



Abeilles sauvages et pollinisation

Des études actuelles montrent que les abeilles sauvages et d'autres pollinisateurs sauvages jouent un rôle déterminant dans la pollinisation des plantes sauvages et cultivées. Au cours des dernières décennies, la présence et la diversité de ces espèces a cependant considérablement diminué du fait de la dégradation de leurs ressources alimentaires et de leurs habitats de nidification. Les conséquences sont également visibles sur l'agriculture. Il est prouvé que les pratiques agricoles durables contribuent à préserver les abeilles sauvages. Pour l'heure, leur potentiel est cependant loin d'avoir été pleinement exploité.

Les pollinisateurs sont des acteurs clés pour la préservation de la biodiversité, leur activité permettant la reproduction de la grande majorité des plantes sauvages et cultivées. Leur diminution se traduit non seulement par une réduction de la biodiversité et la perte de divers services écosystémiques mais aussi par d'importantes pertes de rendement en agriculture.

Les insectes tels que les abeilles, les guêpes, les mouches ou les scarabées sont les principaux pollinisateurs de plantes sauvages et cultivées, apportant ainsi une énorme contribution écologique et économique à la nature et à l'homme. 78 % des espèces de plantes à fleurs des latitudes tempérées ont besoin des insectes pour leur pollinisation ^[1]. Sur les 109 plantes cultivées les plus importantes, pas moins de 87 espèces (soit 80 % d'entre elles!) sont entièrement dépendantes des pollinisateurs animaux ^[2]. Parmi celles-ci figurent des espèces végétales importantes sur le plan économique: pomme, fraise, amande, tomate ou melon. On estime à 153 milliards d'euros par an la valeur économique de la contribution des pollinisateurs à l'agriculture dans le monde ^[3].

Les abeilles, dont il existe plus de 20'000 espèces dans le monde et 750 en Europe centrale, constituent le groupe de pollinisateurs le plus important parmi les insectes ^[4,5]. Leur rôle dans la pollinisation s'explique par le fait qu'elles ont besoin de grandes quantités de pollen et de nectar pour leur propre alimentation ainsi que pour celle de leurs larves. Par conséquent, leur activité de butinage doit être plus intense que celle des autres insectes butineurs.

L'abeille domestique, un rôle pollinisateur surestimé

Jusque récemment, l'abeille domestique était considérée comme l'un des pollinisateurs les plus importants. On lui attribuait pas moins de 80 % de l'activité de pollinisation dans les cultures agricoles ^[6]. Son importance pourrait cependant avoir été nettement exagérée. Ainsi, en 2007, la population d'abeilles domestiques de Grande-Bretagne a été responsable tout au plus d'un tiers de l'activité totale de pollinisation, le reste revenant aux pollinisateurs sauvages, en particulier aux abeilles sauvages et aux syrphes ^[7]. Une autre étude indique



L'abeille domestique n'est qu'une des 750 espèces d'abeilles présentes en Europe centrale.



L'abeille maçonne *Osmia cornuta* s'avère bien plus efficace que l'abeille domestique dans la pollinisation des cultures fruitières.

clairement que les abeilles sauvages et les syrphes butinant les fleurs augmentent la fructification dans les cultures agricoles même lorsque les abeilles domestiques sont abondantes [8]. Comme l'a prouvé récemment une étude à l'échelle mondiale, au cours de laquelle l'activité pollinisatrice d'abeilles domestiques et de butineurs sauvages dans 41 cultures sur tous les continents a été comparée [9], les abeilles domestiques peuvent simplement compléter l'activité pollinisatrice des butineurs sauvages et non la remplacer. En effet, contrairement aux attentes, ce n'est pas le nombre d'abeilles butineuses qui s'avère être le facteur le plus important pour le succès de la pollinisation du caféier mais la diversité des espèces d'abeilles [10]. Les abeilles domestiques ne peuvent donc être les seules pollinisatrices dans les écosystèmes d'Europe centrale, d'autant plus que leur importance a nettement diminué ces dernières années dans de nombreuses régions compte tenu du fort recul de l'apiculture et de leur mortalité.

Les abeilles sauvages, des pollinisatrices irremplaçables

Grâce à leur grande diversité d'espèces, qui les distingue fortement les unes des autres en termes de préférences florales, de nombre d'heures de vol ou

de dépendance vis-à-vis des conditions climatiques, les abeilles sauvages sont bien souvent, en fonction de la zone géographique, du type de paysage, des conditions météorologiques ou de la structure des fleurs, des pollinisatrices aussi efficaces si ce n'est plus que les abeilles domestiques. Elles peuvent même être les seules pollinisatrices de certaines plantes à fleurs. Ainsi, plusieurs espèces d'abeilles sauvages volent même lorsque les températures et le rayonnement solaire sont faibles et, en particulier pendant les longues périodes de mauvais temps, jouent un rôle important pour la pollinisation, notamment des arbres fruitiers [11,12]. Les fleurs dont le nectar est difficile à exploiter, évitées par les abeilles domestiques, comme le trèfle rouge, la luzerne ou la tomate, sont pollinisées par des espèces d'abeilles sauvages spécialisées [5]. Les abeilles sauvages sont en règle générale les pollinisatrices les plus efficaces: quelques centaines d'abeilles maçonnnes femelles de l'espèce *Osmia cornuta* suffisent pour polliniser un hectare de pommiers ou d'amandiers, là où plusieurs milliers d'abeilles domestiques ouvrières s'avèreraient nécessaires [13,14]. Par ailleurs, pour les cerisiers et le colza, les abeilles sauvages s'avèrent être de bien meilleurs vecteurs de pollen que les abeilles domestiques [15,16].

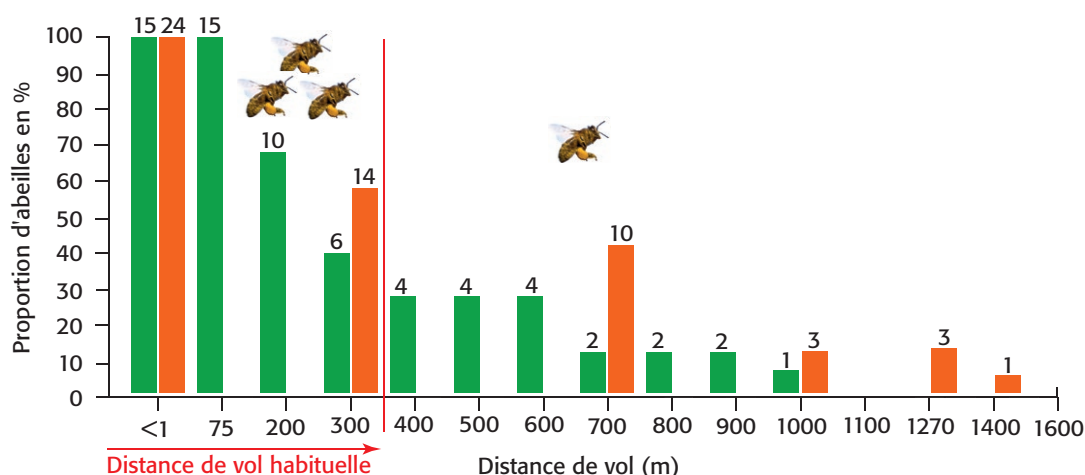


Figure 1: Distances de vol cumulées de l'abeille maçonne *Hoplitis adunca* sur deux sites (vert, rouge). Proportion de femelles marquées récoltant du pollen sur des plantes-hôtes dans des pots placés à des distances croissantes du site de nidification de l'abeille. Si quelques abeilles femelles ont parcouru plus de 1 km, la moitié des individus ont cessé leurs activités de nidification dès que la distance à parcourir atteignait 300 m (Zurbuchen et al. 2010c) [27].



La luzerne est pollinisée exclusivement par les abeilles sauvages, comme *Melitta leporina*.



Megachile parietina, abeille maçonne rare, a besoin du pollen de plus de 1'100 fleurs d'esparcette pour amener un seul individu au stade adulte.

D'une façon générale, la production de fruits et de semences par les plantes cultivées semble augmenter parallèlement à la diversité spécifique des abeilles butineuses. Ainsi, les interactions entre abeilles domestiques et diverses espèces d'abeilles sauvages se traduisent par une meilleure pollinisation du tournesol et des amandiers [17,18]. Dans le cas du caféier, la fructification augmente sensiblement en fonction du nombre d'espèces d'abeilles différentes mais pas du nombre d'individus [10].

Le principal garant d'une pollinisation efficace des plantes sauvages et cultivées réside par conséquent dans l'association de populations d'abeilles domestiques saines et de communautés importantes et riches en espèces d'abeilles sauvages et d'autres pollinisateurs sauvages tels que les syrphes [19]. Les syrphes sont cependant des pollinisateurs cinq fois moins efficaces que les abeilles sauvages [20] et, contrairement à ces dernières, ils n'utilisent qu'une partie des fleurs disponibles. Préserver les conditions de vie essentielles des pollinisateurs sauvages et en particulier des abeilles sauvages est donc capital pour la protection de la nature comme du point de vue de l'agriculture.

Les exigences spécifiques aux abeilles sauvages

Si la diversité florale a une influence déterminante sur la diversité des abeilles sauvages, près de la moitié des espèces d'Europe centrale récoltent le pollen à partir d'un seul genre ou d'une seule famille de plante. Pas moins de 28 genres et 22 familles de plantes différentes sont utilisés comme sources exclusives de pollen [21] par ces espèces spécialisées.

La quantité de fleurs détermine pour beaucoup la capacité de reproduction, les abeilles sauvages ayant besoin d'énormes quantités de pollen pour nourrir leurs larves. Ainsi, le pollen récolté sur 1'140 fleurs d'esparcette (*Onobrychis viciifolia*) est nécessaire pour amener au stade adulte un seul individu de l'espèce d'abeille maçonne *Megachile parietina* [22], tandis qu'une population de 50 abeilles des sables femelles (*Andrena hattorfiana*) a besoin du pollen de 920 knauties des champs (*Knautia arvensis*) pour subvenir à ses propres besoins [23]. La période de vol des abeilles sauvages se limite dans la plupart des cas à quelques semaines: selon l'es-

pèce, elles sont actives au printemps, au début ou à la fin de l'été; la présence permanente de fleurs du début du printemps à la fin de l'été est donc un facteur essentiel de diversité des espèces d'abeilles sauvages dans un espace naturel donné [24].

Un autre critère déterminant pour la diversité des abeilles sauvages au niveau du paysage est la présence de petites structures bien exposées au soleil, nécessaires à la nidification [25]. Les sites de nidification les plus importants pour les abeilles sauvages d'Europe centrale sont, en fonction des espèces, les terrains pauvres en végétation, le bois mort et les structures rocheuses ou pierreuseuses ou encore les surfaces non fauchées où l'on trouve tiges et coquilles d'escargot vides [21].

Tableau 1:
Facteurs ayant un impact direct sur les abeilles sauvages

A. Facteurs humains	
Destruction et dégradation des habitats appropriés	
Réduction de la diversité des fleurs	+++
Réduction de la quantité de fleurs	+++
Perte de petites structures exposées au soleil	+++
Division en îlots séparés des habitats riches en fleurs et richement structurés (fragmentation)	+++
Exploitation uniforme de grandes étendues (date de fauche par exemple)	++
Utilisation d'intrants dans l'agriculture	
Herbicides	++
Pesticides	++
Autres facteurs potentiels	
Néozoaies (espèces non indigènes)	-
Réchauffement climatique	- / ?
Plantes génétiquement modifiées	- / ?
Néophytes	-
B. Facteurs naturels	
Infection fongique des réserves de nourriture	+
Parasites	+
Prédateurs	-
Périodes de mauvais temps	+

Pertinence:

+++ = très élevée; ++ = élevée; + = moyenne; - = marginale; ? = non connue



Les galeries creusées par d'autres insectes dans le bois mort exposé au soleil constituent d'importants sites de nidification pour de nombreuses espèces d'abeilles sauvages.



Près de la moitié des espèces d'abeilles sauvages d'Europe centrale nichent dans des galeries qu'elles creusent elles-mêmes dans des sols bien ensoleillés et la plupart du temps pauvres en végétation.

Comme les abeilles sauvages doivent effectuer plusieurs allers-retours entre les plantes et le nid pour nourrir leur couvain, c'est la distance entre le site de nidification et les plantes nourricières appropriées qui conditionne le succès de la reproduction. Les distances de vol maximales entre les sites de

nidification et d'alimentation sont comprises pour la plupart des espèces d'abeilles sauvages entre 300 et 1'500 mètres ^[26,27] (figure 1), de longues distances de vol cumulées se traduisant par d'importantes pertes: un simple allongement de 150 m de la distance entre nid et plantes nourricières peut entraîner une réduction de près de 25 % du nombre de cellules de couvain nourries ^[27,28] et une diminution de plus de 70 % de la progéniture viable ^[29].

Compte tenu de leurs exigences élevées en matière de ressources alimentaires et de nidification, les populations d'abeilles sauvages sont très sensibles aux moindres modifications de l'espace naturel et de leur habitat entraînant une réduction ou une modification de la distribution des ressources florales et des petites structures disponibles.

Un déclin alarmant au cours des dernières décennies

Depuis les années 1960, le paysage et l'utilisation des sols ont profondément évolué. D'une part, l'agriculture intensive voire industrielle a détruit de nombreux habitats maigres et exploités de manière extensive, riches en fleurs et comportant de nombreuses petites structures. D'autre part, de précieux sites à rendement marginal ont été transformés en friches ou recolonisés par la forêt à la suite de l'abandon de leur exploitation. L'intensification de l'exploitation dans les herbages avec l'utilisation d'engrais minéraux et d'herbicides et l'abandon du foin au profit de l'ensilage, en particulier, ont donné naissance à des paysages dégagés et pauvres en fleurs. La forte réduction actuelle des ressources alimentaires et des sites de nidification ainsi que la fragmentation croissante de l'habitat, où ne subsistent que quelques îlots riches en fleurs et en petites structures propices à la nidification, a entraîné une forte réduction du nombre et de la diversité spécifique des abeilles sauvages (tableau 1).

En Europe centrale, selon le pays et la région, entre 25 et 68 % de l'ensemble des espèces d'abeilles sauvages sont menacées ^[21], ce qui les classe parmi les groupes d'insectes présentant les pourcentages les plus élevés d'espèces menacées.

Tableau 2: Principales mesures permettant de préserver et de favoriser les abeilles sauvages dans l'exploitation agricole

Préservation d'habitats riches en fleurs et en petites structures	+++
Prairies et pâturages riches en espèces	
Talus, friches, gravières, surfaces pionnières	
Augmentation de la diversité et de l'abondance florale	+++
Extensification des herbages	
Aménagement de jachères florales le long des champs, des haies, en lisière de forêt, au bord des cours d'eau et des chemins	
Préservation et aménagement de petites structures bien exposées au soleil	+++
Surfaces (fissures dans le sol, aspérités, chemins non asphaltés, bords de chemins) et pierres nues (rochers, murs secs, blocs erratiques)	
Bois mort (troncs debout ou couchés, branches épaisses, souches)	
Surfaces non fauchées avec tiges et coquilles d'escargot vides pouvant servir de lieu d'hivernage	
Mise en réseau des habitats riches en fleurs et en petites structures	+++
Distances entre nids et sources de nourriture inférieures à 200–300 m	
Fauche et pâture échelonnées dans le temps	++
Réduction de l'utilisation d'herbicides et de pesticides	++
Désherbage mécanique plutôt que chimique	
Non-recours aux pesticides ayant des effets secondaires sur les organismes non cibles	
Réduction de la fertilisation azotée dans les herbages	++
Non-recours aux engrais minéraux azotés	
Épandage de compost plutôt que de lisier	
Renoncement total à la fertilisation de certaines surfaces	

Pertinence: +++ = très importante; ++ = importante



Les tiges dressées sur les surfaces en jachère non fauchées sont utilisées comme site de nidification par un grand nombre d'espèces d'abeilles sauvages rares.



Un allongement de 150 mètres seulement de la distance entre le nid et les plantes nourricières peut entraîner une réduction de près de 25 % du nombre de cellules de couvain nourries par l'abeille maçonner Hoplitis adunca, spécialisée dans le butinage de la vipérine (Echium vulgare).

Les conséquences néfastes des produits phytosanitaires de synthèse

Du fait de l'usage répandu en Europe d'insecticides systémiques (néonicotinoïdes et pyréthroïdes, par exemple) ces produits toxiques sont absorbés à l'état de traces, de manière incontrôlée, via le nectar et le pollen des plantes cultivées, par de nombreux insectes butineurs dans les zones cultivées. Abeilles sauvages, abeilles domestiques, syrphes, scarabées et bien d'autres butineurs sont ainsi exposés à ces produits toxiques pendant une période prolongée.

Outre l'action létale directe des pesticides, divers effets sublétaux ayant des conséquences néfastes sur la santé et le comportement des abeilles ont été mis en évidence [31,32].

Ainsi, les néonicotinoïdes ont un impact négatif sur le comportement, la reproduction et le développement du système nerveux des abeilles domestiques, des bourdons et des abeilles dépourvues de dard [31,32,33,34,35,36]. Par conséquent, leur toxicité pour les populations d'abeilles sauvages solitaires est également prévisible.

Les études les plus récentes montrent que les pesticides réduisent les défenses immunitaires des abeilles, les pathogènes et parasites intestinaux pouvant alors affecter leur santé [38].

L'agriculture biologique renonce aux pesticides chimiques de synthèse, préférant miser sur des produits phytosanitaires dont les effets secondaires sur les organismes non cibles tels que les insectes, autres petits animaux et vertébrés sont modérés ou inexistant.

Mesures destinées à favoriser et à protéger les abeilles sauvages

Des mesures de protection ciblées permettent de favoriser efficacement les abeilles sauvages (tableau 2). D'une manière générale, il convient d'accorder la plus haute priorité à la préservation d'habitats où les fleurs et les petites structures sont abondantes. Chaque mesure visant à augmenter la quantité, la diversité et à améliorer la répartition des plantes à fleurs et des petites structures bien exposées au soleil est bénéfique pour la diversité des espèces et la taille des populations d'abeilles sauvages. Dans ce contexte, une proximité étroite entre les ressources alimentaires et les sites de nidification ainsi que la présence permanente de fleurs

du début du printemps à la fin de l'été sont d'une importance cruciale.

Les effets positifs du mode de production biologique

En tant que système global, l'agriculture biologique contribue à préserver et à favoriser les abeilles sauvages, notamment par les mesures suivantes :

1. Non-recours aux pesticides chimiques de synthèse;
2. Non-recours aux engrais artificiels;
3. Culture accrue du trèfle et autres légumineuses en rotation. Diverses espèces de bourdons et d'abeilles sauvages sont favorisées par les légumineuses telles que la luzerne, le trèfle rouge et le trèfle blanc, qui leur apportent une nourriture abondante;
4. Utilisation de désherbants non chimiques, ce qui permet le développement d'une flore messicole riche, source importante de nectar et de pollen [39];
5. Exploitation extensive des prairies, leur conférant une plus grande richesse florale, réduisant la domination des graminées et générant une plus grande abondance de plantes pollinisées par des insectes [40];
6. Les exploitations bio suisses comptent en moyenne 66 % de surfaces favorisant la biodiversité de plus que les exploitations conventionnelles [41] et possèdent ainsi d'une façon générale une plus grande variété de fleurs et plus de petites structures propices à la nidification.

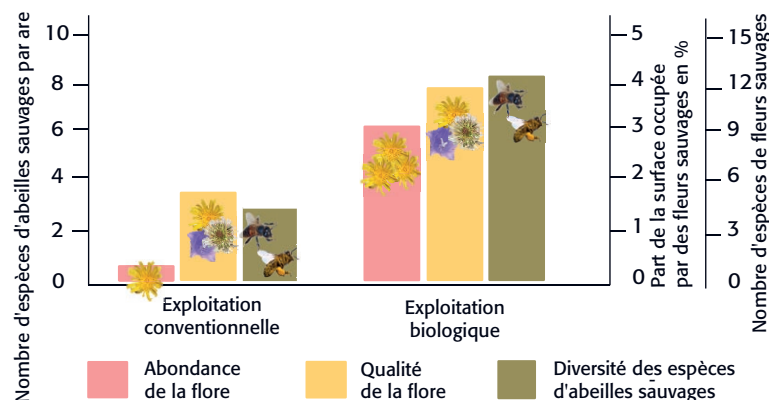


Figure 2: L'exploitation biologique des terres agricoles favorise la diversité des abeilles sauvages, du fait de la plus grande abondance des fleurs et de leur plus grande diversité spécifique (représentation simplifiée d'après les résultats de Holzschuh et al., 2007) [43].



Une flore messicole riche en espèces et en fleurs dans les champs en culture biologique fournit nectar et pollen aux abeilles sauvages.



Les jachères florales constituent des ressources alimentaires indispensables pour les abeilles sauvages et des sites d'hivernage essentiels à la survie des espèces qui nichent dans des tiges.

L'agriculture biologique peut favoriser la diversité et la présence des abeilles sauvages au niveau de l'exploitation mais aussi à l'échelle du paysage [42]. Plusieurs études montrent que l'agriculture biologique a un effet positif sur la diversité des espèces, le nombre d'individus et le taux de reproduction des abeilles sauvages [42,43,44,45] (figure 2). La reproduction (sites de nidification) des abeilles sauvages solitaires *Osmia lignaria* est favorisée par les exploitations biologiques, en particulier dans les paysages peu structurés [46].

La pollinisation des plantes cultivées dans les exploitations biologiques, en particulier pour les cultures exigeantes comme celles de la pastèque, peut dans certains cas être améliorée grâce aux abeilles sauvages et être ainsi moins tributaire de pollinisateurs générant des coûts d'exploitation élevés tels que les bourdons et les abeilles domestiques [47,48]. Dans ce contexte, la présence d'une plus grande variété et d'un plus grand nombre de pollinisateurs dans ces exploitations joue un rôle essentiel. Andersson et al. [48] ont constaté une meilleure réussite de la pollinisation dans les cultures de fraises en mode de production biologique que dans les cultures conventionnelles. Cela s'est traduit par un meilleur rendement et par une

baisse des pertes dues aux fruits déformés et donc invendables (figure 3). Ces constatations ont pu être faites après une phase de conversion de 2 à 4 ans seulement. Une plus grande abondance et une plus grande diversité des pollinisateurs améliorent la pollinisation des plantes cultivées pollinisées par les insectes.

Des enseignements pour l'agriculture et la société

Il faut augmenter le nombre de surfaces riches en fleurs et en structures proches de l'état naturel pour qu'elles ne soient pas éloignées de plus de 200 à 300 mètres les unes des autres, afin d'assurer la survie des espèces d'abeilles sauvages, de garantir la pollinisation et par conséquent les rendements agricoles. Pour ce faire, l'idéal est de combiner l'utilisation diversifiée des sols, les modes de production agricole préservant les ressources tels que la production à faible intensité d'intrants, l'agriculture biologique et le non-recours aux adjuvants chimiques. Favoriser les abeilles sauvages et les auxiliaires et protéger les abeilles domestiques permet de réaliser d'importantes synergies.

Pour enrayer le déclin des populations d'abeilles, il faut accroître les zones riches en fleurs comportant, en plus des surfaces connues pour favoriser la biodiversité, des parcelles florales spécifiquement aménagées pour les pollinisateurs.

La pollinisation des plantes cultivées et sauvages par des insectes sauvages constitue finalement la base d'une sécurité alimentaire durable et apporte une contribution majeure à la préservation de la biodiversité – fondement de notre existence – et à la garantie de nombreux services écosystémiques essentiels.

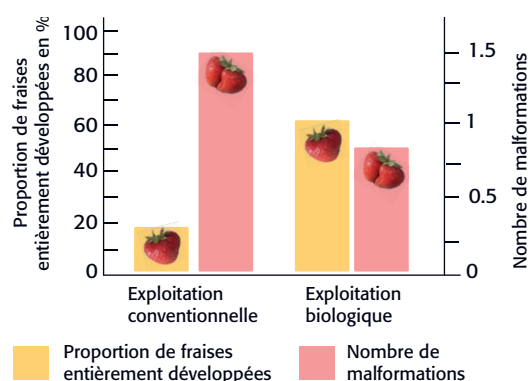


Figure 3: L'agriculture biologique permet une meilleure pollinisation des plantes cultivées et augmente la part de produits aptes à la vente (par exemple, des fraises) [48].



Installer des jachères florales le long des chemins, des haies et des champs est un bon moyen de favoriser les abeilles sauvages.



Les surfaces pionnières et rudérales clairsemées sont surtout indispensables aux espèces qui nichent dans le sol ou dans des tiges.

Literature

- [1] Ollerton, J. Winfree, R. & Tarrant, S. (2011): How many flowering plants are pollinated by animals? *Oikos*, 120, 321-326.
- [2] Klein, A.M., Vaissière, B.E., Cane, J.H., Steffan-Dewenter, I., Cunningham, S.A., Kremen, C. & Tscharntke, T. (2007): Importance of pollinators in changing landscapes for world crops. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, 274, 303-313.
- [3] Gallai, N., Salles, J.M., Settele, J. & Vaissière, B.E. (2009): Economic valuation of the vulnerability of world agriculture confronted with pollinator decline. *Ecological Economy*, 68, 810-821.
- [4] Michener, C.D. (2007): *The bees of the world*. 2nd edition. Baltimore, The Johns Hopkins University Press.
- [5] Westrich, P. (1990): *Die Wildbienen Baden-Württembergs*. Stuttgart, Ulmer.
- [6] Carreck, N. & Williams, I. (1998): The economic value of bees in the UK. *Bee world*, 79, 115-123.
- [7] Breeze, T.D., Bailey, A.P., Balcombe, K.G. & Potts, S.G. (2011): Pollination services in the UK: How important are honeybees? *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 142, 137-143.
- [8] Garibaldi, L.A., Steffan-Dewenter, I., Kremen, C., Morales, J.M., Bommarco, R., Cunningham, S.A. & Klein, A.M. (2011): Stability of pollination services decreases with isolation from natural areas despite honey bee visits. *Ecology Letters*, 14, 1062-1072.
- [9] Garibaldi, L.A., Steffan-Dewenter, I., Winfree, R., Aizen, M.A., Bommarco, R., Cunningham, S.A. & Klein, A.M. (2013): Wild pollinators enhance fruit set of crops regardless of honey bee abundance. *Science*, 339, 1608-1611.
- [10] Klein, A.M., Steffan-Dewenter, I. & Tscharntke, T. (2003): Fruit set of highland coffee increases with the diversity of pollinating bees. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, 270, 955-961.
- [11] Schindler, M. & Peters, B. (2011): Eignen sich die Mauerbienen *Osmia bicornis* und *Osmia cornuta* als Bestäuber im Obstbau? *Erwerbs-Obstbau*, 52, 111-116.
- [12] Brittain, C., Kremen, C. & Klein, A.M. (2013a): Biodiversity buffers pollination from changes in environmental conditions. *Global change biology*, 19, 540-547.
- [13] Vicens, N. & Bosch, J. (2000): Pollinating efficacy of *Osmia cornuta* and *Apis mellifera* (Hymenoptera: Megachilidae, Apidae) on "Red Delicious" apple. *Environmental Entomology*, 29, 235-240.
- [14] Bosch, J. & Kemp, W. (2001): How to manage the blue orchard bee as an orchard pollinator. *Sustainable Agriculture Network handbook series*, book 5.
- [15] Holzschuh, A., Dudenhöfer, J.-H. & Tscharntke, T. (2012): Landscapes with wild bee habitats enhance pollination, fruit set and yield of sweet cherry. *Biological conservation*. *Biological Conservation*, 153, 101-107.
- [16] Woodcock, B.A., Edwards, M., Redhead, J., Meek, W.R., Nuttall, P., Falk, S., Nowakowski, M. & Pywell, R.F. (2013): Crop flower visitation by honeybees, bumblebees and solitary bees: Behavioural differences and diversity responses to landscape. *Agriculture Ecosystems and Environment*, 171, 1-8.
- [17] Greenleaf, S.S. & Kremen, C. (2006): Wild bees enhance honey bees' pollination of hybrid sunflower. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 103, 13890-13895.
- [18] Brittain, C., Williams, N., Kremen, C. & Klein, A.M. (2013b): Synergistic effects of non-*Apis* bees and honey bees for pollination services. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, 280, 20122767.
- [19] Aebi, A., Vaissière, B.E., van Engelsdorp, D., Delaplane, K.S., Roubik, D.W. & Neumann, P. (2012): Back to the future: *Apis* versus non-*Apis* pollination. *Trends in Ecology and Evolution*, 27, 142-143.
- [20] Jauker, F., Bondarenko, B., Becker, H.C. & Steffan-Dewenter, I. (2012): Pollination efficiency of wild bees and hoverflies provided to oilseed rape. *Agricultural and Forest Entomology*, 14, 81-87.
- [21] Zurbuchen, A. & Müller, A. (2012). *Wildbienenenschutz - von der Wissenschaft zur Praxis*. Bristol-Stiftung, Zürich. Haupt-Verlag, Bern.
- [22] Müller, A., Diener, S., Schnyder, S., Stutz, K., Sedivy, C. & Dorn, S. (2006): Quantitative pollen requirements of solitary bees: implications for bee conservation and the evolution of bee-flower relationships. *Biological Conservation*, 130, 604-615.
- [23] Larsson, M. & Franzen, M. (2007): Critical resource levels of pollen for the declining bee *Andrena hattorfiana* (Hymenoptera, Andrenidae). *Biological Conservation*, 134, 405-414.
- [24] Oertli, S., Müller, A. & Dorn, S. (2005a): Ecological and seasonal patterns of diversity in a species-rich bee assemblage (Hymenoptera: Apoidea: Apiformes). *European Journal of Entomology*, 102, 53-63.
- [25] Potts, S.G., Vulliamy, B., Roberts, S., O'Toole, C., Dafni, A., Ne'eman, G. & Willmer, P. (2005): Role of nesting resources in organising diverse bee communities in a Mediterranean landscape. *Ecological Entomology*, 30, 78-85.
- [26] Zurbuchen, A., Bachofen, C., Müller, A., Hein, S. & Dorn, S. (2010a): Are landscape structures insurmountable barriers for foraging bees? A mark-recapture study with two solitary pollen-specialist species. *Apidologie*, 41, 497-508.
- [27] Zurbuchen, A., Landert, L., Klaiber, J., Müller, A., Hein, S. & Dorn, S. (2010c): Maximum foraging ranges in solitary bees: only few individuals have the capability to cover long foraging distances. *Biological Conservation*, 143, 669-676.
- [28] Zurbuchen, A., Cheesman, S., Klaiber, J., Müller, A., Hein, S. & Dorn, S. (2010b): Long foraging distances impose high costs on offspring production in solitary bees. *Journal of Animal Ecology*, 79, 674-681.
- [29] Peterson, J.H. & Roitberg, B.D. (2006): Impacts of flight distance on sex ratio and resource allocation to offspring in the leafcutter bee, *Megachile rotundata*. *Behavioral Ecology and Sociobiology*, 59, 589-596.
- [30] Ewald, K. & Klaus, G. (2009): *Die ausgewechselte Landschaft. Vom Umgang der Schweiz mit ihrer wichtigsten natürlichen Ressource*. Haupt Verlag, Bern.
- [31] Gill, R.J., Ramos-Rodriguez, O. & Raine, N.E. (2012): Combined pesticide exposure severely affects individual- and colony-level traits in bees. *Nature*, 491, 105-109.



Les prairies maigres à fromental (*Arrhenatherum elatius*), riches en fleurs, comptent parmi les habitats les plus importants des abeilles sauvages.



Une proximité étroite entre prairies riches en fleurs et prés riches en petites structures augmente fortement la diversité des espèces d'abeilles sauvages.

- [32] Whitehorn, P.R., O'Connor, S., Wäckers, F.L. & Goulson, D. (2012): Neonicotinoid pesticide reduces bumble bee colony growth and queen production. *Science*, 336, 351-352.
- [33] Mommaerts, V., Reynders, S., Boulet, J., Besard, L., Sterk, G. & Smagghe, G. (2010): Risk assessment for side-effects of neonicotinoids against bumblebees with and without impairing foraging behavior. *Ecotoxicology*, 19, 207-215.
- [34] Henry, M., Béguin, M., Requier, F., Rollin, O., Odoux, J.-F., Aupinel, P., Aptel, J., Tchamitchian, S. & Decourtye, A. (2012): A Common Pesticide Decreases Foraging Success and Survival in Honey Bees, *Science*, 336, 348-350.
- [35] Laycock, I., Lenthall, K.M., Barratt, A.T. & Cresswell, J.E. (2012): Effects of imidacloprid, a neonicotinoid pesticide, on reproduction in worker bumble bees (*Bombus terrestris*). *Ecotoxicology*, 21, 1937-1945.
- [36] Tomé, H.V.V., Martins, G.F., Lima, M.A.P., Campos, L.A.O. & Guedes, R.N.C. (2012): Imidacloprid-induced impairment of mushroom bodies of the native stingless bee *Melipona quadrifasciata anthidioides*. *PLoS ONE*, 7, e38406.
- [37] Elston, C., Thompson, H.M. & Walters, K.F.A. (2013): Sub-lethal effects of thiamethoxan, a neonicotinoid pesticide, and propiconazole, a DMI fungicide, on colony initiation in bumblebees (*Bombus terrestris*) micro-colonies. *Apidologie*, 44, 563-574.
- [38] Di Prisco, G., Cavaliere, V., Desiderato Annoscia, D., Varricchio, P., Caprio, E., Nazzi, F., Gargiulo, G. & Pennacchio, F. (2013): Neonicotinoid clothianidin adversely affects insect immunity and promotes replication of a viral pathogen in honey bees *PNAS* 110 (46) 18466-18471.
- [39] Clough, Y., Holzschuh, A., Gabriel, D., Purtauf, T., Kleijn, D. et al. (2007): Alpha and beta diversity of arthropods and plants in organically and conventionally managed wheat fields *Journal of Applied Ecology* 44: 804-812.
- [40] Power, E.F. & Stout, J.C. (2011): Organic dairy farming: impacts on insect-flower interaction networks and pollination. *Journal of Applied Ecology*, 48: 561-569.
- [41] Schader C., Pfiffner L., Schlatter C. & Stolze M. (2008): Umsetzung von Ökomassnahmen auf Bio- und ÖLN-Betrieben. *Agrarforschung* 15: 506-511.
- [42] Holzschuh, A., Steffan-Dewenter, I. & Tschamtkke, T. (2008): Agricultural landscapes with organic crop support higher pollinator diversity. *Oikos* 117: 354-361.
- [43] Holzschuh, A., Steffan-Dewenter, I., Kleijn, D. & Tschamtkke, T. (2007): Diversity of flower-visiting bees in cereal fields: effects of farming system, landscape composition and regional context. *Journal of Applied Ecology* 44: 41-49.
- [44] Holzschuh, A., Steffan-Dewenter, I. & Tschamtkke, T. (2010): How do landscape composition and configuration, organic farming and fallow strips affect the diversity of bees, wasps and their parasitoids? *Journal of Animal Ecology* 79: 491-500.
- [45] Rundlöf, M., Nilsson, H. & Smith, H.G. (2008): Interacting effects of farming practice and landscape context on bumble bees. *Biological Conservation* 141: 417-426.
- [46] Williams, N.M. & Kremen, C. (2007): Resource distributions among habitats determine solitary bee offspring production in a mosaic landscape. *Ecological applications* 17: 910-921.
- [47] Kremen, C., Williams, N.M. & Thorp, R.W. (2002): Crop pollination from native bees at risk from agricultural intensification. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* 99: 16812-16816.
- [48] Andersson, G.K.S., Rundlöf, M. & Smith, H.G. (2012): Organic Farming Improves Pollination Success in Strawberries. *PLoS ONE* 7(2): e31599. doi:10.1371/journal.pone.0031599.

Impressum

Éditeur:

Institut de recherche de l'agriculture biologique (FiBL)
Ackerstrasse 113, case postale 219, CH-5070 Frick
Tél.: +41 (0)62 8657-272, Télécopie: -273
info.suisse@fibl.org, www.fibl.org

Auteurs: Lukas Pfiffner (FiBL), Andreas Müller (EPF Zurich)

Rédaction: Gilles Weidmann (FiBL)

Traduction: Christian Houba

Mise en page: Daniel Gorba (FiBL)

Crédits photographiques: Mike Hermann: p. 2 (2); Bernhard Jacobi: p. 1 (3); Andreas Müller: p. 3 (1, 2); ETH-Bibliothek Zurich, Albert Krebs, Winterthur: p. 1 (2), 2 (1), 4 (2), 5 (2), 7 (2); Lukas Pfiffner: p. 1 (1), 4 (1), 5 (1), 6 (1, 2), 7 (1), 8 (1, 2)

Prix de la version imprimée: 5.00 Euro, 6.00 CHF (TVA comprise)

Numéro de commande FiBL: 1646

Numéro ISBN: 978-3-03736-256-3

© FiBL 2014

La version en ligne de cette fiche est disponible gratuitement sur www.shop.fibl.org.

Photographie de couverture:

Les paysages qui, grâce à une agriculture diversifiée et extensive, offrent en permanence une grande variété de fleurs et une multitude de petites structures sur une surface limitée sont particulièrement riches en abeilles sauvages. Parmi les espèces d'abeilles sauvages caractéristiques des zones agricoles figure l'abeille des sables (*Andrena agillissima*) qui a besoin de la moutarde des champs (*Sinapis arvensis*) comme source de pollen et de fissures dans le sol, bien exposées au soleil, pour construire son nid.