

Revue Recherche Agronomique Suisse

Influence des cultures dérobées automnales sur le développement et l'hivernage des colonies d'abeilles mellifères

Marie Gallot¹, Bernard Beuret¹ ; Gérald Buchwalder², ADARA1², ADARA2², ISETA1³, ISETA2³, Jean-Daniel Charrière⁴

¹ Fondation Rurale Interjurassienne, Courtemelon, 2852 Courtételle, Suisse

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

³ ISETA, 74330 Poisy, France

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

Résumé

L'installation d'un couvert végétal automnal à la suite des récoltes de céréales est pratique courante dans le milieu agricole. Or, alors que certains apiculteurs se réjouissent de ces possibilités de butinage, d'autres apiculteurs suspectent un affaiblissement de colonies d'abeilles après le butinage sur ces cultures intercalaires et craignent un épuisement prématuré des abeilles d'hiver. L'essai présenté ici cherche à évaluer si le butinage tardif provoque un affaiblissement ou une stimulation des colonies avant l'hiver et s'il y a un impact sur l'hivernage. De plus, l'essai vise à déterminer si les cultures dérobées implantées directement après une céréale à paille enrobée de néonicotinoïdes peuvent représenter un danger potentiel pour l'abeille dû à la présence de résidus dans les sols.

L'étude montre que le butinage sur des cultures dérobées 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 augmentées. Les analyses chimiques montrent que des néonicotinoïdes peuvent être présentes dans la terre, quel que soit le traitement du précédent cultural et que des traces se retrouvent quelque fois dans le pollen rapporté à la ruche ainsi que dans le pain d'abeille. Ces conditions ne nous ont pas permis d'avoir une exposition différenciée entre deux groupes permettant de tester l'effet des néonicotinoïdes en précédent cultural sur les colonies.

Introduction

Les abeilles mellifères, par leur capacité de pollinisation et de production du 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 sont confrontés à des mortalités inhabituelles et inquiétantes (Neumann and

Carreck, JAR 2010; Vanengelsdorp *et al.* 2010). Plusieurs facteurs sont avancés pour expliquer ce déclin, tel que les maladies, l'exposition aux pesticides, la faible disponibilité et qualité des ressources nectarifères et polliniques ainsi que les pratiques apicoles. L'installation d'un couvert végétal automnal à la suite des récoltes de céréales est devenue une pratique courante dans le milieu agricole pour limiter l'érosion, apporter un engrais vert et fixer les nitrates. Par ailleurs, ces cultures intercalaires permettent un apport pollinique et nectarifère sensé renforcer les colonies avant l'hiver (Petkoff, 1958; Steffan-Dewenter and 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 semi de culture intercalaire, suivant directement une culture enrobée d'un néonicotinoïde, pourrait être une source d'intoxication pour l'abeille et provoquer des troubles au sein des colonies (Bonmatin *et al.*, 2005).

L'essai présenté ici cherche à répondre aux deux questions suivantes :

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

Matériel et Méthodes

Déroulement de l'expérience

L'expérience 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 cultural en Ajoie est caractérisé par un patchwork de plusieurs cultures de céréales, colza, maïs, betterave avec des forêts et cordons herbeux. Le site d'essai en Isère est une longue plaine de cultures intensives de maïs, céréales, colza et 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'essais sont situés à une altitude d'environ 430m. Pour chaque site d'expérimentation, trois groupes homogènes composés de dix colonies chacun ont été placés, uniquement durant la période de floraison des cultures dérochées (début octobre à début novembre), dans différentes conditions. Un groupe témoin (T) a été placé à une distance minimale de 2 km de tous champs de culture intercalaire en fleurs afin de limiter son accès à d'importantes floraisons automnales. Deux groupes tests P+ et P- ont été placés en bordure de culture dérochée. En Ajoie il s'agissait de phacelie (*Phacelia tanacetifolia*) pure tandis qu'en Isère et Haute-Savoie, il s'agissait d'un mélange de plantes mellifères composé de phacélie (50%), moutarde (20%), trèfle blanc (10%), trèfle d'Alexandrie (10%) et tournesol (10%). Le groupe de

colonies P- était placé en bordure de culture dérobée cultivé en agriculture biologique, dont la culture précédente était exempte de traitements néonicotinoïdes. Le groupe de colonies P+ a été installé en bordure de culture dérobée exploité en mode conventionnel, dont les semences du précédent cultural, généralement une céréale à paille, avait été traitées avec un néonicotinoïde (image 1). Dans le cas de l'Ajoie, la matière active utilisée était la clothianidine et pour la Haute Savoie et l'Isère de l'Imidaclopride. Les parcelles d'essais sont situées à un minimum de 4 km de distance l'une de l'autre. La lutte contre le parasite *Varroa destructor* a été réalisée en Ajoie par une lutte basée sur l'acide formique et oxalique (Imdorf et al., 2003) et dans les deux autres régions au moyen de lanières Apivar®. Un comptage régulier de la chute naturelle de *Varroa* sur les fonds de ruche doit permettre de repérer des infestations importantes pouvant interférer sur notre essai.

Critères évalués sur les trois sites

Afin de nous assurer de l'exposition des abeilles aux cultures dérobées, nous avons mesuré la quantité et l'origine botanique du pollen récolté, l'intensité de vol dans les parcelles P+ et P-. Pour récolter le pollen, trois ruches par groupe ont été équipées de trappes à pollen à leur trou de vol et le pollen a été récolté durant 2 à 4 jours par semaine. 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 microscopique. L'intensité de vol dans les parcelles de test a été mesurée tous les deux à quatre jours selon les conditions météorologiques, durant 30 min. de l'après-midi durant la période de floraison. L'intensité de vol a été quantifiée en comptant le nombre d'abeilles présentes dans cinq périmètres de 1 m² délimités par des cadres disposés dans les deux champs de cultures dérobées.

Pour estimer l'impact sur la mortalité d'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 à l'aide de trappes à abeilles mortes de type underbasket (Accorti *et al.*, 1991), placées devant chaque une des 30 colonies. Afin d'enregistrer des éventuels gains ou pertes de poids des colonies durant la période de floraison des cultures intercalaires, les ruches ont été pesées avant, pendant et après la floraison.

Dans le but 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 prélevée avant le semis des cultures dérobées, le pollen de trappe, le pain d'abeilles et le miel récoltés avant et après le butinage sur les cultures dérobées, les abeilles mortes (fig. 3). Les analyses chimiques se sont focalisées sur les insecticides de la famille des néonicotinoïdes (imidaclopride, thiamétoxame, clothianidine, thiaclopride et acétamipride). Les échantillons ont été analysés par l'institut des sciences analytiques du centre national de la recherche scientifique (CNRS) à Solaize et à Orléans (FR) 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'essais sont marquées, dans chacune des régions, par des conditions météorologiques automnales contrastées, ce qui a une influence sur 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 dérobées est confirmé par l'intensité de vol dans ces parcelles (voir Tableau 1) ainsi que par l'analyse palynologique du pollen récolté dans les trappes à pollen (voir Fig.1). Les abeilles placées sur cultures intercalaires 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 dérobées, 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 non plus stockées de nectar ou de pollen supplémentaire en présence de cultures dérobées.

Les analyses résiduelles révèlent la présence de « nitroguanidine neonicotinoïdée » (clothianidine, thiaméthoxam et imidaclopride) dans le sol quelle que soit la modalité. A quelques occasions, les boutons floraux et le pollen récolté par les abeilles présentaient 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'abeille de colonies des deux modalités avec une valeur maximale d'Imidaclopride de 9,8 ng/g 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 inférieurs à la limite de quantifications (0,5 ng/g).

Les pertes hivernales de colonies ainsi que les diminutions 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 2012, les colonies furent exposées à de fortes pluies à l'automne, suivit d'un hiver rigoureux.

- En Ajoie, la mortalité en début de période d'essai est élevée dans les trois groupes due à un problème de pillage, mais diminue par après. Ce sont les colonies du groupe témoin qui passent tendanciellement le moins bien l'hiver avec notamment la disparition de 3 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, il y a un peu plus de mortalité chez abeilles butinant sur les cultures dérobées, par contre ce sont les colonies du groupe butinant sur parcelle dérobée bio qui sont tendanciellement plus fortes à la sortie de l'hiver.

Essai 2013-2014

En 2013, les températures furent relativement douces au mois d'octobre permettant un butinage intensif et l'hiver fut doux.

- En Ajoie, on observe une mortalité supérieure chez les abeilles butinant sur cultures dérobée (différence significative pour plus de la moitié de la période d'essai, voir Fig.2) mais le niveau reste faible car nous dénombrons moins de 30 cadavres par jour. Cette saison par contre, la population à la sortie de l'hiver est significativement plus faible chez les colonies ayant butiné sur les cultures dérobées.
- En Isère, la mortalité est plus importante chez P- tout au long de l'essai, ces colonies sont aussi les plus faibles à la sortie de l'hiver.
- En Haute-Savoie, la tendance est la même qu'en 2012.

Essai 2014-2015

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

- En Ajoie, tout comme l'année précédente, on observe un peu plus de mortalité chez les abeilles butinant sur cultures dérobées (différence significative pour plus de la moitié de la période d'essai, voir Fig.2), mais 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, probablement dû à un traitement flash à l'amitraz. Les populations d'abeilles au printemps sont plus importantes dans la modalité témoin.
- En Haute-Savoie, la tendance est la même qu'en 2012 et 2013, à savoir des pertes d'abeilles légèrement supérieures pour les colonies butinant les cultures intercalaires et des colonies plus fortes au printemps pour la variante P-.

En ce qui concerne le développement du couvain, en règle générale, les colonies du groupe témoin paraissent arrêter de produire du couvain plus tôt que les colonies des groupes placés dans des cultures dérochées.

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 sur cultures dérochées semblent **subire** une mortalité au trou de vol plus élevée durant la période de floraison, découlant probablement d'une activité de butinage plus intense. Cette mortalité ne semble pas être directement liée à la mortalité hivernale qui varie entre modalités d'une année à l'autre et d'une région à l'autre. En Ajoie et en Isère, nous n'observons pas d'effet clair, positif ou négatif, des cultures dérochées sur le développement des colonies d'abeilles. En Haute-Savoie par contre, les colonies butinant sur culture dérochée bio sont, les trois années consécutives, tendanciellement plus fortes au printemps. Dans ce contexte, la présence de dérochées 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'abeille quelle que soit la modalité est préoccupant 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 dérochées succédant à une culture enrobée est difficile à clarifier pour deux raisons : a.) ces matières actives ayant été retrouvées pas 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.) les scientifiques montrent que lors d'une exposition à faible dose sur une longue durée, dit chronique, l'effet des pesticides systémiques, est principalement sub-létal 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, 2015). Des recherches de terrain supplémentaires sont donc nécessaires de ce point de vue-là.

Entre 2012 et 2014, l'ITSAP-Institut de l'abeille et ses partenaires en France, ont conduit un projet similaire visant à étudier l'influence des cultures dérochées polliniques sur la dynamique des colonies d'abeilles en zone de grandes cultures. Les résultats de ce projet à grande échelle concluent, que la diversification de l'apport pollinique en automne améliore les conditions physiologiques des abeilles (augmentation du taux

de vitellogénine) ce qui augmente indirectement la survie des colonies pendant l'hiver et contribue au développement du couvain (Allier *et al.* 2014).

Conclusion

L'étude présente montre que le butinage automnal d'une culture dérobee fleurie n'influence pas la capacité d'une ruche à passer l'hiver. Nous n'observons pas un effet clair et systématique du butinage de culture dérobee 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 intercalaires n'ont pas présentées d'effet ni positif, ni négatif sur le développement hivernal.

Nous pouvons confirmer que les néonicotinoïdes provenant de cultures antécédentes ou adjacentes peuvent se retrouver dans le sol et être assimilés par les plantes utilisées en engrais vert. L'utilisation d'un engrais vert peut donc augmenter le risque d'exposition de la colonie à ces neurotoxiques. Une culture dérobee 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, même si dans notre étude aucun effet manifeste ne peut être attribué à la présence de pesticides. Cette étude est importante dans l'optique du dialogue entre apiculture et agriculture. Des études complémentaires sont cependant nécessaires pour mettre en lumière l'impact des néonicotinoïdes rémanent dans le pollen et le nectar de cultures dérobees, sur les colonies d'abeilles. En se basant sur les résultats obtenus durant les trois ans d'essais, il se révèle injustifié d'incriminer la présence de culture intercalaire dans le phénomène des pertes hivernales de colonies et de conseiller un fauchage des plantes en fleurs pour éviter le butinage. D'autre part, la présence de cultures intercalaires en arriere automne ne se révèle bénéfique pour les colonies que dans de rares cas et à un faible niveau. Notre étude ne nous a pas permis de définir dans quelles conditions d'environnement et de pratiques apicoles les cultures intercalaires pouvaient se révéler bénéfiques et devrait faire l'objet d'études complémentaires.

Remerciement

Nos remerciements vont aux financeurs de cette étude: la Fondation sur la Croix, La République et Canton du Jura, Le Canton de Berne, la Confédération Suisse (OFAG), Interreg France-Suisse, la Région Rhône-Alpes.

Nous adressons également des remerciements aux apiculteurs, civilistes et stagiaires qui ont participé à la réalisation de ces essais dans les trois régions de même que les agriculteurs qui ont mis leurs champs à disposition. Merci également à Juan Herrera d'Agroscope pour la mise en valeur statistique et à Jean-Marc Bonmatin du CNRS pour l'aide apportée à l'interprétation des résultats d'analyse chimiques.

Références

- 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. http://itsap.acta-informatique.fr/wp-content/uploads/2014/06/colloque_interapi_resume_des_interventions_nov_2014_2.pdf
- Bijleveld van Lexmond M, Bonmatin JM, Goulson D, Noome DA. 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 JM, Moineau I, Charvet R, Colin M.E, Fléché C, Bengsch ER. 2005. Behaviour of imidacloprid in fields. Toxicity for honey bees. *Environmental Chemistry, Green Chemistry and pollutants in Ecosystems*. XXVI, 483-494.
- Bonmatin JM, Giorio C, Girolami V, Goulson D, Kreutzweiser D, Krupke C, Liess M, Long E, Marzaro M, Mitchell EAD, Noome DA, 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 BE. 2009. Economic valuation of the vulnerability of world agriculture confronted with pollinator decline. *Ecological Economics*. 2009;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.
- Imdorf A, Charrière J.D., Kilchenmann V., Bogdanov S., *Fluri P.*, 2003. Alternative strategy in central Europe for the control of *Varroa destructor* in honey bee colonies. *Apiacta*. 3
- Kleijn D., R. Winfree, I. Bartomeus, L.G. Carvalheiro, M. Henry, R. Isaacs, A.-M. Klein, C. Kremen, L.K. M'Gonigle, R. Rader, T.H. Ricketts, N.M. Williams, *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 NL. Honey bee colony losses. *Journal of Apicultural Research*. 2010;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.
- Petkoff V. 1958 An investigation of the nectareousness of the melliferous plants: Sainfoin (*Sanum foenum*); Phacelia; Borage; Buckwheat (*Fagopyrum esculentum*). *Scientific Works*. 1, 211-246.
- Steffan-Dewenter IS, Tschardt T. 1996. Profitieren Wildbienen oder Honigbienen von der Flächenstilllegung in der Landwirtschaft? *Sonderdruck aus Natur und Landschaft*. 71, 255-261.
- Van der Sluijs JP, Simon-Delso N, Goulson D, Maxim L, Bonmatin JM and Belzunces L. 2013. Neonicotinoids, bee disorders and the sustainability of pollinator services. *Current Opinion in Environmental Sustainability*. 5:293-305.
- Vanengelsdorp D, Hayes J, Underwood RM, Pettis JS. 2010. A survey of honey bee colony losses in the United States, fall 2008 to spring 2009. *J. Apic. Res*. 49, 7-14.
- Williams IH, Christian DG. 1991. Observations on *Phacelia Tanacetifolia* Bentham (Hydrophyllaceae) as a food plant for honey bees and bumble bees. *J. Apic. Res*. 30, 3-12.

Figures



Image 1 Dix ruches d'expérimentation sont placées dans une culture dérobée (ici, de la phacélie) durant la période de floraison.

Table 1. Moyenne de l'intensité de vol dans chaque région durant la période de floraison des cultures intercalaires (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	1.6	2.2	2.9	2.9	0.2	0.3
HAUTE-SAVOIE	1.2	1.3	-	-	-	-

Table 2. Diminution moyenne du nombre d'abeilles par colonie entre la dernière mesure avant l'hivernage et celle à la sortie d'hivernage ainsi que les pourcentages de pertes hivernales de colonies pour les trois années d'essai et les trois modalités.

	Diminution hivernale de population (% abeilles)			Perte hivernale (% 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	0	20	0	10
P-	45	55	0	20	10	0
P+	34	44	41	20	0	10
Haute-Savoie						
T	31	22	22	0	0	10
P-	55	1	0	0	0	0
P+	44	27	11	10	10	0

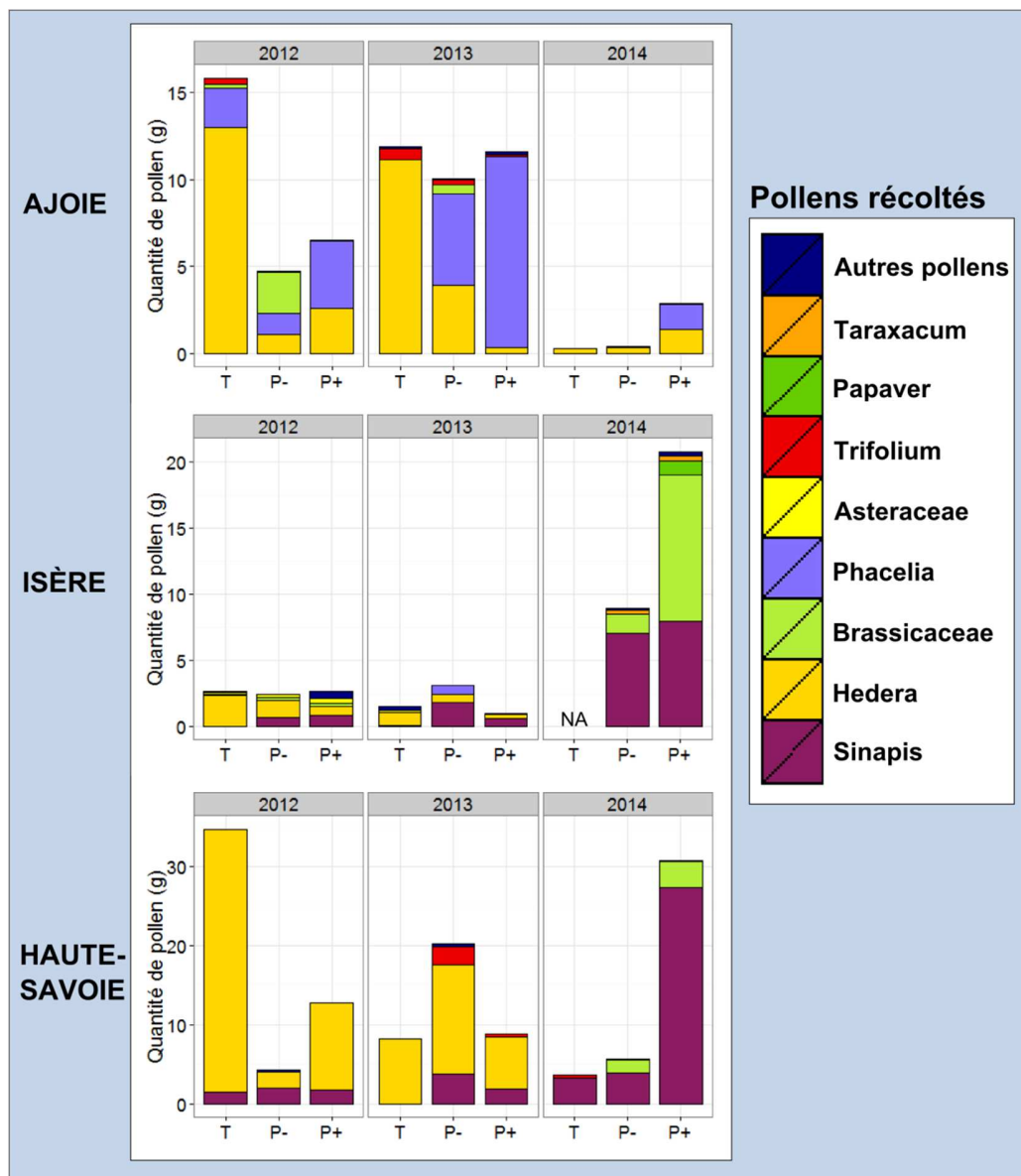


Fig. 1 Moyenne de la masse de pollen sec récolté par jour de récolte et par ruche dans les trappes à pollen durant la période de floraison des cultures intercalaires.

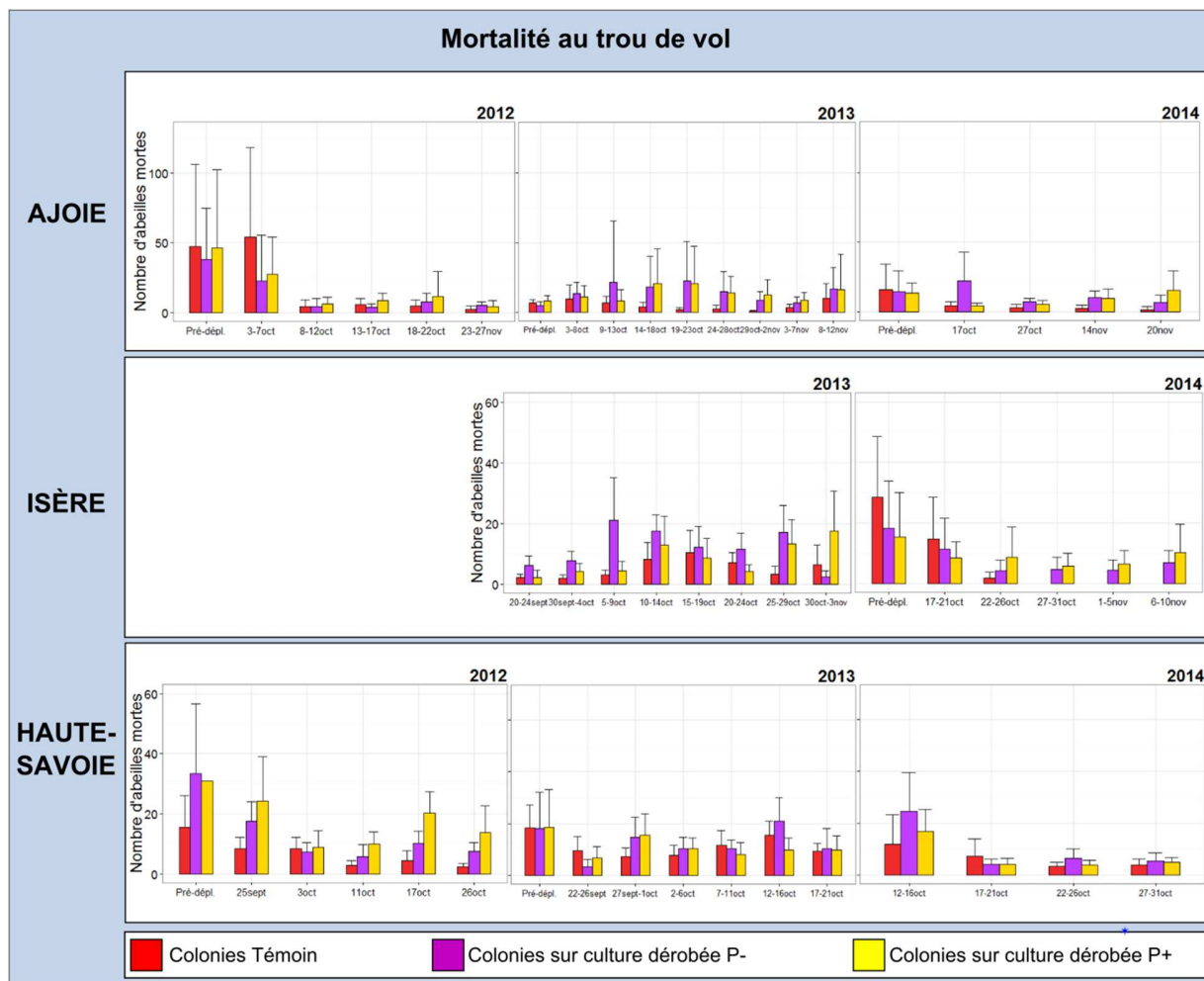


Fig. 2 Mortalité au trou de vol (moyenne et écart-type) dénombrées dans les trappes à abeilles durant la période de floraison des cultures intercalaires. Nous disposons de trop peu de données en 2012 en Isère pour les représenter ici.

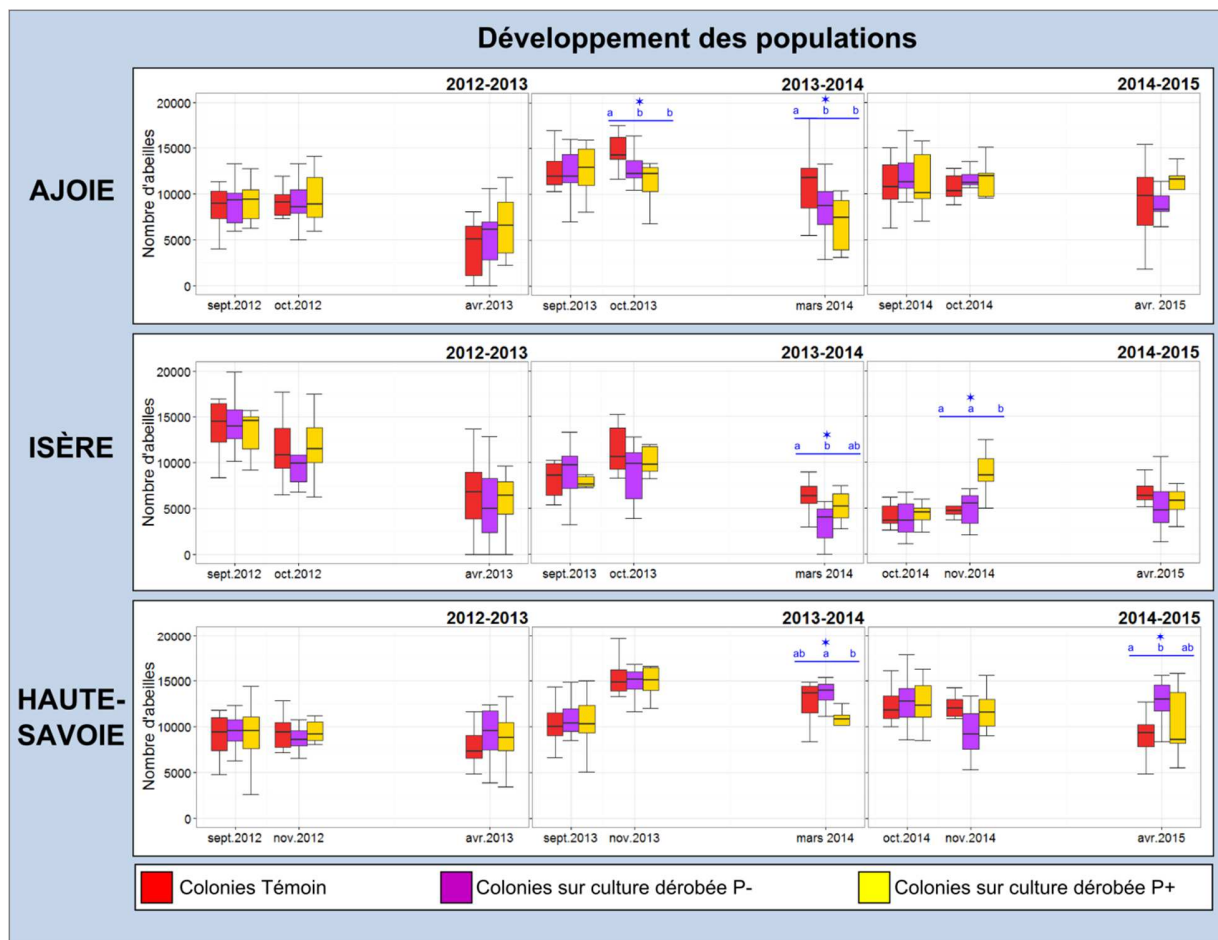


Fig. 3 Développement des colonies. Nombre moyen d'abeilles par colonie lors des mesures de population réalisées entre septembre et le printemps de l'année suivante. Les résultats des tests statistiques sont présentés en bleu en dessus des boxplots. L'étoile représente une différence significative entre les groupes au seuil $p < 0.05$.