Conception de systèmes de cultures innovants et leurs évaluations

André CHABERT[1], Mélanie GAYRARD[1], Gaëtan CHAIGNE[2], Emeric EMONET[3], Nicolas CERRUTTI[4], Axel DECOURTYE[5], Christian BOCKSTALLER[6]

[1]ACTA-VetAgroSup 1 avenue Claude Bourgelat 69280 MARCY L'ETOILE, [2] CHAMBRE D'AGRICULTURE DES DEUX-SEVRES, Les Ruralies 79230 VOUILLE, [3] ARVALIS-Institut du végétal Station expérimentale 91720 BOIGNEVILLE, [4] CETIOM Centre de Grignon, Avenue Lucien Brétignières, 78850 THIVERVAL GRIGNON, [5] ACTA, UMT Prade Site AgroParc 84 914 AVIGNON Cedex 9, [6] INRA UMR Université Lorraine – INRA BP 20507 68021 COLMAR Cedex

RESUME

L'atelier de conception du projet Polinov a eu pour objectif de construire des prototypes de systèmes de production végétale destinés à améliorer la santé des abeilles domestiques et sauvages au sein de la Zone Atelier Plaine et Val de Sèvre. La démarche consiste à décrire de nouveaux systèmes qui améliorent la disponibilité en ressources alimentaires (nectar et pollen) et qui réduisent le risque d'intoxication des abeilles par les pesticides. Dans un premier temps, l'effet de l'introduction de différentes techniques innovantes dans les systèmes de références ont été évalués avec DEXi-Abeilles (Plantureux et al., dans cet ouvrage). A la suite de l'analyse de ces premiers résultats, différents systèmes combinant ces techniques ont pu être décrits puis évalués à l'aide de DEXi-Abeilles.

INTRODUCTION

L'objectif de l'atelier de conception était d'explorer les différentes solutions envisageables à l'échelle de l'exploitation agricole pour participer à l'enrayement du déclin des populations d'abeilles domestiques et sauvages (abondance et diversité) observé dans de nombreux pays (Cameron et al., 2011 ; Goulson et al., 2008 ; Maini et al., 2010 ; Potts et al., 2010 ; Williams et al., 2010). Dans ce projet, de par la vaste surface de butinage des abeilles, l'échelle du système de culture semblait trop réduite. Ainsi, la recherche des systèmes innovants a été réalisée à l'échelle de l'exploitation en excluant les ateliers de production animale. Ce niveau a été décrit comme le **système d'exploitation ou de production végétale** qui correspond à un assolement de systèmes de culture différents que l'on peut retrouver au niveau d'une exploitation. L'étude à l'échelle territoriale ne semblait pas accessible dans le cadre de ce projet.

L'évaluation de la durabilité de systèmes innovants peut se faire par expérimentation, mais l'échelle du système d'exploitation nécessite des essais complexes et menés sur plusieurs années. Pour ces raisons, l'**évaluation *ex ante*** de la durabilité de systèmes de références et innovants présente de nombreux avantages dont celui de tester rapidement différents systèmes avec une large gamme de conditions inaccessibles à l'expérimentation (Novak, 2008 ; Messéan et al., 2010 ; Reau et Doré, 2010).

LA DEMARCHE SUIVIE PAR L'ATELIER DE CONCEPTION

L'atelier de conception était constitué de membres du développement agricole : Chambre d'Agriculture des Deux-Sèvres, ACTA, CETIOM, ARVALIS - Institut du végétal ; d'acteurs du développement apicole : ITSAP-Institut de l'abeille, ADA Poitou-Charentes ainsi que d'équipes de la recherche : INRA Poitou-Charentes - Le Magneraud, INRA Nancy – Colmar. Tout au long du projet, ces personnes se sont réunies régulièrement pour échanger sur les connaissances disponibles, sur les solutions techniques à mobiliser et sur la manière d'évaluer les systèmes proposés. La démarche a été la suivante : 1) mise à jour des descriptions des systèmes d'exploitation de référence pour la campagne 2010-2011 (Cerrutti et al., dans cet ouvrage), 2) inventaire des solutions techniques innovantes, 3) combinaison des solutions techniques pour la construction de systèmes d'exploitation innovants, 4) évaluation multicritère des techniques élémentaires puis des systèmes innovants, 5) analyse comparative des résultats pour sélectionner les meilleurs prototypes.

Dans ce cadre, nous avons essentiellement recherché des solutions techniques destinées à améliorer la santé de l'abeille : 1) en améliorant la quantité, la qualité et la disponibilité des ressources alimentaires des abeilles domestiques et sauvages ;

2) en diminuant les risques d'intoxication liés à l'application de pesticides de mars à septembre (principale période d'activité des abeilles).
Pour décrire les systèmes d'exploitation, nous avons utilisé l'outil SYSTERRE (Jouy et al. ,2011) qui calcule à l'échelle de l'exploitation des indicateurs de durabilité techniques, économiques, et de pratiques culturales, ainsi que l'outil CRITER de l'INRA (Reau et Fortino, 2010) qui calcule à l'échelle du système de culture trente indicateurs, dont 8 sont basés sur les indicateurs INDIGO.
Afin d'estimer les surfaces d'aménagements mellifères ou de cultures mellifères à apporter à un système d'exploitation pour alimenter un rucher sédentaire et assurer la production de miel pour l'apiculteur, un outil simple d'évaluation de l'offre et des besoins en miel des systèmes a été conçu (Gayrard, 2012). Cette évaluation se base sur l'hypothèse simplificatrice suivante : on choisit d'associer à chaque système, un rucher de 50 ruches qui a un objectif de production apicole de 3 miellées de 1000 kg par an. Ces données ont permis de décrire l'offre et de le besoin en miel pour chaque système. Concernant les pesticides, nous avons utilisé un indicateur Q_{SA}[1] utilisé dans l'outil DIAPHYT (Delval et al., 2008) : **Q_{SA} = Dose Appliquée de SA / DL50 Abeille de la SA** qui permet de estimer le risque d'intoxication des abeilles pour chaque traitement utilisé.

RESULTATS

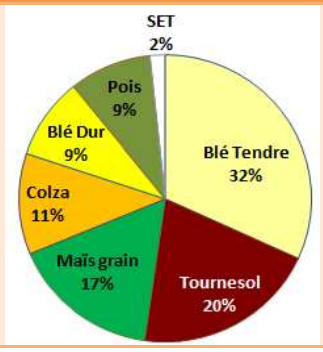
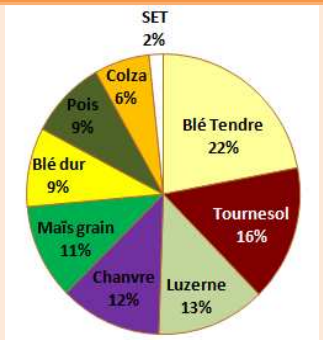
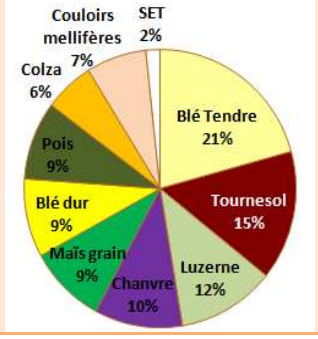
Systèmes	CÉRÉALIER IRRIGUE	INNOVATION Rotation innovante + Réduction des pesticides	INNOVATION Rotation innovante + Bandes fleuries
Assolement			
Ilots & Rotations	**Ilot 1 (40 ha) :** Tsol-BD-Pois-BTH **Ilot 2 (50 ha) :** Colza-BTH-(mout.)Tsol-BTH **Ilot 3 (18,1 ha)** : Maïs grain	**Ilot 1 (40 ha)** : Tsol-BD-Pois-BTH **Ilot 2 (50 ha) :** Luz.PG (2ans)-Colza-BTH-(sarrasin) Chanvre-BTH-(trèfle / phacélie) Tsol **Ilot 3 (18,1 ha)** : Maïs-Maïs-Chanvre	**Ilot 1 (40 ha)** : Tsol-BD-Pois-BTH **Ilot 2 (45,1 ha) :** Luz.PG (2ans)-Colza-BTH-(sarrasin) Chanvre-BTH-(trèfle / phacélie) Tsol **Ilot 2bis (4,9 ha) :** Couloirs mellifères **Ilot 3 (15,1 ha)** : Maïs-Maïs-Chanvre **Ilot 3bis (3 ha) :** Couloirs mellifères
Offre en miel	6 501 kg	12 166 kg	13 573 kg
$IFT_{mars-sept}$ insecticides	0,61	0,38	0,59
Indice Toxicité	118,9	43,5	100,9

Tableau 1 : Description succincte des systèmes de productions végétales innovants. Abréviations : CI = Céréalier Irrigué ; BTH = Blé Tendre d'Hiver ; BD = Blé Dur ; mout. = moutarde ; Tsol = Tournesol ; Luz.= Luzerne ; PG = Porte Graine.

[1] Quotient de Substance Active

Les caractéristiques générales des systèmes innovants conçus à partir du système de référence « Céréalier Irrigué » sont décrites dans le tableau 1. Ils proposent des successions de cultures plus mellifères et pollinifères que celles du système de référence. Associé à cette modification de la rotation, le système «Rotation innovante + Bandes fleuries» présente des bandes de couverts végétaux produisant du nectar et du pollen à semer dans des cultures de céréales. Ainsi, ce système vise l'augmentation de la production en miel. Le système « Rotation innovante + Réduction des pesticides » correspond propose des successions végétales plus intéressantes pour les abeilles qui sont protégées de façon plus raisonné, en remplaçant et diminuant l'usage des pesticides les plus risqués. D'après notre évaluation, les deux systèmes innovants apporteraient des ressources en nectar en quantité suffisante pendant quatre mois et permettraient trois miellées. On enregistre dans le système innovant « santé de l'abeille » une nette diminution de l'IFT insecticides dans la période d'intérêt (mars-septembre) et de l'indice estimant la toxicité des programmes phytosanitaires sur l'abeille domestique.

EVALUATION MULTICRITERE AVEC DEXi Abeilles

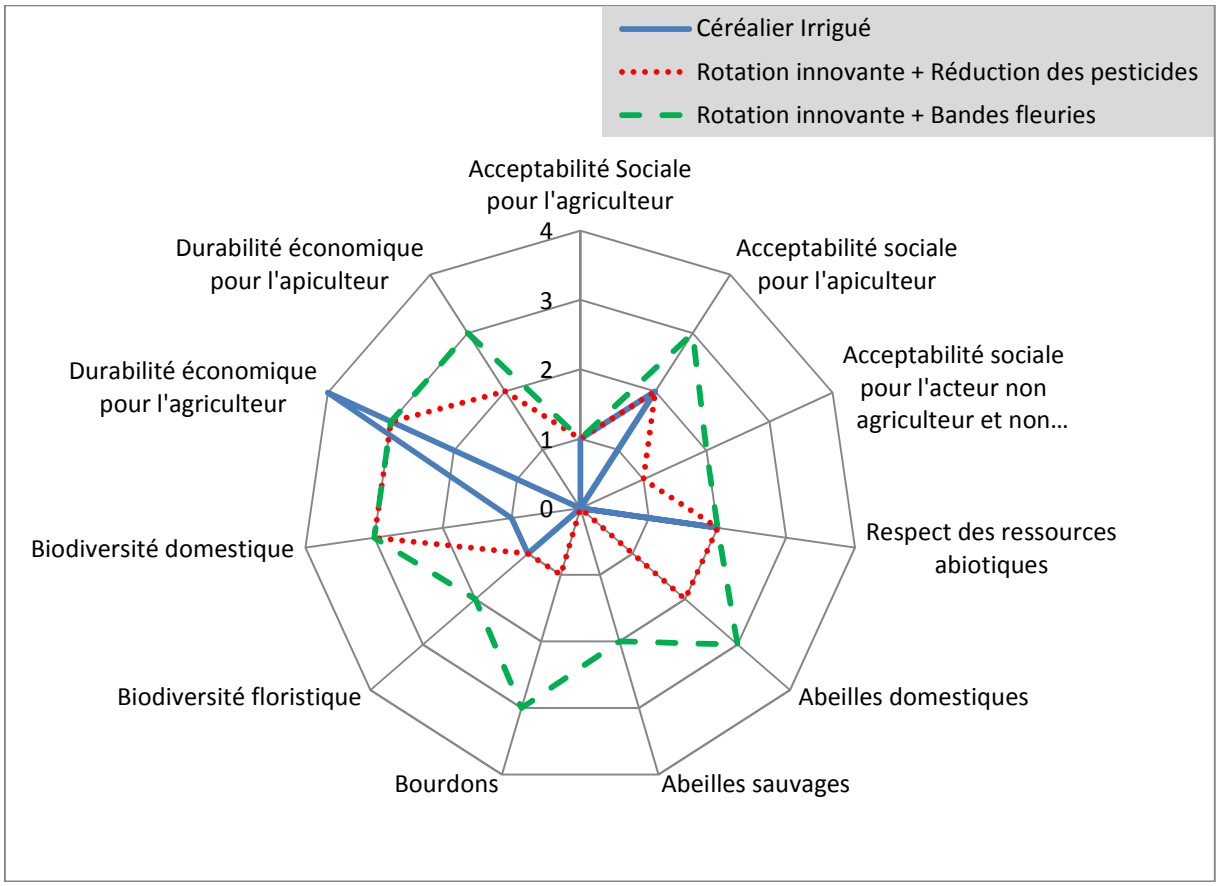


Figure 1 : Résultats des évaluations des systèmes céréaliers irrigués de référence et innovants par DEXi-Abeilles.

Parmi les deux systèmes innovants présentés (Figure 1), le système destiné à la Rotation innovante + Bandes fleuries a les meilleures performances globales. Plus particulièrement, les critères relatifs à la santé des populations de bourdons, d'abeilles sauvages et d'abeilles domestiques sont les plus élevés. Les faibles performances des deux systèmes innovants en termes de durabilité économique pour l'agriculteur. Plus précisément, la mise en place des systèmes innovants "Rotation innovante + Réduction des pesticides" et "Rotation innovante + Bandes fleuries" provoquent une diminution de la marge nette avec aides, et donc un surcoût de respectivement de 4950 € et de 3960 € 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

La démarche suivie a permis de formaliser le questionnement sur cette thématique et d'évaluer *ex ante* le potentiel de solutions et de systèmes d'exploitation innovants. Cette voie, complémentaire à l'expérimentation, nécessite néanmoins des moyens assez importants pour réaliser la démarche complète de conception : nombreuses réunions, recherches d'informations scientifiques et techniques, identification et évaluation des pistes possibles d'innovations, description fine des systèmes de cultures de références et innovants. Les différentes évaluations multicritères réalisées ont bien mis en évidence l'intérêt d'associer des techniques innovantes entre elles afin d'accroitre d'une part les ressources en nectar et en pollen et d'autres part de réduire le risque d'intoxication par les insecticides.

BIBLIOGRAPHIE

Cameron, S. A. et al. (2011) Patterns of widespread decline in North American bumble bees. PNAS 108, 662-667.

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

Delval P. *et al.*, (2008). Diaphyt, un outil pour évaluer les risques - Un logiciel qui guide vers les bonnes pratiques d'utilisation des produits phytosanitaires, PHYTOMA 619, 6-40.

Goulson, D., Lye, G. C. & Darvill, B. (2008) Decline and conservation of bumble bees. Annu. Rev. Entomol. 53, 191-208.

Jouy L.,Emonet E.,Retaureau P ;Creuzet J. , 2011. Ajuster ses pratiques grâce à des indicateurs. *Perspectives Agricoles*, 383, 40-42.

Gayrard M., 2012. Conception et évaluation de systèmes de culture innovants, conciliant les enjeux de protection des abeilles et de durabilité de l'agriculture. Mémoire de fin d'études, ENSAT.

Maini, S., Medrzycki, P. & Porrini, C. (2010) The puzzle of honey bee losses: a brief review. Bull. Insectology 63, 153-160.

Messéan A., Lô-Pelzer E., Bockstaller C., Lamine C., Angevin F., 2010. Outils d'évaluation et d'aide à la conception de stratégies innovantes de protection des grandes cultures, Innovations Agronomiques, 8 : 69-81.

Novak S., 2008. Méthodes de conception de systèmes de production innovants à l'échelle de l'exploitation agricole, Synthèse bibliographique, UMR Innovation Montpellier Supagro – INRA – CIRAD, Montpellier.

Potts, S. G. et al. (2010) Global pollinator declines: trends, impacts and drivers. Trends Ecol. Evol. 25, 345-353, doi:10.1016/j.tree.2010.01.007.

Reau R., Doré T. 2008. Systèmes de culture innovants et durables : quelles méthodes pour les mettre au point et les évaluer ? Dijon, Editions Educagri.

Reau R., Fortino G., 2010. Entre description et évaluation des systèmes : le goulot d'étranglement du calcul des indicateurs pour MASC, Séminaire MASC, Le modèle MASC et ses utilisations pour l'évaluation de la durabilité des systèmes de cultures, 9 et 10 mars 2010, PARIS.

Williams, G. R. et al. (2010) Colony Collapse Disorder in context. BioEssays 32, 845-846, doi:10.1002/bies.201000075.