

Cultures intermédiaires automnales et développement des colonies d'abeilles mellifères

Marie Gallot¹, Gérald Buchwalder¹, Bernard Beuret¹, Jean-Marie Cecilio², Marion Guinemer², Pierre Marigo³, Samuel Frosini³ et Jean-Daniel Charrière⁴

¹Fondation Rurale Interjurassienne, Courtemelon, 2852 Courtételle, Suisse

²Association de Développement de l'Apiculture en Rhône Alpes (ADARA), 38 260 La Côte Saint-André, France

³ISETA, 74330 Poisy, France

⁴Agroscope, Centre de recherche apicole, 3003 Berne, Suisse

Renseignements: Jean-Daniel Charrière, e-mail: jean-daniel.charriere@agroscope.admin.ch



Dix ruches d'essai ont été placées dans une culture intermédiaire (ici, de la phacélie) durant la période de floraison.

Introduction

Les abeilles mellifères, par leur capacité de pollinisation et de production de miel, jouent un rôle écologique (Kleijn *et al.* 2013) et économique (Gallai *et al.* 2009) extrêmement important. Or, depuis une vingtaine d'années, les apiculteurs-trices sont confronté-e-s à des mortalités d'abeilles inhabituelles et inquiétantes (Neumann et Carreck 2010). Plusieurs facteurs sont avancés pour expliquer ce déclin: les maladies, la faible disponibilité et qualité des ressources nectarifères et polliniques, l'exposition aux pesticides ainsi que les pratiques apicoles. L'installation d'un couvert végétal automnal à la suite des récoltes de céréales est pratiquée

pour limiter l'érosion, apporter un engrais vert et fixer les nitrates. Par ailleurs, ces cultures intermédiaires permettent un apport pollinique et nectarifère censé renforcer les colonies avant l'hiver (Steffan-Dewenter et Tscharrntke 1996; Williams 1997; Petanidou 2003; Horn 2009). Cependant le bénéfice de cette pratique agricole est remis en question. En effet, il est possible que le butinage tardif épuise prématurément les abeilles d'hiver, ce qui nuirait au bon hivernage des colonies. En outre, le semis de cultures intermédiaires, suivant directement une culture dont la semence a été enrobée à l'aide d'un néonicotinoïde, pourrait être une source de contamination pour l'abeille et provoquer des troubles au sein des colonies (Bonmatin *et al.* 2005).

L'essai présenté ici tente de répondre aux deux questions suivantes:

- Le butinage tardif provoque-t-il un affaiblissement ou au contraire un renforcement des colonies avant l'hiver et influence-t-il leur hivernage?
- Les néonicotinoïdes se retrouvant dans les sols à la suite de l'utilisation de semences traitées avec de telles substances ont-ils un impact sur les colonies d'abeilles butinant des cultures intermédiaires succédant à une culture traitée?

Matériel et méthodes

Déroulement de l'essai

L'essai s'est déroulée durant trois saisons (2012, 2013 et 2014) et dans trois régions: un site d'expérimentation en Ajoie (Jura, Suisse), un site dans la plaine de la Bièvre (Isère, France) et un site entre Annecy et Seyssel (Haute-Savoie, France). L'environnement culturel en Ajoie est caractérisé par un patchwork de cultures de céréales, de colza, de maïs, de betterave avec des forêts et des cordons herbeux. Le site d'essai en Isère est une longue plaine de cultures intensives de maïs, de céréales, de colza et de tournesol. En Haute-Savoie, la région d'essai est composée principalement de polycultures avec élevage (orge, forêts et prairies de fauche). Les trois sites d'essai sont situés à une altitude d'environ 430 m. Pour chaque site d'expérimentation, trois groupes homogènes composés de dix colonies chacun ont été placés, uniquement durant la période de floraison des cultures intermédiaires (début octobre à début novembre), dans différentes conditions. Un groupe témoin (T) a été placé à une distance minimale de 2 km de toutes cultures en fleurs afin de limiter son accès à d'importantes floraisons automnales. Deux groupes test P+ et P- ont été placés en bordure de culture intermédiaire d'un hectare au moins. En Ajoie, il s'agissait de phacelie (*Phacelia tanacetifolia*) pure, tandis qu'en Isère et en Haute-Savoie, il s'agissait d'un mélange de plantes mellifères composé de phacélie, de moutarde, de trèfle blanc, de trèfle d'Alexandrie et de tournesol. Le groupe de colonies P- a été placé dans une culture intermédiaire, dont le précédent culturel était exempt de traitements néonicotinoïdes. Quant au groupe de colonies P+, il a été installé dans une culture intermédiaire, dont les semences du précédent culturel, généralement une céréale à paille, avaient été traitées avec un néonicotinoïde. En Ajoie, la substance active utilisée était la clothianidine, tandis qu'en Haute-Savoie et en Isère, il s'agissait de l'imidaclopride. Les parcelles d'essai étaient situées à au moins 2 km d'autres cultures intermédiaires

Résumé ■ L'installation d'un couvert végétal automnal à la suite des récoltes de céréales est pratique courante dans le milieu agricole. Si certains apiculteurs-trices se réjouissent de ces possibilités de butinage, d'autres suspectent un affaiblissement des colonies d'abeilles après le butinage sur ces cultures intermédiaires et craignent un épuisement prématuré des abeilles d'hiver. L'essai présenté ici avait pour objectif d'évaluer si le butinage tardif provoque un affaiblissement ou, au contraire, une stimulation des colonies avant l'hiver et s'il influence l'hivernage. Il visait également à déterminer si les cultures intermédiaires implantées directement après une céréale à paille, dont la semence a été enrobée à l'aide de néonicotinoïdes, peuvent représenter un danger potentiel pour l'abeille.

L'étude montre que le butinage sur des cultures intermédiaires n'a pas d'effet, ni délétère ni positif, sur les populations d'abeilles durant la floraison et dans les mois qui suivent. Les pertes hivernales ne sont pas plus élevées. Les analyses chimiques montrent que des néonicotinoïdes peuvent être présents dans la terre, quel que soit le traitement du précédent culturel, et que des traces se retrouvent quelquefois dans le pollen rapporté à la ruche ainsi que dans le pain d'abeilles. Ces conditions ne nous ont pas permis d'avoir une exposition aux néonicotinoïdes clairement différente entre deux groupes permettant de tester l'effet de ces substances sur les colonies.

en fleurs. La lutte contre le parasite *Varroa destructor* a été réalisée en Ajoie par une lutte basée sur les acides formique et oxalique et dans les deux autres régions au moyen de lanières Apivar®. Un comptage régulier de la chute naturelle des varroas sur les fonds de ruche devait permettre de repérer des infestations importantes pouvant interférer dans notre essai.

Critères évalués sur les trois sites

Afin de nous assurer de l'exposition des abeilles aux cultures intermédiaires, nous avons mesuré la quantité et l'origine botanique du pollen rapporté à la ruche de même que l'intensité de vol dans les parcelles P+ et P-. Pour récolter le pollen, trois ruches par groupe ont été équipées d'une trappe à pollen à leur trou de vol et le

pollen a été récolté durant 2 à 7 jours par semaine selon les possibilités de butinage. Le pollen a ensuite été séché à 40 °C pendant douze heures, puis les pelotes ont été triées en différentes fractions selon leur couleur. Chaque fraction a été pesée et leur origine botanique a été déterminée par une analyse palynologique. L'intensité de vol dans les parcelles de test a été mesurée tous les deux à quatre jours selon les conditions météorologiques, durant l'après-midi. L'intensité de vol dans les deux champs de cultures intermédiaires a été quantifiée en comptant les abeilles présentes dans cinq périmètres délimités de 1 m².

Pour estimer la mortalité des abeilles, le développement et l'hivernage des colonies, nous avons mesuré la mortalité des abeilles au trou de vol durant la floraison et la force des colonies avant et après l'hiver, selon la méthode de mesure de population dite de Liebefeld (Imdorf *et al.* 1987). La mortalité des abeilles devant la ruche a été mesurée de manière continue durant la floraison pour toutes les colonies à l'aide de trappes à abeilles mortes de type underbasket (Accorti *et al.* 1991). Afin d'enregistrer des éventuels gains ou pertes de poids des colonies durant la période de floraison des cultures intermédiaires, les ruches ont été pesées avant, pendant et après la floraison.

Afin de mesurer la présence de néonicotinoïdes dans les sols et d'évaluer l'exposition aux pesticides, nous avons fait analyser la terre de chacune des parcelles P, prélevée avant le semis des cultures intermédiaires, le pollen de trappe, le pain d'abeilles et le miel récoltés avant et après le butinage sur les cultures intermédiaires de même que les abeilles mortes. Les analyses chimiques ont porté sur les insecticides de la famille des néonicotinoïdes (imidaclopride, thiaméthoxame, clothianidine, thiaclopride et acétamipride). Les échantillons ont été analysés par les CNRS de Villeurbanne et d'Orléans (F), par le laboratoire de l'ANSES à Sophia Antipolis (F) et par Wessling AG en Suisse.

La comparaison statistique des mesures de populations entre groupes «test» et «contrôle» a été effectuée par une analyse de variance suivie d'un test de Tukey ($p < 0,05$, R software).

Résultats

Les trois années d'essai ont été marquées, dans chacune des régions, par des conditions météorologiques automnales contrastées, ce qui a influencé le butinage, le développement des colonies et leur force à la sortie de l'hiver.

Pour chaque région et pour chaque année d'essai, le butinage des abeilles sur cultures intermédiaires est confirmé par l'intensité de vol dans ces parcelles (tabl. 1) ainsi que par l'analyse palynologique du pollen récolté dans les trappes à pollen (fig. 1). Les abeilles placées sur

Tableau 1 | Moyenne de l'intensité de vol dans chaque région durant la période de floraison des cultures intermédiaires (nombre d'abeilles par m²)

Région	2012		2013		2014	
	P+	P-	P+	P-	P+	P-
Ajoie	1,6	2,2	4,6	2,9	5,8	6,1
Isère	1,2	1,1	2,9	2,9	0,2	0,3
Haute-Savoie	1,2	1,3	–	–	–	–

P-: colonies placées dans une culture intermédiaire succédant à une culture non traitée avec un néonicotinoïde.
P+: colonies placées dans une culture intermédiaire succédant à une culture traitée avec un néonicotinoïde.

Tableau 2 | Variation moyenne du nombre d'abeilles par colonie entre la dernière mesure avant l'hivernage et celle à la sortie de l'hivernage ainsi que pourcentages de pertes hivernales des colonies pour les trois années d'essai et les trois modalités (T; P-; P+)

	Variation des populations hivernales (% abeilles)			Pertes hivernales (% colonies)		
	2012	2013	2014	2012	2013	2014
Ajoie						
T	-51	-22	-21	30	0	0
P-	-40	-34	-16	0	0	0
P+	-32	-38	-7	10	0	0
Isère						
T	-27	-31	+30	20	0	10
P-	-45	-55	+7	20	10	0
P+	-34	-44	-41	20	0	10
Haute-Savoie						
T	-31	-22	-22	0	0	10
P-	-55	-1	+36	0	0	0
P+	-44	-27	-11	10	10	0

T: colonies n'ayant pas d'accès direct à des cultures intermédiaires.

P-: colonies placées dans une culture intermédiaire succédant à une culture non traitée avec un néonicotinoïde.

P+: colonies placées dans une culture intermédiaire succédant à une culture traitée avec un néonicotinoïde.

cultures intermédiaires ne récoltent pas forcément de plus grandes quantités de pollen que les abeilles du groupe témoin, seule la composition botanique change. Durant les floraisons des cultures intermédiaires, l'évolution du poids des colonies n'est pas différente entre les colonies avec ou sans accès à ces cultures, ce qui montre que les abeilles n'ont pas stocké de nectar ou de pollen supplémentaire en présence de cultures intermédiaires.

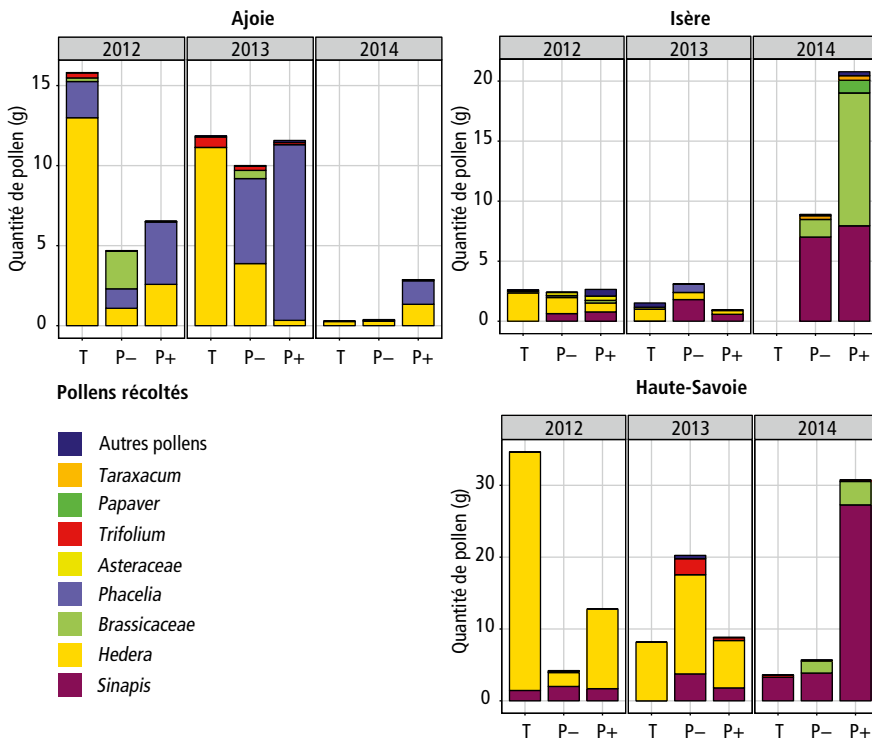


Figure 1 | Moyenne de la masse de pollen sec récolté par jour de récolte et par ruche dans les trappes à pollen durant la période de floraison des cultures intermédiaires.

T: colonies n'ayant pas d'accès direct à des cultures intermédiaires.

P-: colonies placées dans une culture intermédiaire succédant à une culture non traitée avec un néonicotinoïde.

P+: colonies placées dans une culture intermédiaire succédant à une culture traitée avec un néonicotinoïde.

Les analyses résiduelles révèlent la présence de néonicotinoïdes dans le sol des parcelles P+, mais aussi, dans une moindre mesure, dans les parcelles P-. Dans quelques cas, le pollen récolté par les abeilles présentait des traces de néonicotinoïdes avec ou sans précédent cultural enrobé, avec des valeurs maximales de 10 ng/g. Une année, ces insecticides ont également été retrouvés dans du pain d'abeilles de colonies des deux modalités P avec une valeur maximale d'imidaclopride de 9,8 ng/g dans celui provenant des colonies P+ d'Ajoie. De manière générale, des résidus de pesticides peuvent se retrouver principalement dans les sols, plus occasionnellement dans les autres matrices et généralement avec des valeurs plus élevées dans les parcelles P+ que P-. Pour l'ensemble des échantillons d'abeilles mortes récoltées dans les trappes placées devant les ruches dans les trois régions, seuls deux échantillons présentaient des résidus, et à un niveau inférieur à la limite de quantification (0,5 ng/g).

Les pertes hivernales de colonies ainsi que les variations hivernales du nombre d'abeilles sont présentées dans le tableau 2. Les variations des conditions météorologiques d'une année à l'autre expliquent en partie les variations annuelles mesurées.

Essai 2012–2013

- En Ajoie, la mortalité en début de période d'essai a été élevée dans les trois groupes; elle était due à un problème de pillage, mais a ensuite diminué (fig. 2). Ce sont les colonies du groupe témoin qui passent tendanciellement le moins bien l'hiver avec notamment la disparition de trois colonies.
- En Isère, à la sortie de l'hiver, les colonies de P- sont les plus faibles, mais les groupes sont très hétérogènes.
- En Haute-Savoie, la mortalité était un peu plus élevée chez les abeilles butinant les cultures intermédiaires, par contre les colonies du groupe butinant la parcelle P- sont tendanciellement plus fortes à la sortie de l'hiver (fig. 3).

Essai 2013–2014

- En Ajoie, on observe une mortalité supérieure chez les abeilles butinant sur les cultures intermédiaires (différence significative pour plus de la moitié de la période d'essai), mais le niveau est resté faible, car moins de 30 cadavres par jour ont été dénombrés. Cette saison par contre, la population à la sortie de l'hiver est significativement plus faible chez les colonies ayant butiné les cultures intermédiaires.

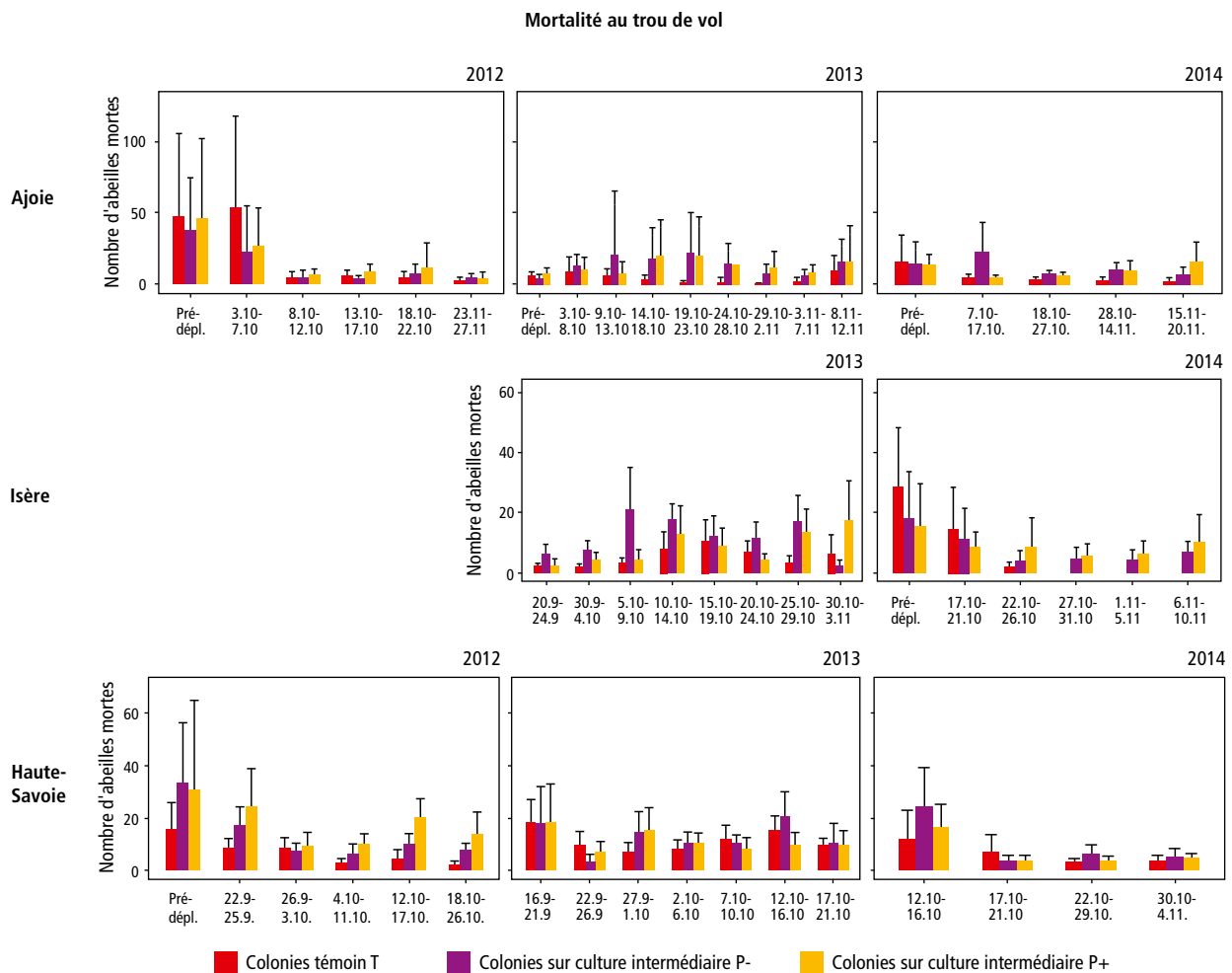


Figure 2 | Mortalité au trou de vol (moyenne journalière et écart-type) dénombrée dans les trappes à abeilles durant la période de floraison des cultures intermédiaires. Les données pour l'Isère en 2012 sont trop rares pour être représentées ici. Pré-dépl.: mortalité journalière avant le déplacement sur les cultures intermédiaires.

T: colonies n'ayant pas d'accès direct à des cultures intermédiaires.

P-: colonies placées dans une culture intermédiaire succédant à une culture non traitée avec un néonicotinoïde.

P+: colonies placées dans une culture intermédiaire succédant à une culture traitée avec un néonicotinoïde.

- En Isère, la mortalité est plus importante chez P- tout au long de l'essai, ces colonies ont aussi été les plus faibles à la sortie de l'hiver.
- En Haute-Savoie, la tendance est la même qu'en 2012.
- En Haute-Savoie, la tendance est la même qu'en 2012, à savoir des pertes d'abeilles légèrement supérieures pour les colonies butinant les cultures intermédiaires et des colonies plus fortes au printemps pour la variante P-.

Essai 2014–2015

En 2014, les conditions climatiques automnales ont été moins clémentes que l'année précédente durant la période d'essai, ce qui a réduit l'exposition des colonies aux floraisons tardives.

- En Ajoie, tout comme l'année précédente, on observe un peu plus de mortalité chez les abeilles butinant les cultures intermédiaires (différence significative pour plus de la moitié de la période d'essai), mais elle reste inférieure à 25 abeilles mortes par jour. Les colonies sont homogènes à la sortie de l'hiver, celles de P+ étant un peu plus fortes.
- En Isère, la mortalité est plus importante en début d'essai. Les populations d'abeilles au printemps sont plus importantes dans le groupe témoin.

En ce qui concerne le développement du couvain, il semble que les colonies du groupe témoin arrêtent de produire du couvain plus tôt que les colonies des groupes placés dans des cultures intermédiaires.

Discussion

Durant les trois années d'essai, les conditions nécessaires pour tester l'effet du butinage tardif étaient réunies, ce qu'atteste la présence des abeilles dans les parcelles de test ainsi que l'origine botanique des pollens récoltés dans les trappes. Les colonies butinant les cultures intermédiaires semblent subir une mortalité au trou de vol plus élevée durant la période de floraison, qui découle

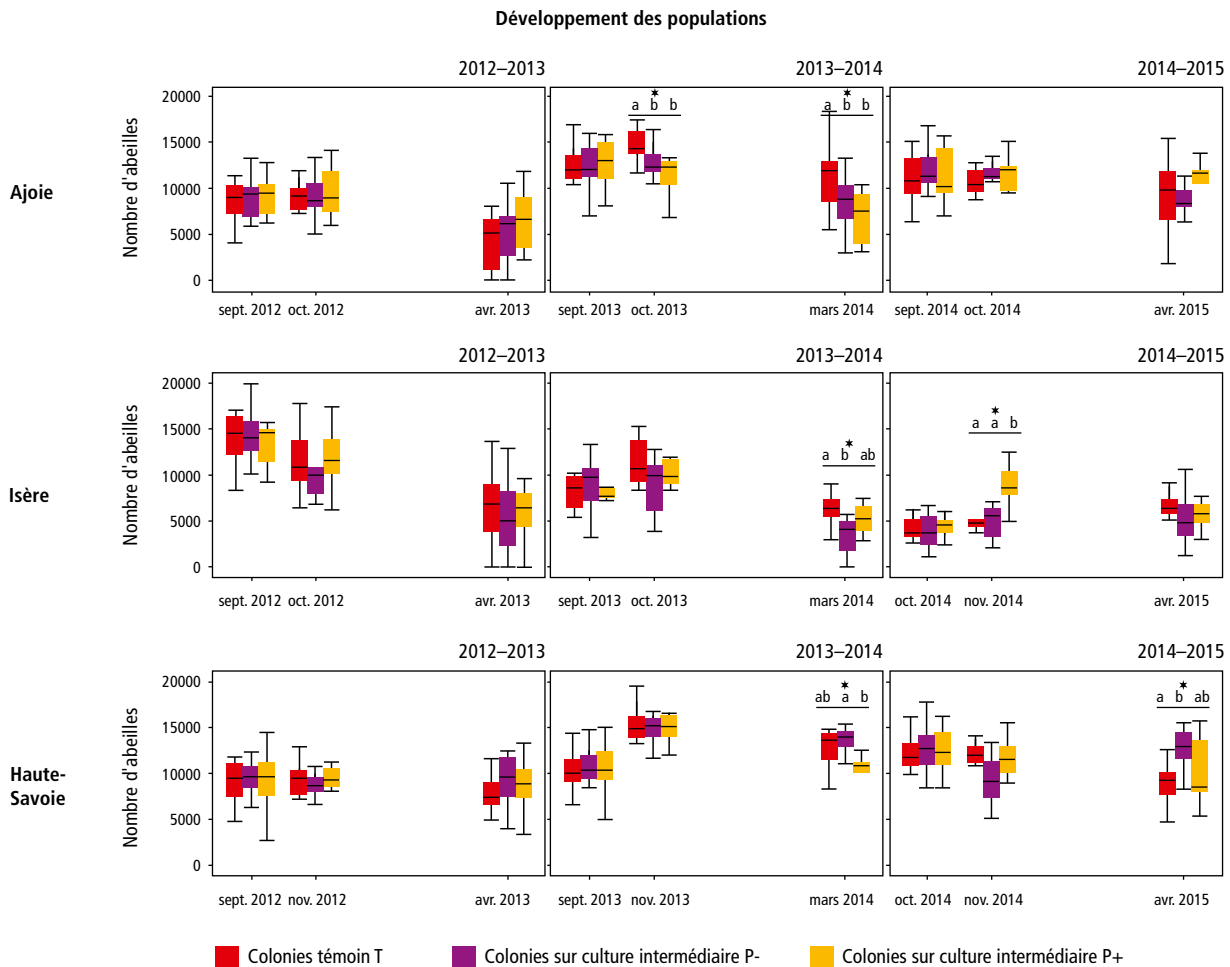


Figure 3 | Développement des colonies. Nombre moyen d'abeilles par colonie lors des mesures de population réalisées entre septembre et le printemps de l'année suivante. Les résultats des tests statistiques sont présentés en dessus des boxplots. L'étoile représente une différence significative ($p < 0,05$) entre les groupes.

T: colonies n'ayant pas d'accès direct à des cultures intermédiaires.

P-: colonies placées dans culture intermédiaire succédant une culture non traitée avec un néonicotinoïde.

P+: colonies placées dans culture intermédiaire succédant une culture traitée avec un néonicotinoïde.

probablement d'une activité de butinage plus intense. Cette mortalité ne semble pas être directement liée à la mortalité hivernale qui varie entre les modalités d'une année à l'autre et d'une région à l'autre. En Ajoie et en Isère, nous n'observons aucun effet évident – positif ou négatif – des cultures intermédiaires sur le développement des colonies d'abeilles. En Haute-Savoie par contre, les colonies dans les parcelles P- sont, les trois années consécutives, tendanciuellement plus fortes au printemps. Dans ce contexte, la présence de cultures intermédiaires polliniques semble avoir un effet positif sur l'hivernage des colonies d'abeilles.

La présence de néonicotinoïdes dans le sol, le pollen et même le pain d'abeilles, quelle que soit la modalité, est préoccupante et ce problème a déjà été décrit (Bijleveld van Lexmond *et al.* 2014; Bonmatin *et al.* 2014).

Dans la présente étude, l'effet d'une exposition des colonies d'abeilles à d'éventuels pesticides lors du butinage sur des cultures intermédiaires succédant à une culture enrobée est difficile à clarifier pour deux rai-

sons: a) ces matières actives n'ayant pas été retrouvées uniquement dans les matrices provenant des variantes P+, mais également, à des valeurs généralement plus basses, dans celles provenant des variantes T et P-, nous n'avons donc pas pu disposer d'un environnement exempt de néonicotinoïdes pour permettre une comparaison irréfutable; b) lors d'une exposition à faible dose sur une longue durée, dite chronique, l'effet des pesticides est principalement subléthal sur les abeilles (Van der Sluijs *et al.* 2013). De tels effets ne sont pas forcément visibles lors des mesures de populations ainsi que sur la mortalité au trou de vol (Henry *et al.* 2015). De ce point de vue, des recherches de terrain supplémentaires sont donc nécessaires.

Entre 2012 et 2014, l'Institut de l'abeille ITSAP a conduit en France un projet similaire visant à étudier l'influence des cultures dérobées polliniques sur la dynamique des colonies d'abeilles en zone de grandes cultures (Allier *et al.* 2014). Les résultats de ce projet à grande échelle concluent que la diversification de l'apport polli-

nique en automne n'influence pas directement l'hivernage des colonies, mais améliore les conditions physiologiques des abeilles (taux de vitellogénine) et contribue au développement du couvain.

Conclusions

La présente étude montre que le butinage automnal d'une culture intermédiaire fleurie n'influence pas la capacité d'une ruche à passer l'hiver. On n'observe pas un effet clair et systématique du butinage de cultures intermédiaires sur le développement des colonies d'abeilles et, selon les années et les régions, la tendance peut être contradictoire. Par conséquent, dans notre essai, les cultures intermédiaires n'ont pas présenté d'effet, ni positif ni négatif, sur le développement hivernal. En se basant sur les résultats obtenus durant les trois ans d'essai, il est injustifié d'incriminer la présence de cultures intermédiaires dans le phénomène des pertes hivernales de colonies et de conseiller un fauchage des plantes en fleurs pour éviter le butinage.

L'étude confirme que les néonicotinoïdes provenant de cultures antérieures ou adjacentes peuvent se retrouver dans le sol et être assimilés par les plantes utilisées en engrais vert. L'utilisation de cultures intermédiaires peut donc augmenter le risque d'exposition de la colonie à ces molécules. Une culture intermédiaire semée dans le but de diversifier le bol alimentaire des abeilles devrait donc s'accompagner d'une réduction par précaution de l'usage des néonicotinoïdes, afin de limiter le risque de contamination. Des études complémentaires sont cependant nécessaires pour mettre en lumière l'impact sur les colonies d'abeilles des traces de néonicotinoïdes pouvant se retrouver dans le pollen et le nectar de cultures intermédiaires. ■

Remerciements

Nous remercions la Fondation sur la Croix, La République et Canton du Jura, Le Canton de Berne, la Confédération Suisse (OFAG), Interreg France-Suisse et la Région Rhône-Alpes pour leur soutien financier ainsi que les agriculteurs pour la mise à disposition des cultures.

Bibliographie

- Accorti M., Lutu F. & Tarducci F. 1991. Methods for collecting data on natural mortality in bee. *Ethology, Ecology and Evolution* **1**, 123–126.
- Allier F., Allaux C., Aupinel P., Baechler F. et al. 2014. Enjeux sur l'amélioration des ressources alimentaires pour l'abeille mellifère – Projet InterAPI. Colloque de restitution de projet. Accès: http://itsap.acta-informatique.fr/wp-content/uploads/2014/06/colloque_interapi_resume_des_interventions_nov_2014_2.pdf
- Bijleveld van Lexmond M., Bonmatin J. M., Goulson D. & Noome D. A., 2014. Worldwide integrated assessment on systemic pesticides. Global collapse of the entomofauna: exploring the role of systemic insecticides. *Environ Sci Pollut Res.* doi:10.1007/s11356-014-3220-1.
- Bonmatin J. M., Moineau I., Charvet R., Colin M. E., Fléché C. & Bengsch E. R., 2005. Behaviour of imidacloprid in fields. Toxicity for honey bees. *Environmental Chemistry, Green Chemistry and pollutants in Ecosystems XXVI*, 483–494.
- Bonmatin J. M., Giorio C., Girolami V., Goulson D., Kreuzweiser D., Krupke C., Liess M., Long E., Marzaro M., Mitchell E. A. D., Noome D. A., Simon-Delso N. & Tapparo A., 2014. Environmental fate and exposure; neonicotinoids and fipronil. *Environ Sci Pollut. Res.* doi:10.1007/s11356-014-3332-7.
- Gallai N., Salles J.-M., Settele J., Vaissière B. E. 2009. Economic valuation of the vulnerability of world agriculture confronted with pollinator decline. *Ecological Economics* **68** (3), 810–21. doi. 10.1016/j.ecolecon.2008.06.014.
- Henry M., Cerrutti N., Aupinel P., Decourtye A., Gayrard M., Odoux J. F., Pissard A., Rüger C., Bretagnolle V., 2015. Reconciling laboratory and field assessment of neonicotinoid toxicity to honeybees. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences.* doi: 10.1098/rspb.2015.2110
- Horn H., 2009. Die wichtigsten Trachtpflanzen und ihre Sortenhonige. Teil 11: Phacelia (*Phacelia tanacetifolia*). *ADIZ*, **43**, 7–9.
- Imdorf A., Bühlmann G., Gerig L., Kilchenmann V. & Wille H., 1987. Überprüfung der Schätzmethode zur Ermittlung der Brutfläche und der Anzahl Arbeiterinnen in freifliegenden Bienenvölkern. *Apidologie* **18** (2), 137–146.
- Kleijn D., Winfree R., Bartomeus I., Carvalheiro L. G., Henry M., Isaacs R., Klein A.-M., Kremen C., M'Gonigle L. K., Rader R., Ricketts T.H., Williams N. M. et al., 2015 Delivery of crop pollination services is an insufficient argument for wild pollinator conservation. *Nat. Commun* **6**, p. 7414. doi:10.1038/ncomms8414
- Neumann P. & Carreck N. L., 2010. Honey bee colony losses. *Journal of Apicultural Research*. **49** (1),1–6.
- Petanidou, T. 2003. Introducing plants for bee-keeping at any cost? Assessment of *Phacelia tanacetifolia* as nectar source plant under xeric Mediterranean conditions. *Plant Systematics and Evolution* **238** (1/4), 155–168.
- Steffan-Dewenter I. S. & Tscharntke T., 1996. Profitieren Wildbienen oder Honigbienen von der Flächenstilllegung in der Landwirtschaft? *Sonderdruck aus Natur und Landschaft*. **71**, 255–261.
- Van der Sluijs J. P., Simon-Delso N., Goulson D., Maxim L., Bonmatin J. M. & Belzunces L., 2013. Neonicotinoids, bee disorders and the sustainability of pollinator services. *Current Opinion in Environmental Sustainability* **5**, 293–305.
- Williams I. H. & Christian D. G. 1991. Observations on *Phacelia tanacetifolia* Bentham (Hydrophyllaceae) as a food plant for honey bees and bumble bees. *J. Apic. Res.* **30**, 3–12.

Riassunto**Colture intercalari autunnali et sviluppo delle colonie di api mellifere**

La disposizione di una copertura vegetale autunnale in seguito alla raccolta di cereali è una pratica diffusa nel mondo agricolo. Mentre alcuni apicoltori si rallegrano di queste possibilità di bottinatura, altri sospettano un indebolimento delle colonie di api dopo la bottinatura in queste colture intercalari e temono che le api si stanchino troppo presto durante l'inverno. Lo studio qui presentato si prefigge di valutare se la bottinatura tardiva provoca un indebolimento o uno stimolo delle colonie prima dell'inverno e se vi è un impatto sull'invernamento. Inoltre, lo studio vuole determinare se le colture intercalari seminate direttamente dopo un cereale da paglia, ricoperto di neonicotinoidi, possono rappresentare un potenziale pericolo per le api. Lo studio dimostra che la bottinatura nelle colture intercalari non ha né effetti nocivi né positivi sulle colonie di api durante la fioritura e nei mesi seguenti. Le perdite invernali non sono più elevate. Le analisi chimiche dimostrano che i neonicotinoidi possono essere presenti nel suolo, indipendentemente dal trattamento della coltura precedente, e che le tracce si trovano a volte nel polline riportato nell'alveare così come nel pane di api. Le condizioni non hanno permesso un'esposizione differenziata tra due gruppi al fine di valutare l'effetto dei neonicotinoidi nella coltura precedente sulle colonie.

Summary**Autumn intermediate crops and development of honey-bee colonies**

Establishing an autumn vegetation cover following the grain harvests is common practice in the farming community. Although certain beekeepers look forward to this foraging opportunity, others suspect a weakening of the bee colonies after they forage on these cover crops, and fear the premature exhaustion of the winter bees. The experiment presented here attempts to evaluate whether late foraging weakens or stimulates the colonies before winter, and whether it has an impact on overwintering. It also aims to determine whether the intermediate crops established directly after a straw cereal coated in neonicotinoids may represent a potential danger for bees. The study shows that foraging on intermediate crops has neither an adverse nor a positive effect on bee populations during flowering and in the following months. Moreover, winter losses are no greater. Chemical analyses show that neonicotinoids may be present in the soil whatever the treatment of the previous crop, and that traces are sometimes found in the pollen brought back to the hive, as well as in the bee bread. These conditions prevent us from comparing two groups with clear different exposures, which would allow us to test the effect of the neonicotinoids in the previous crop on the colonies.

Key words: *Apis mellifera*, honey bee, intermediate crop, winter losses, neonicotinoid.