



La revue francophone sur les fourrages et les prairies

The French Journal on Grasslands and Forages

Cet article de la revue **Fourrages**,
est édité par l'Association Française pour la Production Fourragère

Pour toute recherche dans la base de données
et pour vous abonner :

www.afpf-asso.org



AFPF – Maison Nationale des Eleveurs – 149 rue de Bercy – 75595 Paris Cedex 12

Tel. : +33.(0)1.40.04.52.00 – Mail : contact@afpf-asso.fr

Association Française pour la Production Fourragère

Les abeilles dans les prairies d'exploitations d'élevage aux environnements agricoles contrastés

L. Lanore¹, D. Genoud², A. Blanchetête³, S. Novak⁴,
G. Fleurance¹, J.-F. Loubeyre⁵, A. Farruggia⁶

Les abeilles sont des pollinisateurs indispensables mais leur déclin est préoccupant. Les prairies permanentes en zone peu intensifiée devraient offrir aux insectes une ressource alimentaire régulière et un environnement favorable. Une étude a été conduite dans 4 exploitations aux situations contrastées.

RÉSUMÉ

Les populations d'abeilles ont été estimées 2 années de suite, à 2 périodes printanières et dans 4 exploitations : 2 en altitude dans le Cantal, une en Corrèze (élevages herbagers basés sur des prairies de longue durée) et une en plaine (polyculture - élevage) dans la Vienne. Au total, 75 espèces d'abeilles appartenant à 14 genres différents ont été recensées parmi les 489 insectes capturés. La majorité (4/5) des abeilles capturées sont des abeilles solitaires dont les proportions varient selon les sites ; seule l'abeille mellifère est commune aux 4 sites. Contrairement au nombre d'abeilles capturées, le nombre d'espèces rares, de familles et de genres représentés est plus élevé dans les exploitations du Cantal, basées sur les prairies permanentes qui ont conservé de nombreux éléments paysagers.

SUMMARY

Occurrence of bees in the grasslands of livestock farms characterised by contrasting agricultural environments

In areas of less intensive agriculture, permanent grasslands can act as favourable habitat and generate consistent food resources for bees. We studied bee populations over 2 years on 4 farms. Sampling took place during 2 periods each year. There were 3 study regions: Cantal, Corrèze, and Vienne. Two farms were located in the Cantal at high elevations, the third was found in the Corrèze, and the fourth was situated in the Vienne in the flatlands. The first three were grazing-based systems exploiting long-term grasslands; the latter was a mixed crop-livestock system. Among the 489 insects captured, we observed 75 species of bees from 14 genera. Most (80%) were solitary bees; the specific percentage varied by site. Only the honey bee was observed on all 4 farms. Although the Cantal farms had fewer bees total, they did have greater numbers of rare species and species from more diverse families and genera. These 2 farms utilised permanent grasslands and had maintained numerous natural landscape features.

Les scientifiques font de plus en plus état d'une crise actuelle majeure de diminution de l'abondance et de la richesse spécifique des êtres vivants sur un temps très court (BARNOSKY *et al.*, 2011 ; HALLMANN *et al.*, 2017). Les abeilles, sauvages et mellifère (ou abeille domestique), ne sont pas épargnées par ce déclin (WINFREE *et al.*, 2009). Leur disparition pourrait avoir des conséquences écologiques et économiques très importantes puisque 70% des espèces végétales cultivées pour la consommation humaine dans le

monde dépendent de la pollinisation entomophile (par les insectes) avec notamment les arbres fruitiers (pommiers par ex.) et les cultures oléagineuses (colza, tournesol) (AIZEN *et al.*, 2009 ; GALLAI *et al.*, 2009). **Les abeilles** butinent des fleurs non seulement pour y prélever du nectar (source d'énergie) mais aussi pour y prélever du pollen (source de protéine pour les larves), ce qui en fait des pollinisateurs extrêmement efficaces. **Les causes de leur déclin sont multiples mais la modernisation de l'agriculture, due aux**

AUTEURS

1 : INRA, UMR 1213 Herbivores, site de Theix, F-63122 Saint-Genès-Champanelle ; laurent.lanore@inra.fr

2 : Diagnostic, Gestion, Expertise, 2, domaine Bellevue, F-11290 Arzens

3 : INRA, UE 1414 Herbipôle, site de Laqueuille, F-63820 Laqueuille

4 : INRA, UE 1373 Fourrages Environnement Ruminants Lusignan, 150, route Le Chêne, CS 80006, F-86600 Lusignan

5 : GAEC du Limon, Fontouneyre, F-15400 Le Claux-Puy Mary

6 : INRA, UE 0057 Domaine Expérimental de Saint-Laurent-de-la-Prée, 545, rue Bois Maché, F-17450 Saint-Laurent-de-la-Prée

MOTS CLÉS : Abeille, biodiversité, environnement, paysage, prairie, prairie permanente, système de culture.

KEY-WORDS : Bee, biodiversity, environment, grassland, landscape, permanent pasture, crop system.

RÉFÉRENCE DE L'ARTICLE : Lanore L., Genoud D., Blanchetête A., Novak S., Fleurance G., Loubeyre J.F., Farruggia A. (2018) : «Les abeilles dans les prairies d'exploitations d'élevage aux environnements agricoles contrastés», *Fourrages*, 236, 263-268.

progrès techniques qui suivent la Seconde Guerre mondiale, semble en être la cause principale : dissociation entre culture et élevage, simplification des successions culturales, intensification des pratiques, agrandissement des exploitations, augmentation croissante de l'utilisation des pesticides (BRITAIN *et al.*, 2010), banalisation des paysages (entraînant une perte de diversité) et réduction des espaces semi-naturels adjacents (SALA *et al.*, 2000 ; PIMM *et al.*, 2001). On assiste ainsi à une uniformisation du paysage rural et à une disparition des habitats de la faune sauvage comme les haies, les bosquets et les mares. Cette transformation du paysage s'accompagne d'une diminution de la ressource alimentaire pour les insectes pollinisateurs, comme par exemple les prairies permanentes, qui laissent la place aux cultures ou aux prairies temporaires plus productives mais dont l'intérêt d'un point de vue écologique est moindre.

Toutefois, si l'agriculture intensive est pointée du doigt, **il existe des environnements plus favorables à la cohabitation entre production agricole et biodiversité**, notamment dans certaines zones où l'intensification est contrainte par des facteurs pédoclimatiques défavorables comme en zone de moyenne montagne. Dans ces contextes, la présence importante des prairies permanentes permet d'assurer une ressource alimentaire régulière aux abeilles au cours de l'année, le recours aux intrants et notamment aux pesticides est faible et le changement climatique est relativement moins marqué (MOREAU, 2015).

Afin d'illustrer cette observation, nous avons **analysé les peuplements d'abeilles capturées** (avec le même protocole) dans trois exploitations : une exploitation en production laitière de moyenne montagne dans le Cantal, une exploitation de polyculture - élevage laitier dans une région de grandes cultures de la Vienne et une exploitation d'élevage de chevaux de selle à l'herbe dans une région boisée de la Corrèze. Nous avons également comparé les populations d'abeilles de l'exploitation laitière du Cantal à une autre exploitation laitière localisée dans une vallée au paysage plus complexe, distante d'une vingtaine de kilomètres.

1. Matériel et méthodes

■ Les abeilles sauvages

Il existe **en France 950 espèces d'abeilles** (dont l'abeille mellifère) selon RASMONT *et al.* (2017). La grande majorité sont des abeilles solitaires. **Seules quelques espèces sont eusociales** et forment des colonies de plusieurs centaines voire plusieurs milliers d'individus, comme l'abeille mellifère (*Apis mellifera*), productrice de miel ou encore les bourdons (genre *Bombus*). Soixante-dix pour cent des abeilles solitaires font leur nid dans la terre, les autres choisissent les tunnels d'autres insectes, le bois mort, les tiges de bois creux, les fissures des rochers ou encore les tiges à moelle (ronce, sureau...) et la destruction de leurs habitats naturels ou semi-naturels participe fortement à leur disparition (LE FÉON V., 2010), pénalisant ainsi fortement la pollinisation des plantes à fleur sauvages et cultivées.

■ Les quatre exploitations

Trois des exploitations d'élevage ayant fait l'objet d'échantillonnages des populations d'abeilles sont intégrées dans des unités expérimentales dépendantes de l'Inra ou de l'Institut Français du Cheval et de l'Équitation. La quatrième exploitation (GAEC du Limon) est gérée par un couple d'éleveurs, très intéressé par la problématique des abeilles et de leurs ressources alimentaires. Ces quatre exploitations sont conduites sans utilisation d'insecticide.

• Deux exploitations laitières de moyenne montagne dans le Cantal

L'expérimentation système dite BOTA-PÉPI, mise en place sur un des sites de l'Unité Expérimentale (UE) Inra d'Herbipôle, est située sur le **plateau herbager volcanique du Cézallier** (Cantal) sur la commune de Marcenat à environ 1 100 mètres d'altitude (Cantal 1). Cette commune est sous l'influence d'un climat sub-océanique montagnard avec une température annuelle moyenne de 7,7°C et une pluviométrie moyenne de 1 181 mm par an. Les 88,8 hectares de prairies de ce système sont constitués à 70% de prairies permanentes diversifiées et à 30% d'anciennes prairies temporaires. Les prairies sont exploitées en foin séché au sol ou sont pâturées par des vaches de race Holstein et Montbéliarde à des niveaux de chargements modérés (de 0,6 à 1,1 UGB/ha). Les éléments paysagers à proximité des parcelles sont peu présents à l'exception de quelques bosquets.

Le GAEC du Limon est, quant à lui, une exploitation laitière en agriculture biologique située sur la commune du Claux dans la **vallée de la Petite Rhue**, une des vallées donnant sur l'emblématique Puy Mary à une vingtaine de kilomètres de Marcenat (Cantal 2). L'altitude et la température moyennes sont similaires à celles de Marcenat (1 050 m, 7°C) mais la pluviométrie annuelle est plus faible (606 mm). Le paysage est bocager à l'exception des estives, et est entièrement occupé par des prairies permanentes présentant un bon niveau de diversité botanique.

• Une exploitation laitière en zone de grandes cultures dans la Vienne

L'expérimentation système OASys, mise en place sur l'Unité Inra Ferlus sur la commune de Lusignan (Vienne), est située à 150 m d'altitude, sous un climat océanique avec des sécheresses estivales, une température annuelle moyenne de 11,7°C et une pluviométrie annuelle moyenne de 809 mm mais très variable (de 437 à 1 071 mm entre 1991 et 2016). Elle comprend 35,7 ha de prairies temporaires, 6,7 ha de prairies permanentes dégradées et peu diversifiées et 49,1 ha de cultures annuelles. Un troupeau de vaches laitières et de génisses pâture les parcelles à un chargement élevé (2,2 UGB/ha). Si l'assolement du dispositif OASys comporte des fourrages diversifiés (NOVAK *et al.*, 2018), le paysage agricole environnant est majoritairement composé de cultures (colza, céréales). Des haies, des bosquets et des mares sont cependant présents, constituant un habitat potentiel pour les abeilles sauvages.

• Une exploitation d'élevage de chevaux en zone boisée de Corrèze

L'expérimentation EQUIBOV est située sur la station expérimentale de l'Institut Français du Cheval et de l'Équitation sur la commune de Chamberet en Corrèze, située à 470 mètres d'altitude. Cette commune est sous l'influence d'un climat océanique avec des étés tempérés. La température annuelle moyenne est de 12,4°C et la pluviométrie moyenne est de 769 mm/an. Les 16,2 ha de prairies du dispositif sont d'anciennes prairies temporaires pâturées soit par des chevaux, soit par des chevaux et des génisses en pâturage mixte à un chargement de 1,40 UGB/ha. L'environnement proche des parcelles est boisé. Un ruisseau longe également le bas des parcelles et des buissons colonisent certaines lisières de prairies.

■ Les mesures

La technique de piégeage des abeilles utilisée est celle des **coupelles colorées** (*pan-trap*, WESTPHAL *et al.*, 2008). Cette technique consiste à piéger les insectes butineurs dans des coupelles colorées simulant des fleurs. Chaque batterie est composée de 3 coupelles, une blanche, une bleue et une jaune représentant les couleurs des fleurs prairiales, placées en triangle à 5 m les unes des autres et remplies avec de l'eau et une goutte de liquide vaisselle. Les batteries de pièges ont été posées dans les prairies sélectionnées pour l'étude pendant 72 heures à chaque période de piégeage puis retirées. Les pièges ont été positionnés au milieu des parcelles afin de capter au mieux la diversité des populations d'abeilles présentes sur les prairies. Les captures d'insectes ont été réalisées dans **6 parcelles représentatives de la diversité botanique** dans chacune des quatre exploitations entre 2014 et 2016 (tableau 1). Les 3 systèmes expérimentaux ont été suivis durant **2 années de mesures avec 2 périodes par année**, calées sur les « moments forts » de la floraison des plantes prairiales, entre mi-mai et mi-juin pour la 1^{re} période et entre le début et la fin juillet pour la 2^e période (tableau 1). Dans le système de la Vienne, une seule parcelle sur les six a cependant été échantillonnée lors de la 2^e période de 2015 mais avec 3 batteries de coupelles. Ces 3 batteries ont été

prises en compte comme ayant été déposées sur 3 parcelles différentes pour les calculs. Les mesures sur le système du Cézallier (Cantal 1) ont commencé dès 2014 contrairement aux autres sites. Dans l'exploitation Cantal 2, les captures ont été réalisées une année seulement dans les 6 parcelles en 2015.

Les deux périodes de capture correspondent à des dates similaires mais à des conditions météorologiques très contrastées entre les sites. Ainsi, au début de la saison de pâturage au 30 avril, correspondant à la première période des captures, **les sommes de températures en Corrèze et dans la Vienne sont environ deux fois plus élevées que celles dans le Cantal** (tableau 1). Au 31 juillet (correspondant à la 2^e période), elles sont environ 1,5 fois plus élevées. Du point de vue des cumuls de précipitations, les différences entre sites ont été globalement moins marquées. L'année 2016 a été cependant pluvieuse en Corrèze tandis que l'année 2015 a été sèche.

Les espèces des abeilles piégées ont ensuite été déterminées en grande partie par David Genoud, entomologiste spécialiste des abeilles sauvages. L'abondance et la richesse spécifique (nombre d'espèces formant le peuplement) ont été calculées pour caractériser la diversité dans chacune des fermes. Les espèces ont également été classées à dire d'expert (Genoud D.) selon cinq statuts (niveau de rareté à l'échelle nationale) : espèce très commune (TC), commune (C), peu commune (PC), rare (R), non classée (NC).

2. Résultats et discussion

■ Les populations d'abeilles selon les exploitations

• Abondance des abeilles

Sur l'ensemble des exploitations, 489 abeilles ont été capturées. Un **plus faible nombre d'abeilles** a été capturé **sur 2 ans sur le système laitier du Cézallier** (Cantal 1) avec seulement 69 individus contre 173 sur le système équin de la Corrèze et 178 sur le système laitier de la Vienne. Sur l'exploitation laitière commerciale de la vallée de la Petite Rhue (Cantal 2), 69 abeilles ont été recensées mais ce, sur la seule année 2015.

• Richesse spécifique

Au total, **75 espèces d'abeilles appartenant à 6 familles et 14 genres** différents ont été recensées parmi les 489 insectes capturés (annexe 1). Six genres sont communs aux 4 exploitations et comptabilisent plus de 90% des individus : les *Lasioglossum* (30%), les *Andrena* (19%), les *Halictus* (13%), les *Panurgus* (10%), les *Bombus* (10%) et les *Apis* (9%). Les deux genres d'abeilles comprenant **les abeilles eusociales**, les plus médiatisées car mieux connues (*Apis* et *Bombus*), **représentent seulement 1/5 des individus capturés**. Cette faible proportion, compte tenu de leur abondance dans les prairies lors des jours de capture, peut être en partie expliquée par le fait que ces

Site	Année	Σ Températures* (°C)		Σ Précipitations (mm)	
		30 avril	31 juillet	30 avril	31 juillet
Cantal	2014	514	1 431	369	717
	2015	443	1 722	329	503
Corrèze	2015	995	2 572	323	431
	2016	1 041	2 575	516	764
Vienne	2015	894	2 411	195	355
	2016	913	2 385	336	485

* Somme de températures calculée à partir du 1^{er} février

TABLEAU 1 : Caractéristiques climatiques des 3 sites lors des périodes de mesures (source : Climatik Inra).

TABLE 1 : Climatic characteristics of the 3 study regions during the sampling periods (source: Climatik Inra).

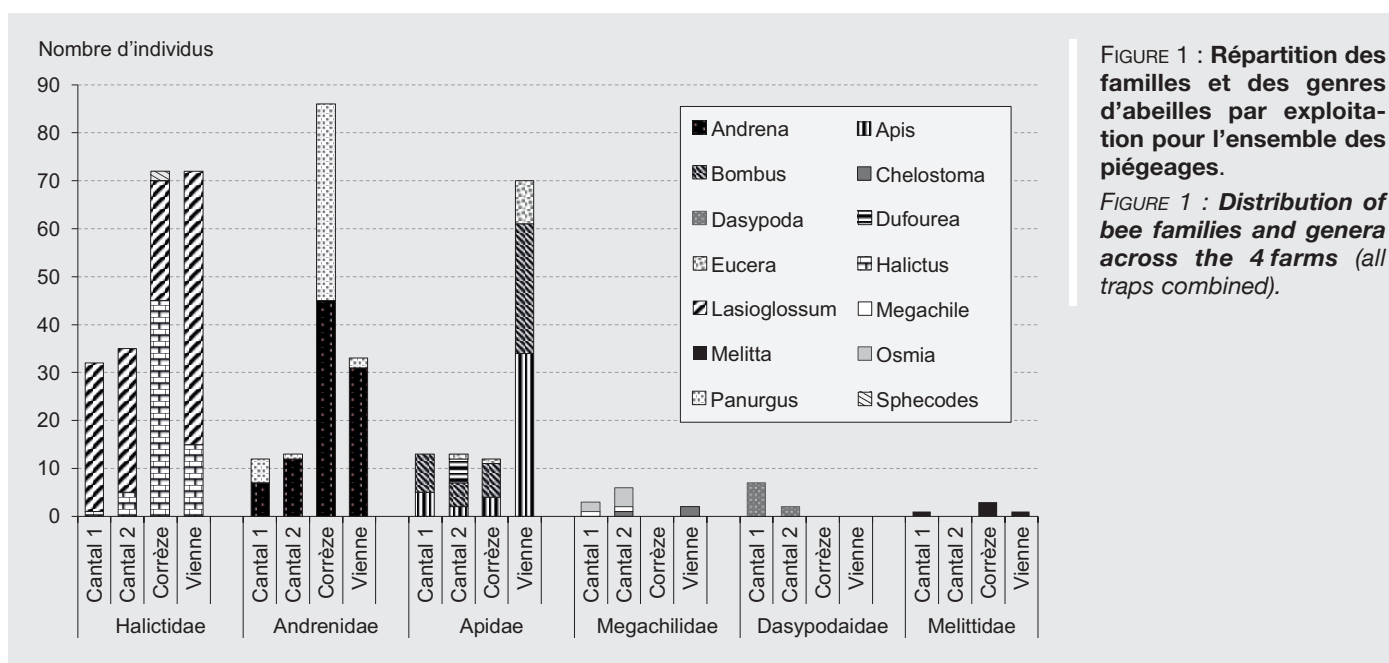


FIGURE 1 : Répartition des familles et des genres d'abeilles par exploitation pour l'ensemble des piégeages.

FIGURE 1 : Distribution of bee families and genera across the 4 farms (all traps combined).

abeilles sont plus attirées par des ressources florales abondantes et vont de ce fait plus rarement visiter les ressources isolées. De plus, les abeilles de grand gabarit, comme les bourdons, réussissent parfois à s'extraire des coupelles. Du point de vue des espèces, **seule l'abeille mellifère est commune aux 4 sites** avec une proportion beaucoup plus élevée dans l'exploitation laitière de la Vienne : 19% contre 7% sur l'exploitation Cantal 1, 3% sur Cantal 2 et 2% en Corrèze. Ce phénomène est probablement dû à la présence de cultures de colza en fleur à proximité des parcelles.

Contrairement au constat fait sur l'abondance, ce sont **les exploitations laitières Cantal 1 et Cantal 2 qui comptabilisent les nombres de familles et de genres les plus importants** avec respectivement 6 et 5 familles pour 10 et 12 genres, tandis que l'exploitation équine de la Corrèze et l'exploitation laitière de la Vienne comptabilisent 4 et 5 familles pour 9 genres dont 8 sont communs (figure 1). Les *Lasioglossum* dominent largement dans les exploitations Cantal 1, Cantal 2 et la Vienne avec respectivement 45%, 43% et 32% des captures alors qu'en Corrèze, trois genres se partagent plus de 75% des insectes piégés, les *Andrena* (26%), les *Halictus* (26%) et les *Panurgus* (24%). Les *Apis*, les *Andrena* et les *Bombus* sont très représentés dans l'exploitation de la Vienne avec respectivement 19%, 17% et 15%.

En termes de **richesse spécifique, la différence entre les sites est faible** : 25 et 31 espèces différentes ont été respectivement recensées sur l'exploitation Cantal 1 et sur l'exploitation Cantal 2 contre 24 et 35 sur l'exploitation de la Corrèze et l'exploitation de la Vienne.

Enfin, lorsque l'on compare les exploitations Cantal 1 et Cantal 2 sur la seule année 2015, on constate que l'exploitation Cantal 2 présente une abondance d'abeilles sauvages plus importante avec 69 abeilles (30 en P1 et 39 en P2) contre 49 (34 en P1 et 15 en P2) et une richesse spécifique également plus élevée avec deux fois plus d'espèces (31 espèces contre 14).

• Statut des espèces

Les exploitations de montagne comptabilisent chacune 5 espèces rares (certaines sont en régression) dont une seule en commun (*Dasypoda crassicornis*), contre 2 espèces rares pour l'exploitation de Corrèze dont une commune avec l'exploitation Cantal 1 (*Bombus subterraneus*). Aucune espèce rare n'a été recensée dans la Vienne. Dans les exploitations de Corrèze et de la Vienne, les 3/4 des espèces recensées sont communes et très communes (tableau 2) contre la moitié des espèces pour l'exploitation Cantal 1. Les espèces peu communes sont en revanche présentes sur les 4 exploitations (entre 19 et 28%). Aucune des espèces d'abeilles capturées n'est inscrite sur la liste rouge des abeilles d'Europe

■ L'abondance des abeilles selon les années et les périodes

Les variations d'abondance interannuelles dans les différents sites ont été très importantes et peuvent être en partie expliquées par les conditions climatiques. Il n'apparaît pas de période privilégiée par rapport à l'abondance selon les sites (figure 2). L'abondance des abeilles capturées a été la plus importante lors de la période 2 de 2015 en Corrèze. La présence de prairies de fauche, fleuries à cette

Espèce	Rare	Peu commune	Commune	Très commune	Non classée
Cantal 1	5 (20%)	7 (28%)	6 (24%)	6 (24%)	1 (4%)
Cantal 2	5 (16%)	6 (19%)	8 (26%)	10 (32%)	2 (6%)
Corrèze	2 (8%)	5 (21%)	9 (38%)	8 (33%)	0
Vienne	0	7 (20%)	16 (46%)	11 (31%)	1 (3%)

TABLEAU 2 : Nombre d'espèces d'abeilles par exploitation selon leur statut de rareté.

TABLE 2 : Number of bee species on each farm belonging to different abundance categories.

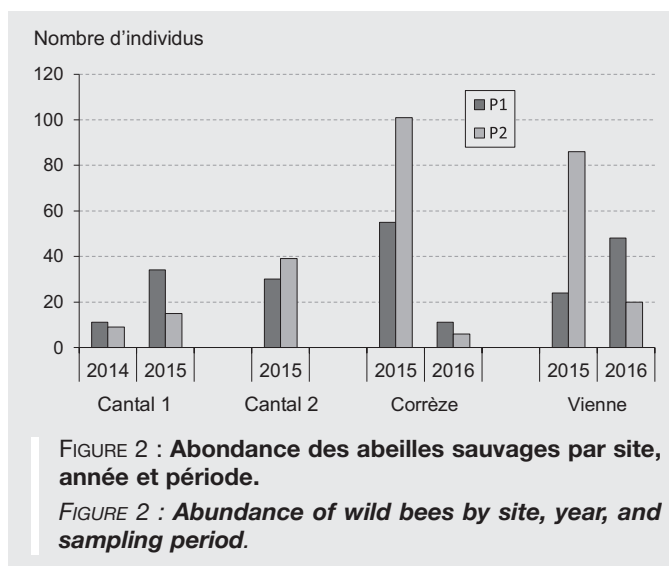


FIGURE 2 : Abondance des abeilles sauvages par site, année et période.

FIGURE 2 : Abundance of wild bees by site, year, and sampling period.

période et uniquement cette année, jouxtant les parcelles expérimentales semble être un argument pour expliquer cette abondance. Le même phénomène est observé dans la Vienne à la même période (P2 de 2015) durant laquelle la seule parcelle échantillonnée par trois batteries était bordée par une parcelle de colza en fleur.

■ Les populations d'abeilles selon les parcelles

Les variabilités des abondances et richesses spécifiques observées au sein des parcelles de chaque exploitation peuvent bien s'expliquer par la diversité floristique intra-parcellaire et/ou la présence d'habitats pourvoyeurs de ressources alimentaires et de sites de nidification. Ainsi, le nombre d'abeilles capturées, de même que leur richesse spécifique, ont été plus importants dans les parcelles présentant la plus grande diversité floristique ou proche d'une ressource de nourriture abondante (par exemple : parcelle de fauche fleurie). Il en a été de même pour les parcelles directement pourvues ou proches d'habitats tels que des haies ou des bosquets.

Discussion - conclusion

Même s'il est impossible de tirer des conclusions sur les facteurs responsables des différences d'abondance ou de richesse spécifique des abeilles sur les 4 exploitations étudiées, cette étude a permis de montrer que les abeilles sont bien présentes dans les prairies des exploitations d'élevage quels que soient les systèmes de production et l'environnement agricole, herbager ou de grandes cultures.

Nous avons également **observé une diversité d'espèces et la présence d'espèces peu communes dans tous les environnements**. Les abeilles mellifères et les bourdons, qui sont les espèces les plus médiatiques parmi les abeilles, ne représentent au total qu'un cinquième des individus capturés. Il est possible cependant que nous ayons sous-estimé leur abondance compte tenu de la nature des pièges utilisés. Contrairement à ce que nous attendions,

nous n'avons pas capturé plus d'individus, ni plus d'espèces dans l'exploitation laitière Cantal 1, sans doute en raison de conditions climatiques plus rudes et d'une durée restreinte de la saison favorable (températures relativement basses et précipitations abondantes pendant les périodes de capture). En revanche, nous avons mis en évidence une diversité de genres et de familles plus grande dans l'exploitation Cantal 1 et surtout la présence d'espèces rares plus importante que dans les exploitations de la Vienne et de la Corrèze. Nous avons observé de ce point de vue un gradient de la **présence des espèces de statut rare** entre l'exploitation Cantal 1 (5 espèces rares), l'exploitation de la Corrèze (2 espèces) et l'exploitation de la Vienne, sans espèce rare. Entre les deux exploitations laitières du Cantal, nous avons cependant constaté une plus grande diversité dans l'exploitation moins intensive, située dans un environnement plus riche en éléments paysagers et plus protégé par la topographie de vallée. **Les territoires herbagers de montagne sont donc potentiellement des zones de conservation d'importance**, du fait de leur exploitation moins intensive.

Enfin, nous avons mis en évidence une **grande variabilité d'abondance entre les parcelles au sein d'une même exploitation** qui s'explique bien par l'abondance et la diversité des plantes à fleur présentes dans les parcelles et la présence des éléments paysagers ou encore par la proximité d'une parcelle fleurie. Notre étude démontre ainsi que les prairies constituent des refuges pour les abeilles à condition qu'elles soient permanentes ou qu'elles conservent des éléments paysagers tels que les haies, bosquets et murs, indispensables à la survie et à l'alimentation des abeilles (REQUIER *et al.*, 2015).

Accepté pour publication,
le 4 janvier 2019

Remerciements à J.-C. Emile, M. Kadner, E. Yvernault et à l'équipe des vachers de l'unité Inra Ferlus pour leur participation à la pose des pièges, à l'équipe technique de l'unité expérimentale Inra Herbipôle pour la pose des zones de mise en défens, ainsi qu'au personnel de la station expérimentale de l'IFCE pour leur souplesse sur le planning de rotation.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- AIZEN M.A., GARIBALDI L.A., CUNNINGHAM S.A., KLEIN A.M. (2009) : «How much does agriculture depend on pollinators? Lessons from long-term trends in crop production», *Annals of Botany*, 103, 1579-1588.
- BARNOSKY *et al.* (2011) : «Has the Earth's sixth mass extinction already arrived?», *Nature*, 471 (7336), 51-7.
- BRITAIN C.A., VIGHI M., BOMMARCO R., SETTELE J., POTTS S.G. (2010) : «Impacts of a pesticide on pollinator species richness at different spatial scales», *Basic and Applied Ecology*, 11 (2), 106-115.
- GALLAI N., SALLES J.M., SETTELE J., VAISSIÈRE B. (2009) : «Economic valuation of the vulnerability of world agriculture confronted with pollinator decline», *Ecological Economics*, 68, 810-821.
- HALLMANN C.A., SORG M., JONGEJANS E., SIEPEL H., HOFLAND N., SCHWAN H. *et al.* (2017) : «More than 75 percent decline over 27 years in total flying insect biomass in protected areas», *PLoS ONE*, 12 (10): e0185809.

- LE FÉON V. (2010) : *Insectes pollinisateurs dans les paysages agricoles : approche pluri-échelle du rôle des habitats semi-naturels, des pratiques agricoles et des cultures entomophiles*, thèse de doctorat, Université Rennes 1, 257 p.
- MOREAU J.C. (2015) : «Les systèmes d'élevage d'herbivores face au changement climatique en France. Quelques conclusions d'une série d'études menées de 2006 à 2009 (projet ACTA/MIRES)», *Bull. Acad. Vét. France*, 168, 2, 133-.
- NOVAK S., AUDEBERT G., CHARGELÈGUE F., EMILE J.C. (2018) : « Sécourir un système laitier avec des fourrages économes en eau et en énergie fossile », *Fourrages*, 233, 27-34.
- PIMM S.L. et al. (2001) : «Can we defy nature's end?», *Science*, 293, 2207-2208.
- RASMONT P., GENOUD D., GADOUM S., AUBERT M., DUFRÈNE E., LE GOFF G., MAHÉ G., MICHEZ D., PAULY P. (2017) : «Hymenoptera Apoidea Gallica: liste des abeilles sauvages de Belgique, France, Luxembourg et Suisse», *Atlas Hymenoptera*, Université de Mons, Mons (Belgium).
- REQUIER F. et al. (2015) : «Honey bee diet in intensive farmland habitats reveals an unexpectedly high flower richness and a major role of weeds», *Ecological Applications*, 25, 4, 881-890.
- SALA O.E. et al. (2000) : «Biodiversity - global biodiversity scenarios for the year 2100», *Science*, 287, 1770-1774.
- WESTPHAL C. et al. (2008) : «Measuring bee diversity in different european habitats and biogeographical regions», *Ecological Monographs*, 78 (4), 653-671.
- WINFREE R., AGUILAR R., VAZQUEZ D.P., LEBUHN G., AIZEN M.A. (2009) : «A meta-analysis of bees responses to anthropogenic disturbance», *Ecology*, 90 (8), 2068-76.

Cantal 1	Cantal 2	Corrèze	Vienne
<i>Andrena angustior</i>	<i>Andrena flavipes</i>	<i>Andrena cinerea</i>	<i>Andrena angustior</i>
<i>Andrena barbareae</i>	<i>Andrena humilis</i>	<i>Andrena flavipes</i>	<i>Andrena cineraria</i>
<i>Andrena haemorrhoa</i>	<i>Andrena lapponica</i>	<i>Andrena humilis</i>	<i>Andrena flavipes</i>
<i>Andrena humilis</i>	<i>Andrena nitidiuscula</i>	<i>Andrena thoracica</i>	<i>Andrena fulvata</i>
<i>Andrena semilaevis</i>	<i>Andrena subopaca</i>	<i>Apis mellifera</i>	<i>Andrena gravida</i>
<i>Andrena trimmerana</i>	<i>Apis mellifera</i>	<i>Bombus hortorum</i>	<i>Andrena haemorrhoa</i>
<i>Apis mellifera</i>	<i>Bombus pascorum</i>	<i>Bombus humilis</i>	<i>Andrena lagopus</i>
<i>Bombus hortorum</i>	<i>Bombus ruderarius</i>	<i>Bombus subterraneus</i>	<i>Andrena minutula</i>
<i>Bombus humilis</i>	subsp. <i>montanus</i>	<i>Bombus terrestris</i>	<i>Andrena nigroaenea</i>
<i>Bombus lapidarius</i>	<i>Bombus soroeensis</i>	<i>Eucera nigrifacies</i>	<i>Andrena nitida</i>
<i>Bombus pascorum</i>	<i>Bombus sylvarum</i>	<i>Halictus maculatus</i>	<i>Andrena subopaca</i>
<i>Bombus ruderarius</i>	<i>Chelostoma rapunculi</i>	<i>Halictus quadricinctus</i>	<i>Apis mellifera</i>
<i>Bombus subterraneus</i>	<i>Dasyglossa crassicornis</i>	<i>Halictus rubicundus</i>	<i>Bombus lapidarius</i>
<i>Bombus sylvarum</i>	<i>Dufourea minuta</i>	<i>Halictus scabiosae</i>	<i>Bombus terrestris</i>
<i>Dasyglossa crassicornis</i>	<i>Eucera longicornis</i>	<i>Halictus tumulorum</i>	<i>Chelostoma distinctum</i>
<i>Halictus gr. simplex</i>	<i>Halictus maculatus</i>	<i>Lasioglossum fulvicorne</i>	<i>Chelostoma florisomne</i>
<i>Lasioglossum albipes</i>	<i>Halictus tumulorum</i>	<i>Lasioglossum leucozonium</i>	<i>Eucera nigrescens</i>
<i>Lasioglossum calceatum</i>	<i>Lasioglossum albipes</i>	<i>Lasioglossum malachurum</i>	<i>Halictus gr. simplex</i>
<i>Lasioglossum xanthopus</i>	<i>Lasioglossum calceatum</i>	<i>Lasioglossum morio</i>	<i>Halictus maculatus</i>
<i>Lasioglossum zonulum</i>	<i>Lasioglossum cupromicans</i>	<i>Lasioglossum pauxillum</i>	<i>Halictus rubicundus</i>
<i>Megachile lapponica</i>	<i>Lasioglossum lativentre</i>	<i>Lasioglossum semilucens</i>	<i>Halictus scabiosae</i>
<i>Melitta haemorrhoidalis</i>	<i>Lasioglossum leucopus</i>	<i>Melitta leporina</i>	<i>Halictus tumulorum</i>
<i>Osmia rufa</i>	<i>Lasioglossum leucozonium</i>	<i>Panurgus calcaratus</i>	<i>Lasioglossum albipes</i>
<i>Osmia villosa</i>	<i>Lasioglossum pauxillum</i>	<i>Sphecodes gibbus</i>	<i>Lasioglossum calceatum</i>
<i>Panurgus banksianus</i>	<i>Lasioglossum villosulum</i>		<i>Lasioglossum laevigatum</i>
	<i>Lasioglossum xanthopus</i>		<i>Lasioglossum lativentre</i>
	<i>Megachile versicolor</i>		<i>Lasioglossum leucozonium</i>
	<i>Osmia adunca</i>		<i>Lasioglossum malachurum</i>
	<i>Osmia leaiana</i>		<i>Lasioglossum pallens</i>
	<i>Osmia leaiana/melanogaster</i>		<i>Lasioglossum pauperatum</i>
	<i>Osmia rufa</i>		<i>Lasioglossum pauxillum</i>
	<i>Panurgus banksianus</i>		<i>Lasioglossum subhirtum</i>
			<i>Lasioglossum zonulum</i>
			<i>Melitta leporina</i>
			<i>Panurgus dentipes</i>

ANNEXE : Liste des espèces d'abeilles capturées par exploitation.

APPENDIX : List of bee species captured on each farm.