

Projet Polinov, épisode 2

Vers des systèmes de cultures favorables aux abeilles

Proposition de nouveaux systèmes de cultures basés sur la compréhension des interactions abeilles/zones céréalières.

AXEL DECOURTYE^(1,2), M. GAYRARD⁽³⁾, A. CHABERT⁽³⁾, F. REQUIER^(4,5), O. ROLLIN^(1,2,6), J.-F. ODOUX⁽⁴⁾, M. HENRY^(2,6), F. ALLIER^(2,7), N. CERRUTTI⁽⁸⁾, G. CHAIGNE⁽⁹⁾, P. PETREQUIN⁽¹⁰⁾, S. PLANTUREUX⁽¹¹⁾, E. GAUJOUR⁽¹¹⁾, E. EMONET⁽¹²⁾, C. BOCKSTALLER⁽¹¹⁾, P. AUPINEL⁽⁴⁾, N. MICHEL⁽¹¹⁾ ET V. BRETAGNOLLE⁽⁵⁾

Polinov est un projet de recherche pluridisciplinaire mené sur la zone d'étude Plaine et Val-de-Sèvre, près de Niort (Deux-Sèvres). Il visait à concevoir et préévaluer des systèmes d'exploitation agricoles qui soient favorables à l'apiculture, aux abeilles domestiques et sauvages, mais aussi durables techniquement et économiquement pour les agriculteurs. Un précédent article a raconté les premières étapes du projet. Voici la suite.

Rappel de l'épisode précédent

État de référence décrit

Le travail comprenait cinq étapes. Les deux premières ont été décrites dans l'article précédent. La première étape fut la description de « l'état de référence » : quatre systèmes d'exploitation agricoles caractéristiques de cette zone céréalière ont été définis.

Performances évaluées

Deuxième étape, ils ont ensuite été évalués pour leurs performances selon plusieurs critères : économiques pour les agriculteurs et les apiculteurs, sociaux pour les agriculteurs, les apiculteurs et les autres secteurs, et enfin environnementaux, notamment (mais pas seulement) vis-à-vis des abeilles domestiques, des abeilles sauvages et des bourdons.

Outre les statistiques disponibles et les enquêtes et entretiens auprès des agriculteurs de la zone, deux outils ont été utilisés : l'outil d'analyse multicritère DEXi-Abeilles et l'observatoire des abeilles domestiques Ecobee, et ses ruchers.

Les détails méthodologiques sont dans l'article précédent.

Conception de systèmes d'exploitation agricole innovants

Abeilles, sept buts pour leur santé : définition des résultats à atteindre

Forts de notre connaissance de 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 production de miel, la biodiversité et la santé des abeilles (Tableau 1).

Ce dernier objectif en regroupait deux principaux :

1) augmenter la quantité, la qualité et la disponibilité des ressources alimentaires des abeilles domestiques et sauvages, 2) diminuer les risques d'intoxication liés à l'application de pesticides.



Photo : M. Decoin

Jachère semée. Les pollinisateurs les fréquentent notamment entre les floraisons du colza et du tournesol.

Évaluation des besoins que cela implique

Les besoins alimentaires et en production de miel ont été simulés en estimant, de façon simplificatrice, qu'à chaque système d'exploitation était associé un rucher sédentaire de 50 ruches qui dans l'état de référence produisait deux miellées par an, celles de colza et de tournesol, chacune de 1 000 kg. À partir de bases de données attribuant une quantité de miel poten-

RÉSUMÉ

► **CONTEXTE** - Le projet Polinov consiste à concevoir et évaluer *ex ante* des systèmes de cultures innovants favorables à l'apiculture et aux abeilles domestiques et sauvages, tout en évaluant leurs effets technico-économiques agricoles.

Les deux premières étapes, présentées dans un article précédent, ont consisté à : – décrire l'état de référence (situation initiale) de quatre systèmes agricoles d'une zone géographique (Plaine et Val-de-Sèvres, Deux-Sèvres), – évaluer leurs performances vis-à-vis des abeilles et d'autres critères (évaluation multicritère par

le logiciel DEXi-Abeilles, étude des abeilles grâce à l'observatoire Ecobee basé sur le suivi de ruchers).

► **ÉTUDE** - L'étape suivante a consisté à définir sept buts à atteindre. La quatrième étape a été la conception de systèmes de cultures innovants en : – choisissant les techniques estimées les plus performantes par DEXi-Abeilles, – assemblant ces techniques (diverses combinaisons entre elles et avec les systèmes de référence) pour bâtir des prototypes de systèmes de cultures innovants. La dernière étape a été

l'évaluation multicritère, de nouveau par DEXi-Abeilles, des prototypes ainsi élaborés.

► **RÉSULTATS** - Selon cette évaluation, les systèmes innovants améliorent l'état des abeilles et/ou des autres pollinisateurs, mais tous sont coûteux pour l'agriculteur. Il reste à vérifier cela sur le terrain.

► **MOTS-CLÉS** - Abeilles domestiques, abeilles sauvages, bourdons, biodiversité, environnement, Polinov, systèmes de cultures, conception, systèmes innovants, prototypes, évaluation multicritère, DEXi-Abeilles.

tiellement produite par unité de surface implantée par telle ou telle plante, nous avons simulé la production en miel du rucher virtuel pour une année.

Deux indices ont été utilisés pour estimer la réduction de la pression exercée par les pesticides, 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).

Partenaires et actions

L'atelier de conception fut constitué de représentants des structures partenaires œuvrant pour le développement des productions végétales (Chambre d'agriculture des Deux-Sèvres, Acta, Cetiom, Arvalis), des productions apicoles (ITSAP-Institut de l'abeille, ADA Poitou-Charentes), ainsi que de représentants des équipes de la recherche (Inra). Cette constitution a permis d'établir un état des lieux des connaissances disponibles sur l'influence du paysage et des systèmes de cultures sur les abeilles et de rechercher les solutions techniques à mobiliser. La démarche a été la suivante :

- 1) constitution d'un groupe de travail rassemblant des agronomes et des spécialistes des abeilles,
- 2) réalisation d'un inventaire des solutions techniques innovantes,
- 3) définition de combinaisons des solutions techniques constituant les systèmes d'exploitation innovants,
- 4) évaluation multicritère des techniques élémentaires puis des systèmes innovants,
- 5) analyse comparative des résultats pour sélectionner les meilleurs prototypes de systèmes d'exploitation innovants.

Techniques innovantes mobilisées

Pour améliorer les ressources alimentaires des abeilles, quatre moyens testés

Dans le but d'améliorer les ressources alimentaires disponibles

pour les abeilles dans les systèmes d'exploitation, nous avons envisagé la mise en place et la gestion de couverts végétaux produisant du nectar et du pollen sous quatre formes différentes :

- surfaces équivalentes topographiques (SET),
- cultures intermédiaires pièges à nitrates (Cipan),
- bandes fleuries,
- rotation culturale présentant des plantes mellifères et pollinifères.

Pour les 4% de SET par SAU, nous avons introduit la composition de haies à partir d'espèces ligneuses d'intérêt (érable champêtre, cornouiller sanguin, viorne lantane, alisier torminal, troène), accompagnées de jachères implantées à l'automne d'un mélange à base de trèfle hybride, sarrasin, minette, sainfoin, lotier corniculé et phacélie. Cette jachère peut être broyée au début de la floraison du tournesol afin d'apporter une seconde floraison en fin de saison.

L'aménagement des SET avec des espèces végétales produisant du nectar et du pollen se révèle être une mesure insuffisamment efficace pour atteindre les objectifs en termes d'apport en ressources trophiques pour les abeilles.

D'après les évaluations multicritère réalisées, l'introduction de cultures mellifères et pollinifères dans les terres arables sont les mesures présentant les performances les plus élevées.

Pression des pesticides, stratégies testées

Pour réduire la pression liée à l'usage des pesticides s'exerçant sur les populations d'abeilles, nous avons mobilisé plusieurs stratégies qui vont d'un remplacement des produits les plus à risque par d'autres connus comme étant moins risqués, à la suppression des traitements à base d'insecticides sur une partie (avril-juin) ou sur l'ensemble de la période d'activité des abeilles (mars-septembre), en passant par la diminution de la fréquence de certains traitements.

Quelques solutions techniques innovantes ont été testées pour réduire l'utilisation des pesticides, comme une réduction de la densité de semis du colza et de sa fertilisation, ou encore son association avec une plante gélive pour limiter l'usage des herbicides. Sur le tournesol, nous avons considéré la possibilité d'effectuer un désherbage mécanique ou des applications d'herbicides localisées lors du semis.

Techniques les plus efficaces choisies puis assemblées dans des prototypes

Pour la suite du travail, nous avons sélectionné les techniques innovantes les plus efficaces, à savoir la mise en place de bandes fleuries, l'introduction de plantes produisant du nectar et du pollen dans la rotation, ainsi que le remplacement ou l'élimination des insecticides à risque durant la période printemps-été et la réduction de l'usage des insecticides en automne. Ensuite ces techniques ont été assemblées dans des prototypes de systèmes d'exploitation (qui eux-mêmes sont des assemblages de plusieurs îlots ayant chacun un système de culture). De nombreux prototypes ont ainsi été testés, seuls les plus performants sont présentés dans la suite de l'article. Comme pour les systèmes d'exploitation de référence, les systèmes innovants ont été décrits grâce à l'outil Systemer.

Description des prototypes de systèmes d'exploitation agricole innovants

Céréalière irriguée avec introduction de luzerne, chanvre et Cipan : les cultures

Le premier prototype conçu est le système céréalière irriguée avec changement de succession végétale sur les îlots 2 et 3, consistant à introduire de la luzerne et du chanvre (Tableau 2). La luzerne est porte-graine durant deux ans, puis produit du fourrage durant un an. Cette culture apporte une rupture

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

| | |
|------|--|
| I. | Santé des abeilles |
| | Assurer l'autoconsommation des abeilles domestiques. |
| | <ul style="list-style-type: none"> • 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). • Obtenir une continuité des apports en nectar et en pollen durant 6,5 mois (fin mars à fin septembre). |
| II. | Production de miel |
| | Réduire les risques d'intoxication liés aux pesticides. |
| | <ul style="list-style-type: none"> • Ne pas utiliser de pesticides avec une toxicité QSA* supérieure à 50 en début de période d'activité des abeilles (avril à juin). • Diminuer de 30% l'indice de fréquence de traitements (IFT) des insecticides en période d'activité des abeilles (mars à septembre). |
| III. | Biodiversité |
| | Diversité de l'assolement. |
| | <ul style="list-style-type: none"> • Doubler, au minimum, la richesse spécifique des espèces semées qui fournissent du nectar et/ou du pollen. |
| | Diversité de la flore. |
| | <ul style="list-style-type: none"> • 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). |

*QSA = dose appliquée de substance active (SA) par hectare/dose létale de la SA tuant 50% des effectifs (DL50 abeille).

Tableau 2 : Description succincte des prototypes de systèmes d'exploitation céréaliers avec irrigation

| Systèmes | Céréalière irriguée de référence | Céréalière irriguée innovant Changement de rotation et réduction des pesticides | Céréalière irriguée Changement de rotation et bandes fleuries |
|-----------------------------|---|---|--|
| Assolement | | | |
| Ilots & Rotations | Ilot 1 (40 ha) : Tournesol - Blé dur - Pois - Blé tendre d'hiver Ilot 2 (50 ha) : Colza - Blé tendre d'hiver (moutarde) - Tournesol - Blé tendre d'hiver BTH Ilot 3 (18,1 ha) : Maïs grain | Ilot 1 (40 ha) : Tournesol - Blé dur - Pois - Blé tendre d'hiver Ilot 2 (50 ha) : Luzerne porte-graine (2 ans) - Colza - Blé tendre d'hiver (sarrasin) - Chanvre - Blé tendre d'hiver (trèfle hybride/phacélie) - Tournesol Ilot 3 (18,1 ha) : Maïs - Maïs - Chanvre | Ilot 1 (40 ha) : Tournesol - Blé dur - Pois - Blé tendre d'hiver Ilot 2 (45,1 ha) : Luzerne porte-graines (2 ans) - Colza - Blé tendre d'hiver (sarrasin) - Chanvre - Blé tendre d'hiver (trèfle hybride/phacélie) - Tournesol Ilot 2 bis (4,9 ha) : Bandes fleuries Ilot 3 (15,1 ha) : Maïs - Maïs - Chanvre Ilot 3 bis (3 ha) : Bandes fleuries |
| Offre en miel | 6501 kg | 12166 kg | 13573 kg |
| IFT mars-sept. insecticides | 0,61 | 0,38 | 0,59 |
| Indice de toxicité QSA | 118,9 | 43,5 | 100,9 |

dans la rotation. Et nos inventaires faunistiques des abeilles ont montré qu'elle est une plante appréciée par les abeilles domestiques, sauvages et par les bourdons.

Le chanvre est une plante très pollinifère et très économe en intrants. Il a également été utilisé pour casser la monoculture de maïs sur l'îlot positionné en fond de vallée.

Entre la récolte du blé tendre et le semis du tournesol, nous avons intégré une Cipan avec du trèfle hybride et de la phacélie (à la place de la moutarde). Une Cipan à base de sarrasin a été prévue entre une culture de blé tendre et le chanvre. Semées sur 20 ha, ces plantes doivent assurer une floraison en septembre et octobre et, par conséquent, améliorer les stocks alimentaires dans les ruches avant l'hiver.

Actions sur les insecticides

Les applications des pesticides jugés « à risque » ont été remplacées de la façon suivante : Karaté K remplacé par Mavrik Flo (à base de tau-fluvalinate) sur colza et tournesol ; Décis Expert remplacé par du Coragen (à base de chlorantraniliprole) sur maïs grain ; Gaucho TS31 remplacé par du Decis Expert (à base de deltaméthrine) appliqué en novembre (hors période de butinage) sur blé ; Cruiser TS remplacé par du Belem (à base de cyperméthrine) sur maïs.

Un passage avec Karaté K (à base de lambda-cyhalothrine) a été retiré de l'itinéraire sur blé.

La fréquence des autres traitements à base d'insecticides a été réduite sur le colza : Mageos (à base d'alphaméthrine) en septembre, Mavrik flo (tau-fluvalinate) fin mars.

Nos évaluations des performances de ce système indiquent une production de miel presque doublée et une réduction de la pression liée aux pesticides : IFT insecticide réduit de 37% et indice de toxicité abeilles réduit de plus de moitié (Tableau 2).

Système irrigué avec bandes fleuries

Dans le second système céréalière irriguée innovant, nous avons appliqué les mêmes modifications de rotation et nous avons ajouté la création de bandes fleuries (Tableau 2).

Nous leur avons consacré une partie de l'îlot 2 (10% de la surface) et de l'îlot 3 (6% de la surface) en semant à l'automne un mélange associant trèfle hybride, sarrasin, minette, sainfoin, lotier corniculé et phacélie.

Les performances de ce système au niveau de la production de miel sont supérieures au premier prototype innovant. En revanche, la pression liée aux pesticides est quasi équivalente à celle estimée pour le système de référence.

Prototypes « céréalières non irriguées » et AB

Les systèmes céréalières non irrigués présentent les mêmes modifications que celles détaillées précédemment pour les systèmes irrigués : luzerne et chanvre dans la succession culturale, réduction des traitements insecticides, Cipan mellifères et pollinifères, implantation de bandes fleuries.

À ces techniques s'ajoute, sur un îlot, de l'orge suivi d'un tournesol en dérobé recherchant ainsi un étalement de la floraison dans la saison.

On enregistre également dans ces systèmes innovants une nette diminution de l'IFT insecticide dans la période d'activité des abeilles, de mars à septembre. Il en est de même pour l'indice estimant la toxicité des insecticides sur l'abeille domestique.

Dans le système en agriculture biologique, les Cipan mellifères et pollinifères ainsi que les bandes fleuries augmentent les ressources disponibles pour les abeilles.

Évaluation multicritère des systèmes innovants

Comparaison avec les références : mieux pour les abeilles

L'utilisation de DEXi-Abeilles nous a permis de comparer les performances des systèmes innovants avec celles des systèmes de référence actuellement existants sur la zone.

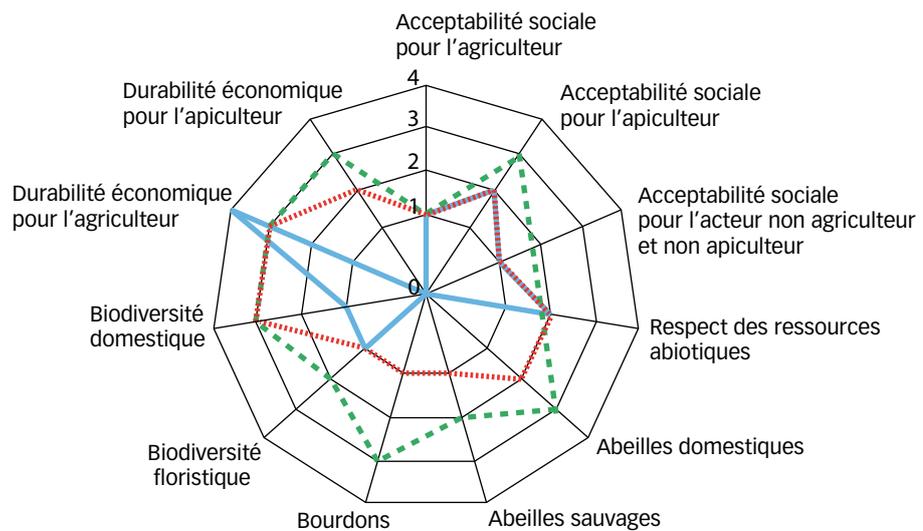
Comme attendu, les critères relatifs à la santé des populations de bourdons, d'abeilles sauvages et d'abeilles domestiques sont plus élevés dans les systèmes innovants que dans le système de référence. Par exemple, en céréaliculture irriguée (Figure 1, page suivante), le système avec réduction de l'usage des insecticides, associée à une nouvelle rotation, améliore nettement le score attribué à la santé des populations d'abeilles domestiques. En revanche, la santé des autres abeilles, celles sauvages et les bourdons, est moins influencée par ces innovations car les sites semi-naturels pour nidifier avec une connectivité paysagère ne semblent pas suffisamment présents.

Ainsi, parmi les deux systèmes céréalières irrigués innovants

Fig. 1 : Systèmes innovants comparés au système de référence

Exemple des systèmes céréaliers irrigués. Évaluation réalisée à l'aide de DEXi-Abeilles.

- Cérééalier irrigué de référence
- - - Rotation innovante + réduction des pesticides
- Rotation innovante + bandes fleuries



présentés ici, c'est celui intégrant un changement de rotation et les bandes fleuries qui a les meilleures performances globales.

Un surcoût pour l'agriculteur

Mais la durabilité économique pour l'agriculteur des deux systèmes innovants est plus faible. Plus précisément, la mise en place des systèmes innovants provoque une diminution de la marge nette avec aides, donc un surcoût d'entre 4 000 et 5 000 € par exploitation et par an.

Pour améliorer l'acceptabilité économique de ces innovations, il peut être envisagé de les répartir sur un ensemble d'exploitations couvrant l'aire de butinage d'un rucher sédentaire.

Conclusion

Dans le temps, diversifier les rotations et changer les traitements

Pour conclure, nos travaux sur l'écologie des différentes espèces d'abeilles, prenant en compte les enjeux technico-économiques de l'apiculture et de l'agriculteur, dictent une gestion du territoire intégrant les dimensions spatiales et temporelles.

En effet, les techniques innovantes aux meilleures performances ont pour but de limiter l'irrégularité des ressources alimentaires dans le temps et, de ce fait, les répercussions sur les populations d'abeilles et les productions de l'apiculteur.

Les systèmes de cultures innovants qui associent ces techniques favorisent la santé des abeilles, de par leurs successions végétales riches en plantes produisant du nectar et du pollen. Ces mêmes plantes présentent l'intérêt non seulement de diversifier la rotation et de régulariser les ressources pour les abeilles mais encore d'être peu dépendantes de traitements phytosanitaires.

Nos simulations indiquent que la santé des abeilles est significativement améliorée si la réduction des traitements insecticides concerne la totalité de la période d'activité des abeilles, et pas seulement la période de floraison de telle ou telle culture.

Dans l'espace, diversifier le paysage

L'utilisation des infrastructures agroécologiques par les abeilles est modulée par la composition du paysage dans lequel ces infrastructures s'inscrivent. Nous montrons que la conservation de la flore sauvage est plus ou moins bénéfique aux abeilles sauvages selon sa proximité avec les systèmes de cultures et la nature des plantes cultivées.

Qu'il s'agisse des populations d'abeilles domestiques ou sauvages, elles se retrouvent renforcées lorsque nous proposons de diversifier les paysages agricoles.

Performances abeilles et coût pour l'agriculteur, prototypes à tester sur le terrain

À ce jour, les innovations les plus performantes pour les abeilles ont un coût économique et social pour l'agriculteur qu'il ne semble pas prêt à assumer dans le contexte de production actuel. La poursuite de la démarche passera par une mise à l'épreuve des innovations dans des exploitations agricoles (projet DEPHY-Abeilles).

Même si cette future étape nous permettra de réajuster certains critères économiques et sociaux liés aux innovations, il paraît évident aujourd'hui que l'optimisation du service de pollinisation sur un territoire implique un solide accompagnement d'un collectif d'acteurs agricoles (agriculteurs, apiculteurs), voire d'acteurs non agricoles (collectivités, chasseurs, naturalistes...).

POUR DÉCRIRE LES SYSTÈMES DE CULTURE DE RÉFÉRENCE, nous avons bénéficié de l'aide de J.-L. Moynier (Arvalis-Institut du végétal), de J.-P. Palleau (Cetiom) et de R. Palazon (Institut de l'élevage). Le projet Polinov a reçu une contribution financière du ministère chargé de l'Agriculture par l'intermédiaire du compte d'affectation spéciale développement agricole et rural (CASDAR n° 9535).

POUR EN SAVOIR PLUS

AUTEURS : A. DECOURTYE : (1, 2). M. GAYRARD, A. CHABERT : (3). J.-F. ODOUX, P. AUPINEL : (4). F. REQUIER : (4, 5). V. BRETAGNOLLE : (5). O. ROLLIN : (1, 2, 6). M. HENRY : (2, 6). F. ALLIER : (2, 7). N. CERRUTTI : (8). G. CHAIGNE : (9). P. PETREQUIN : (10). S. PLANTUREUX, E. GAUJOUR, C. BOCKSTALLER, N. MICHEL : (11). E. EMONET : (12).

(1) ACTA, 228, route de l'Aérodrome, Dom. St-Paul/Site Agroparc, 84914 Avignon Cedex 9.

(2) UMT PRADE, Avignon.

(3) ACTA, ICB, 1, av. C.-Bourgelat, 69280 Marcy-l'Étoile.

(4) INRA, unité expérimentale d'entomologie Le Magneraud, 17700 Surgères.

(5) CEBC-CNRS, Villiers-en-Bois, 79360 Beauvoir-sur-Niort.

(6) UR 406 Abeilles et environnement, 228, route de l'Aérodrome, Dom. St-Paul, etc.

(7) ITSAP-Institut de l'abeille, 228, route de l'Aérodrome, Dom. St-Paul, etc.

(8) CETIOM, Centre de Grignon, av. L. Brétignières, 78850 Thiverval-Grignon.

(9) Chambre d'agric. des Deux-Sèvres, les Ruralies, BP Vouillé, 79231 Praheq.

(10) ADAPC, BP50002, 86550 Mignaloux Beauvoir.

(11) INRA, UMR Nancy-Université, INRA agronomie et environnement, 2, av. de la Forêt-de-Haye, 54500 Vandœuvre-les-Nancy.

(12) Arvalis-Institut du végétal, Station expérimentale, 91720 Boigneville.

CONTACT : axel.decourtye@acta.asso.fr

LIEN UTILE : www.itsap.asso.fr