs, puis par la suite l'animation des sites ont été assurés par des conseillers des trois chambres d'agriculture partenaires et de Coop de France Centre. A cette étape, les autres tâches menées par les animateurs locaux ont été de s'assurer de la mise à disposition d'une surface cultivée suffisante, de valider l'emplacement des ruchers, de réceptionner le mélange de couvert mellifère à proximité des sites, de sensibiliser les agriculteurs à l'expérimentation (semis précoce principalement), de collecter des données sur le développement du couvert, d'enquêter auprès des cultivateurs sur leurs techniques culturales et de les informer sur les résultats obtenus.

5 Unité mixte technologique, Protection des abeilles dans l'environnement

6 Projet Casdar InterAPI (2011-2015, N°1176) : Influence de CIPAN produisant du nectar et du pollen en zone de grandes cultures sur la dynamique de colonies d'abeilles domestiques hivernantes (InterAPI)

7 Association de développement de l'apiculture en région Centre, partenaire du projet InterAPI

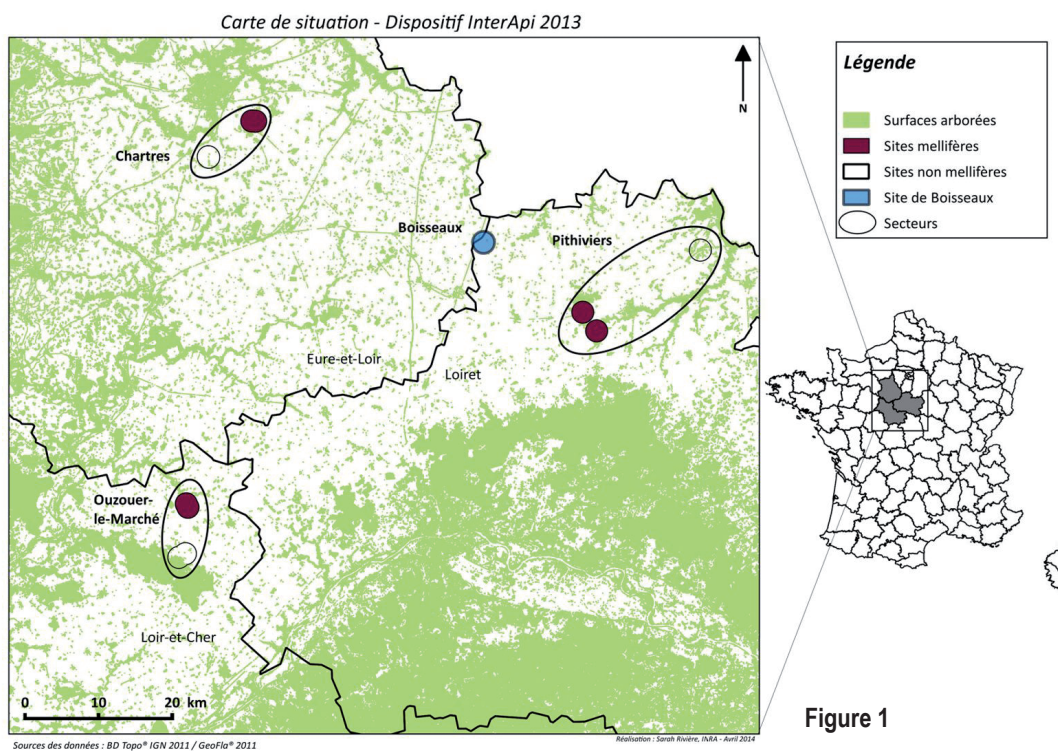


Figure 1. Localisation des quatre secteurs et des ruchers du dispositif expérimental mené en 2012 et 2013 dans la région Centre.

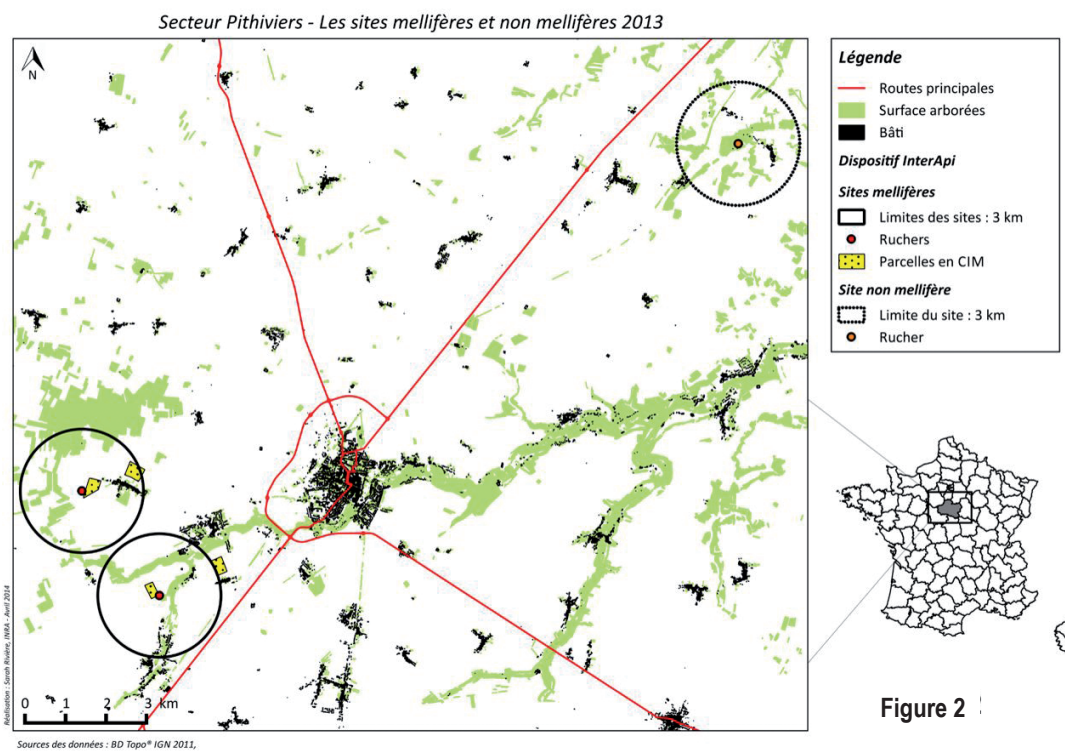


Figure 2. Exemple du dispositif expérimental à l'échelle d'un secteur, celui de Pithiviers en 2013. Les quatre parcelles implantées en CIM, dans un rayon de 1,5 km sont repérées en jaune.



Implantation des intercultures

Le dispositif expérimental vise à étudier la dynamique des colonies dans des situations où le paysage est enrichi en ressource mellifère (semis de 30 ha minimum d'un couvert interculture d'espèces mellifères en mélange) versus un paysage non enrichi par un couvert d'espèces mellifères. Des variétés précoces ont été choisies afin d'obtenir le plus rapidement possible une floraison du couvert. Celui-ci était composé à 50 % de légumineuses (trèfle d'Alexandrie à 20 %, vesces commune à 9 % et pourpre à 21 %), d'avoine (26 %), de moutardes blanche (5 %) et brune (4 %), de tournesol (5 %) et de phacélie (10 %). Un équilibre a été recherché entre les espèces pour qu'elles apportent à la fois des intérêts mellifères et agronomiques (piégeage des nitrates, structuration du sol, restitution d'azote, limitation des risques de repousses dans les rotations considérées...). Cette composition a été réfléchiée par les techniciens du projet et en partenariat avec la société Jouffray-Drillaud, fournisseur des semences. Elle a également été présentée et ajustée par les services décentralisés du ministère en charge du Territoire, les agriculteurs multiplicateurs de semences (Fédération nationale des agriculteurs multiplicateurs de semences - FNAMS) et l'interprofession semencière (Groupement national interprofessionnel des semences – GNIS). Enfin, le choix des espèces a pris en compte la réglementation relative aux zones de production de semences (limitation du pourcentage de phacélie, interdiction du radis...). Sur les parcelles, un suivi a permis d'évaluer le développement du couvert mellifère, de vérifier la faisabilité technico-économique de son implantation et de s'assurer de son effet « piège à nitrates ». La principale recommandation technique donnée aux agriculteurs a été de semer le couvert mellifère le plus tôt possible après la moisson (céréales à paille en précédents) sur les « sites mellifères » – entre fin juillet et début août au plus tard – afin d'obtenir un couvert en fleurs dès le début du mois de septembre et qu'il profite aux abeilles. A l'inverse, sur les « sites non mellifères » (témoins), l'objectif était de ne pas avoir de couverts fleuris entre septembre et novembre, donc de réaliser les semis le plus tard possible.

Suivi des colonies

Les apiculteurs professionnels ont, pour leur part, été démarchés par l'association de développement apicole en région Centre-Val de Loire (ADAPIC). Ils sont trois volontaires à avoir mis à disposition un total théorique de 240 colonies, chaque année de l'expérimentation. En pratique, pour un des deux secteurs du Loiret et pour les deux années, les semis ont été réalisés après mi-août ce qui a entraîné une floraison trop tardive (après mi-octobre). A cette date, où les jours favorables de butinage sont limités, il avait été considéré inutile de déplacer des colonies pour la pertinence scientifique du dispositif, que ce soit sur le site mellifère ou le site non mellifère. Sur les colonies présentes dans le dispositif et pour les deux années (n=336 colonies, état de sortie d'hiver), l'ADAPIC a réalisé un suivi simple de leur dynamique (poids, présence/absence du couvain, nourrissage éventuel, traitement varroa) en pré-hivernage et en sortie d'hivernage. L'état de santé des ouvrières en pré-hivernage (années 2012 et 2013) a été estimé dans les colonies expérimentales en mesurant les taux de lipides et de vitellogénine. Les corps gras jouent un rôle primordial dans le stockage et le métabolisme des réserves énergétiques et sont donc essentiels à la modulation d'importants traits de vie telle que la longévité pendant l'hivernage. Ils sont aussi le site de production de la vitellogénine, impliquée dans l'immunité et la longévité des abeilles. Les charges virales en DWV (Deformed wing virus ou virus des ailes déformées, associé à la présence de varroa), présentes sur les abeilles et le taux de vitellogénine ont été quantifiés par PCR quantitative sur les ARN extraits d'un pool de 30 abdomens par colonie. Les taux de corps gras ont aussi été déterminés sur des pools de 30 abdomens par colonie par une extraction à l'éthyl éther. Ces analyses physiologiques ont été menées par le laboratoire de Biologie et de protection de l'abeille (INRA Unité Abeilles et Environnement). Ces mesures ont été réalisées après une campagne de prélèvements d'échantillons d'abeilles (ouvrières), chaque année, dans les ruches par l'Institut technique et scientifique de l'apiculture et de la pollinisation (ITSAP) et l'Association de coordination des techniques agricoles (ACTA). En parallèle, quelques ruches étaient équipées de trappes à pollen, qui a été collecté par l'ADAPIC et envoyé à l'Unité expérimentale d'Entomologie de l'INRA du Magneraud pour analyses palynologiques (Tamic et al., 2011 – **Tableau 1**). Enfin, d'autres prélèvements de fleurs ont été menés afin d'en extraire le nectar par centrifugation et y rechercher des résidus de produits phytosanitaires par analyse toxicologique (n=85 échantillons de nectar) sur quatre espèces du mélange semé.



Figure 3. Illustration d'une visite de colonie sur un rucher expérimental avec prélèvements d'abeilles ouvrières pour réaliser les mesures physiologiques et sanitaires (Infestations DWV et varroa) (photo : F. Allier/ITSAP).

Variables collectées et analyses statistiques des données


Une synthèse statistique des données démographiques, physiologiques et palynologiques acquises au cours du projet a été menée après les deux campagnes expérimentales. Elle s'est déroulée en trois phases. La première phase a visé à retracer les liens entre la survie hivernale et les principaux paramètres démographiques des colonies en pré-hivernage (n=336 colonies). Dans la seconde phase, les liens entre survie hivernale et paramètres physiologiques et sanitaires ont été explorés à partir d'un sous-ensemble de ces colonies (n=174) ayant fait l'objet de prélèvements biologiques. Dans la troisième phase, les données palynologiques (n=24 échantillons) ont été confrontées avec les mécanismes démographiques et physiologiques établis dans les deux premières phases, en lien avec l'utilisation des CIM par les abeilles. Préalablement aux analyses, les paramètres et variables mesurés dans le projet ont été classés de la manière suivante :

- i/ une variable « réponse » principale, la survie hivernale, comptabilisant les colonies viables après l'hiver, c'est-à-dire excluant les mortes et les non-valeurs (colonies affaiblies, bourdonneuses ou orphelines) ;
- ii/ des variables démographiques précisant l'état et la dynamique de population : l'état de développement du couvain avant et après la période de floraison des CIM (mesuré en nombre de demi-cadres présentant du couvain, ainsi qu'en taux de variation journalier pendant la floraison) ; la variation de poids de la colonie pendant la floraison (gain ou perte) ; le taux d'infestation en varroa mesuré par lavage au Teepol® (solution avec détergent) ;
- iii/ des variables physiologiques précisant l'état sanitaire d'individus prélevés dans la colonie : teneur en corps gras de l'abdomen (% du poids sec) ; dosage du gène codant pour la vitellogénine – protéine impliquée dans la longévité (antioxydant) et l'immunité cellulaire ; présence du Deformed Wing Virus (DWV). Le taux d'infestation en varroa – l'acarien vecteur du DWV – a également été repris dans cette phase de l'analyse ;
- iv/ des variables extrinsèques décrivant le contexte environnemental et les pratiques apicoles : la surface en CIM dans l'environnement des colonies (dans un rayon de 1,5 km) ; les surfaces de végétation arborée, abritant potentiellement du lierre, ressource très butinée à cette période tardive de la saison ; les pratiques de nourrissage des colonies. Le traitement anti-varroa n'a pas été explicitement considéré dans les analyses car réalisé systématiquement sur l'ensemble des colonies (traitement Apivar®) ;
- v/ des variables décrivant la composition de l'alimentation pollinique tel que le pourcentage du volume de pollen correspondant aux CIM, au lierre ou autres espèces végétales.

Analyses des données démographiques et physiologiques

Ces analyses ont suivi le même processus. Dans un premier temps, les variables susceptibles de moduler directement le taux de survie hivernale ont été déterminées (modèles linéaires généralisés mixtes) et qualifiées de variables « primaires ». Dans un second temps, les liens « secondaires » ont été statistiquement établis entre





les variables primaires et les autres variables, susceptibles d'agir indirectement sur la survie hivernale. Les données palynologiques et de résidus de pesticides, recueillies en trop faible nombre, n'ont pas été intégrées dans cette démarche, elles ont fait l'objet d'analyses descriptives séparées.

Limites et solutions apportées

La mise en œuvre et la réussite de ce dispositif expérimental de grande envergure s'appuie principalement sur l'engagement d'un grand nombre de partenaires divers, ce qui constitue un premier challenge. Ces partenaires composent ainsi la chaîne complète de Recherche-Développement-Conseil indispensable pour répondre à toutes les étapes du protocole. Le partenariat local a, de plus, démarché quatre autres coopératives (Axéreal, SCA Boisseaux, AgroPithiviers et SCAEL) implantées sur le territoire afin d'assurer un lien supplémentaire avec les agriculteurs participants, fluidifier la distribution logistique des semences et d'échanger plus largement sur le projet. Pour les céréaliers, les objectifs à atteindre étaient fortement dépendants des conditions météorologiques pour positionner les semis quelques jours après les moissons des céréales. Les partenaires ont anticipé la situation en mobilisant au minimum deux agriculteurs par site enrichi avec une CIM semée sur une surface minimale de 30 ha par site. Grâce à cet engagement des agriculteurs, et bien que les conditions climatiques de ces deux années d'expérimentation (2012 et 2013) aient perturbé le cycle classique des cultures (15 jours de retard sur les moissons), les abeilles mellifères ont pu profiter de cette nouvelle ressource en nectar et en pollen entre les mois de septembre et octobre (**Tableau 1**).

Résultats

Survie des colonies et variables associées

Les variables primaires influençant directement la survie hivernale semblent corroborer les observations rapportées par ailleurs dans la littérature scientifique : i/ le taux d'infestation en varroa est très significativement et négativement relié à la survie hivernale, un phénomène déjà décrit par ailleurs (**Figure 4**, Alaux et al., 2017). Nous retrouvons également un lien logique entre varroa et la présence du virus DWV, dont l'acarien est le vecteur. Cependant, la présence du DWV n'a pu être statistiquement reliée à la survie ni à aucune autre variable physiologique (non représenté ici). ii/ l'état de développement du couvain avant l'hivernage est garant d'une colonie plus populeuse au printemps, et donc plus résiliente face aux conditions hivernales pouvant affaiblir la colonie (non représenté ici). Par ailleurs, et bien que la quantité de surfaces arborées en période de pré-hivernage semble rarement évoquée dans la littérature scientifique comme facteur favorisant la survie hivernale, les résultats montrent un effet positif de leur surface sur le taux de mortalité hivernale (**Figure 5**). Toutefois, cette observation est cohérente avec la pratique des apiculteurs qui évitent de positionner leurs ruches dans des paysages trop ouverts en fin de saison, au profit de paysages plus boisés et diversifiés. Le lierre, associé aux habitats ligneux, est en effet une ressource clé à cette période de l'année. Les données palynologiques confirment que le lierre constituait de loin la principale ressource non-cultivée dans les échantillons prélevés, mais toujours butiné de façon plus élevée sur les sites sans CIM. La présence des CIM a donc permis de diversifier l'approvisionnement alimentaire des colonies.



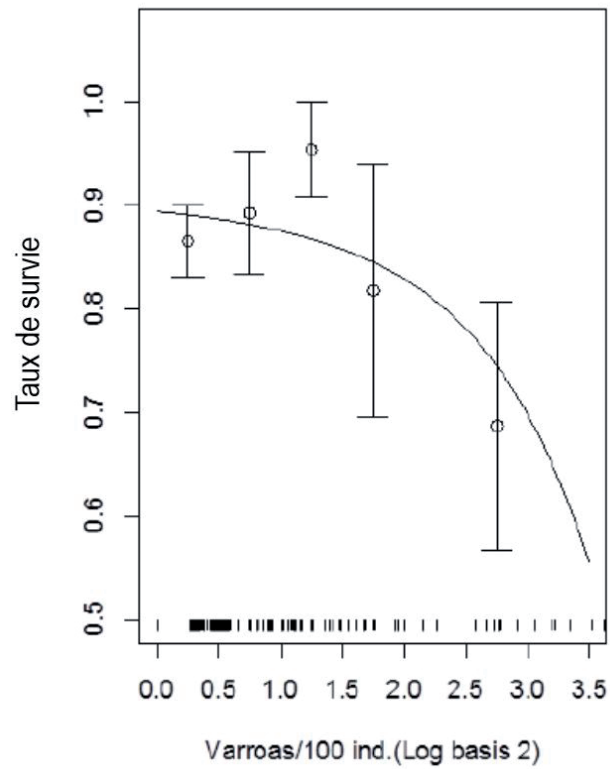


Figure 4. Représentation du taux de survie hivernale des colonies d'abeilles mellifères influencé négativement par la charge en varroa observée pour 100 abeilles.

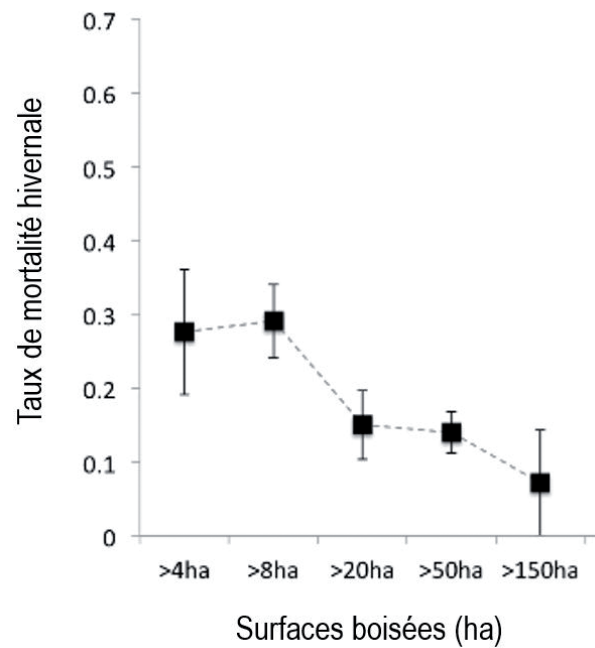


Figure 5. Représentation du taux de mortalité hivernale des colonies d'abeilles mellifères influencé négativement par les surfaces boisées (ha) présentes dans un rayon de 1,5 km autour des ruchers expérimentaux.



Tableau 1. Composition moyenne des volumes de pollen collectés par les abeilles domestiques sur les sites mellifères et non mellifères, par espèces et morphotypes (résultats exprimés en pourcentage du volume de l'échantillon). Valeurs moyennes par espèce, les chiffres entre parenthèses correspondent aux valeurs Min et Max observées.

Espèces de pollen collectées	Site avec implantation de CIM	Site avec absence CIM
Espèces ou morphotypes de pollens originaires potentiellement des CIM		
Tournesol [Asteracées]	1,23 (1,2-1,2)	
Phacelie [Boraginacées]	7,71 (17,9-0,1)	
Trèfle d'Alexandrie [Fabacées]	17,68 (66,2-2,2)	
type Moutarde [Brassicacées]	35,81 (84,5-1,9)	6,18 (19,2-0,7)
Autres espèces de pollen		
Ammi élevé [Apiacées]	< 0,1	
type Bardane [Asteracées]	< 0,1	
Châtaignier [Fagacées]	< 0,1	< 0,1
Coquelicot [Papaveracées]	< 0,1	
Datura stramoine [Solanacées]		< 0,1
Lierre grimpant [Araliacées]	50,59 (100-10,8)	73,29 (100-5,7)
Mercuriale annuelle [Euphorbiacées]		4,55 (22,9-0,2)
Niger [Asteracées]	0,26 (1-0)	0,08 (0,2-0)
Plantain sp. (lanceolé) [Plantaginacées]		0,17 (0,2-0,2)
Radis Cultivé [Brassicacées]	23,48 (40,5-6,5)	52,75 (82,6-4,7)
Reseda jaune [Résédacées]	0,27 (0,3-0,2)	0,35 (0,5-0,2)
Sarrasin [Polygonacées]	< 0,1	< 0,1
type Chicoree [Asteracées]	0,16 (0,5-0)	1,13 (4,5-0)
type Colza [Brassicacées]	0,15 (0,2-0,2)	
type Crepis [Asteracées]		0,34 (0,3-0,3)
type Nerprun [Rhamnacées]	< 0,1	
type Pâquerette [Asteracées]		< 0,1
type Pensée [Rhamnacées]		9,31 (9,3-9,3)
type Pin [Pinacées]	< 0,1	< 0,1
type Ravenelle [Brassicacées]	3,25 (5,1-1,4)	6,51 (10,9-2,5)
type Ronce [Rosacées]	0,07 (0,1-0,1)	
type Morelle [Solanacées]	0,28 (0,6-0)	1,77 (4,3-0,3)
type Souci [Asteracées]		0,13 (0,1-0,1)
type TrefleViolet [Fabacées]	0,35 (1,8-0)	
type Veronique [Plantaginacées]		0,06 (0,1-0)

Les analyses palynologiques de 32 échantillons issus des ruchers expérimentaux, présentées dans le **Tableau 1**, révèlent au total, la présence de 29 espèces florales utilisées par les abeilles pour leur récolte de pollen. Sur l'ensemble des sept espèces mellifères semées dans le cadre des expérimentations (tous sites confondus), quatre

espèces ont été retrouvées dans les trappes à pollen : tournesol, trèfle d'Alexandrie, phacélie, et moutarde. Le premier n'a été présent que sous forme de traces. Sur les deux années 2012 et 2013, la phacélie a été retrouvée uniquement sur les sites avec CIM dans la fourchette de 0,1 à 18 % par échantillon. Présente de façon courante en tant que CIPAN (culture intermédiaire piège à nitrates) ou bien en plante spontanée, elle constitue de fait une ressource automnale intéressante pour les abeilles en contexte agricole par son attractivité. Il faut également mentionner le rôle important qu'a joué la moutarde dans les apports de pollen sur les zones CIM bien que cette plante soit présente sur tous les sites. La quantité de lierre rapportée est significativement plus faible sur les sites avec CIM. Par ailleurs et concernant les pratiques agricoles, les analyses de résidus de pesticides néonicotinoïdes issus de la solution sucrée extraite après centrifugation des fleurs de CIM (taux de sucre de 1 à 29 %) indiquent la quantification de l'imidaclopride dans 37 échantillons sur les 85 analysés, soit 47 % des échantillons. Sur les six parcelles échantillonnées, des résidus d'imidaclopride ont été trouvés dans les deux cas, que la céréale précédente ait été traitée ou pas avec le produit Gaucho® (**Tableau 2**). Ces données révèlent clairement une contamination possible du nectar de CIM par des résidus d'imidaclopride, observation mise également en évidence récemment dans deux autres études sur des cultures de colza et les espèces végétales sauvages adjacentes des parcelles (Botias et al., 2015, Henry et al., 2015). Bien que le mécanisme ainsi que les composantes (usages, sol, plante, climat) conditionnant cette contamination restent à préciser, l'usage de cette molécule sur une culture précédente dans la rotation entraîne la rémanence de résidus dans les fleurs des cultures suivantes et à proximité de la parcelle. Ces pratiques phytosanitaires influent sur la qualité de la ressource et sur l'exposition des butineuses en pré-hivernage à une molécule connue comme étant fortement toxique.

Tableau 2. Taux de détection, concentrations moyenne et maximale en résidus de molécule d'imidaclopride quantifiée dans une solution sucrée/nectar de fleurs des CIM obtenu par centrifugation pour des parcelles dont le précédent cultural a été traité ou non avec cette molécule.

Précédent cultural (Nb de parcelles)	Taux de détection Imidaclopride (n=Nb d'échantillons analysés)		Concentration moyenne d'Imidaclopride (ppb ou pg/μL)	Concentration max d'Imidaclopride (ppb ou pg/μL)
	<LD (molécule non détectée)	> LD (molécule en trace ou quantifiée)		
Gaucho – Imidaclopride (2 parcelles)	50% (n=17)	50% (n=17)	0,594 (n=17)	0,9
Autre molécule que Imidaclopride (4 parcelles)	60% (n=30)	40% (n=20)	0,560 (n=20)	1,1

Conclusions

Le dispositif expérimental ainsi que les résultats présentés révèlent la diversité des données techniques et scientifiques collectées et accessibles. Ils mettent aussi en avant la complexité des différentes interactions s'opérant dans des colonies d'abeilles mellifères et leur forte dépendance à un territoire, un type de paysage ainsi qu'aux aménagements associés. Une autre étude d'envergure (Henry et al., 2015) basée sur un schéma de recherche-intervention plaçait les agriculteurs au cœur du dispositif. Il s'agissait d'orienter les assolements selon un gradient d'intensité des implantations de colza dont les semences étaient enrobées avec du thiametoxam, molécule de la famille des néonicotinoïdes, un des composants du produit Cruiser OSR. Cette étude innovante décrit ainsi l'impact de l'intensité d'une pratique, sur le comportement des colonies et le niveau d'exposition aux substances utilisées dans les programmes de traitements phytosanitaires par les agriculteurs pour protéger leurs cultures. Ces observatoires conduits dans les conditions réalistes des pratiques agricoles, et soumis aux interactions au sein des agrosystèmes permettent de compléter les lacunes de connaissances ou de valider des hypothèses grâce à de nouvelles approches méthodologiques et multidisciplinaires. Ces résultats suggèrent que l'intervention des agriculteurs et des apiculteurs dans les projets de recherche constitue une solution pour étudier l'influence des pratiques agricoles et l'aménagement du territoire sur les colonies d'abeilles mellifères et plus généralement sur les insectes pollinisateurs.



Remerciements

Les auteurs remercient l'ensemble des agents et partenaires du projet InterAPI (Casdar 1176) ayant permis la réalisation de ce dispositif expérimental : Axel Decourtye (ACTA) ; Estelle Delestra (ADAPIC) ; Florent Decugis, Yves Leconte (INRA Abeilles et environnement, Avignon) ; Pierrick Aupinel, Mélanie Chabirand, Jean-François Odoux, Thierry Tamic (INRA du Magneraud) ; Jérôme Labreuche, Julie-Maillet-Mezeray, Véronique Tosser (ARVALIS-Institut du végétal) ; Nicolas Cerrutti, Jean Lieven (Terres Inovia) ; Céline Cervék (Chambre régionale d'agriculture du Centre), Michel Bezine (Chambre départementale d'agriculture d'Eure-et-Loir) ; Sébastien Baron (Chambre départementale d'agriculture du Loiret) ; Franck Baechler (Chambre départementale d'agriculture du Loir-et-Cher), Vincent Boone (Coop de France – Centre – Fédération régionale des coopératives agricoles), Lycée agricole de La Saussaye (28), Philippe Gratadou (Jouffray-Drillaud - Semencier), Michel Etienne (INRA Eco développement, Avignon) ; Marine Gourrat, Pierre Le Bivic, Cyril Vidau (ITSAP-Institut de l'abeille). Les auteurs tiennent particulièrement à remercier l'implication volontaire et bénévole des apiculteurs et céréaliers pour leur temps et les moyens techniques mis à disposition.

Le projet a été co-financé par les fonds du compte d'affectation spécial « Développement agricole et rural » (Casdar) du ministère chargé de l'Agriculture.

Références bibliographiques

Alaux C, Allier F, Decourtye A, Odoux JF, Tamic T, Chariband M, Delestra E, Decugis F, Le Conte Y, Henry M (2017) A 'landscape physiology' approach to assess bee health highlights the benefits of floral landscape enrichment and semi-natural habitats. *Sci Reports* 7 : 40568.

Botias C, David A, Horwood J, Abdul-Sada A, Nicholls E, Hill EM, Goulson D (2015) Neonicotinoid residues in wildflowers, a potential route of chronic exposure for bees. *Environ Sci Technol* 49 : 12731-12740.

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>

Holzmann C, Allier F, Vallon J (2011) Hivernage et pertes de colonies chez les apiculteurs professionnels français. Cahier technique de l'ITSAP. http://itsap.asso.fr/pages_thematiques/gestion-du-cheptel-et-production/observatoire-des-pertes-hivernales-de-colonies-resultats-de-lhiver-20122013/resultats-de-lenquete-sur-les-pertes-hivernales-de-2007-a-2012/. Dernière consultation le 10/06/2016.

Tamic T, Aupinel P, Odoux JF, Loublie Y, Chabirand M (2011) Optimisation d'une méthode de dénombrement de grains de pollen adaptée à l'étude de l'alimentation de l'Abeille domestique. *Polen* 21 : 51-55.