



PIQÛRE DE RAPPEL – VIVRE SANS PESTICIDES

SOLUTIONS POUR UNE AGRICULTURE ÉCOLOGIQUE

Mai 2014

GREENPEACE

PIQÛRE DE RAPPEL – VIVRE SANS PESTICIDES

Solutions pour une agriculture écologique

Résumé	3
1 : Introduction	9
2: Facteurs à l'origine du déclin des abeilles et conséquences pour l'agriculture	15
3: Agriculture écologique / agriculture industrielle : quels impacts pour les abeilles ?	21
4: Abandonner les pesticides chimiques de synthèse grâce à la lutte antiparasitaire écologique (biocontrôle)	41
Références	56

Pour en savoir plus, contacter :

Anaïs Fourest, chargée de campagne agriculture,
Greenpeace France
anais.fourest@greenpeace.org
Tél. : +33 1 80 96 96 96

Rédaction : Michelle Allsopp, Reyes Tirado, Paul Johnston, David Santillo et Patricia Lemmens

Produit par : Steve Erwood

Traduit de l'anglais par : Delphine de la Encina

Image couverture : © Axel Kirchhof / Greenpeace

Graphiques abeilles : © Karunakar Rayker, RGBStock.com

JN 466

Publié en mai 2014 par :

Greenpeace International
Ottho Heldingstraat 5
1066 AZ Amsterdam
Pays-Bas
Tél. : +31 20 7182000

greenpeace.org

RÉSUMÉ



Le bourdon lapidaire
ou bourdon des pierres
(*bombus lapidarius*).

© Prof. Felix Wäckers,
université de Lancaster,
Royaume-Uni

Le déclin massif des abeilles sauvages et domestiques constaté ces dernières années en Europe et en Amérique du Nord est très préoccupant car nous sommes dépendants de ces pollinisateurs, que ce soit pour la biodiversité ou pour la sécurité alimentaire mondiale. En Europe, par exemple, les populations d'abeilles domestiques ont chuté de 25 % entre 1985 et 2005. Cet effondrement des colonies a entraîné une « crise de la pollinisation » à l'échelle mondiale. Les services de pollinisation rendus par les abeilles sont désormais limités, et les rendements et la qualité des récoltes pourraient en être affectés.

La recherche scientifique montre qu'il est essentiel de préserver la diversité des espèces sauvages d'abeilles pour garantir la durabilité de la production agricole. Il est donc impossible de dépendre exclusivement des abeilles domestiques pour assurer la pollinisation. D'après de récentes études scientifiques, l'agriculture industrielle intensive contribue au déclin des abeilles et des services de pollinisation, qui sont pourtant indispensables pour nos cultures et pour les fleurs sauvages. L'utilisation de plus en plus répandue d'engrais, d'herbicides et d'insecticides, leurs effets synergétiques néfastes pour la santé des pollinisateurs (Johnston *et al.* 2014 ; Tirado *et al.* 2013) et la disparition des habitats naturels et semi-naturels au niveau des champs, des exploitations et du paysage constituent les principaux moteurs du syndrome de l'effondrement des colonies d'abeilles. L'agriculture industrielle moderne pose également d'autres problèmes : résistance accrue des nuisibles et des adventices, dégradation de la fertilité des sols et de leur capacité à retenir l'eau, contamination des nappes phréatiques, consommation importante d'énergie, émissions élevées de CO₂, réduction des capacités de résilience et vulnérabilité accrue aux changements climatiques. Les agriculteurs sont en outre de plus en plus dépendants des produits chimiques et des semences commercialisés par les multinationales du secteur. Les pratiques agricoles industrielles qui prévalent aujourd'hui ont donc de nombreuses répercussions négatives.

Un modèle alternatif, basé sur l'agriculture écologique moderne, pourrait garantir la production alimentaire et éviter ces effets négatifs. Les travaux scientifiques présentés dans le présent rapport montrent que la mise en place d'un modèle agricole écologique est possible, et qu'en réalité il s'agit de la seule solution face aux problèmes toujours plus nombreux posés par l'agriculture industrielle. L'agriculture écologique repose notamment sur des méthodes biologiques et favorise la biodiversité au sein des exploitations agricoles, ainsi que la restauration d'habitats semi-naturels en tant que zones de compensation écologique pour les abeilles et d'autres espèces. L'agriculture écologique exclut l'utilisation de pesticides et d'herbicides chimiques de synthèse, préservant ainsi les abeilles des effets toxiques de ces produits agrochimiques.

Présentation du contenu

Le chapitre 1 revient sur le rôle crucial que jouent les abeilles pour la sécurité alimentaire à l'échelle mondiale, tandis que le chapitre 2 décrit les facteurs responsables de leur déclin. Le chapitre 3 présente une analyse de l'impact des méthodes et des paysages agricoles sur les abeilles, ainsi que des recommandations pour la protection et la restauration des populations d'abeilles en Europe, formulées sur la base de données scientifiques. Le chapitre 4 passe en revue la littérature scientifique consacrée aux méthodes écologiques de lutte contre les parasites qui pourraient mettre fin à l'utilisation de pesticides chimiques de synthèse. La recherche et les pratiques agro-écologiques existantes confirment que nous n'avons pas besoin des pesticides pour lutter contre les ravageurs présents sur nos exploitations.

Greenpeace a produit une série de vidéos qui illustrent à travers des exemples, des pratiques d'agriculture écologique. À travers le récit d'agriculteurs, de scientifiques, de représentants de recherche ou encore d'entreprises de différents pays européens, on constate qu'il est possible d'obtenir de bons résultats avec les techniques agricoles écologiques. Ces solutions sont présentées dans les encadrés intitulés « piqûre de rappel » tout au long du rapport : renforcement des prédateurs naturels des nuisibles dans les champs de coton en Espagne, dans les roseraies et les cultures de poivrons sous serre aux Pays-Bas, aménagement de cultures de couverture dans les vignes françaises et plantation de fleurs en bordure de champs de pommes de terre aux Pays-Bas pour attirer les prédateurs naturels des aphides.

Le présent rapport montre clairement que la solution pour garantir la survie des différentes espèces européennes d'abeilles et des abeilles domestiques est de passer à une agriculture écologique. L'agro-écologie vise à préserver les écosystèmes et leurs fonctions, et donc les populations d'abeilles indigènes et les services de pollinisation qu'elles fournissent. Cette méthode de production agricole garantit la disponibilité d'aliments sains aujourd'hui et demain en protégeant les sols, les eaux et le climat. Elle favorise la biodiversité et ne contamine pas l'environnement avec des produits chimiques ou des organismes génétiquement modifiés. Elle fait appel à des méthodes respectueuses de l'environnement pour lutter contre les parasites et fertiliser les sols. Enfin, elle repose sur la rotation des cultures, l'implantation de cultures de couverture et de cultures mixtes et le recours aux variétés résistantes à certaines maladies, et encourage l'évolution permanente des connaissances scientifiques.

Abeilles et paysages agricoles : ce que nous apprend la science

L'agriculture écologique a des effets positifs pour les abeilles : la recherche montre qu'elle renforce la diversité et l'abondance des abeilles.

- La gestion écologique des cultures arables favorise la présence de plantes herbacées à fleurs dans les champs et en bordure, ce qui améliore la diversité et l'abondance des espèces d'abeilles endémiques.
- La gestion écologique des pâturages augmente la couverture végétale et la diversité des plantes herbacées à fleurs, ce qui est bénéfique pour les abeilles.
- Les prairies de fauche gérées de façon traditionnelle constituent un habitat très important pour les pollinisateurs sauvages car elles offrent d'abondantes ressources florales. Il a été établi que le déclin des populations de bourdons en Europe est lié à la disparition des prairies de fauche traditionnelles.

Les habitats naturels et semi-naturels sont essentiels pour les abeilles :

la présence d'habitats naturels et semi-naturels de haute qualité au sein des exploitations et des paysages agricoles (zones boisées, haies vives, herbacés en marge des champs, etc.) est un élément crucial pour la survie des abeilles. Ces habitats sont indispensables à l'hivernage, à l'approvisionnement des nids et à l'alimentation (pollen et nectar des fleurs sauvages). D'après certaines études scientifiques, le renforcement des zones d'habitat naturel et semi-naturel au cœur des exploitations et des paysages agricoles améliore la diversité et l'abondance des espèces endémiques d'abeilles. En revanche, les exploitations agricoles gérées selon des méthodes industrielles intensives (généralement de vastes monocultures comportant peu d'habitats semi-naturels) présentent une diversité et une abondance de pollinisateurs moindre. L'agriculture industrielle intensive ne favorise donc pas les abeilles sauvages ni les services de pollinisation, ce qui est un facteur de grande inquiétude.

Une agriculture sans pesticides chimiques de synthèse est possible :

des solutions écologiques de lutte contre les parasites existent. Par exemple, le renforcement des prédateurs naturels (coccinelles, chrysopes, araignées, parasitoïdes et certains coléoptères) permet de lutter contre les parasites qui s'attaquent aux cultures. Des études scientifiques ont montré que les ennemis naturels pouvaient éradiquer les ravageurs et garantir une lutte antiparasitaire naturelle, sans recours aux produits chimiques de synthèse.

Il a également été démontré que la diversité et l'abondance des prédateurs naturels des parasites étaient plus importantes sur les exploitations d'agriculture biologique. Les paysages agricoles plus hétérogènes et diversifiés, composés de petites parcelles arables et d'une mosaïque d'habitats semi-naturels, abritent davantage d'ennemis naturels et sont donc plus à même de favoriser la lutte antiparasitaire naturelle. À l'inverse, les paysages agricoles homogènes comportant peu d'habitats semi-naturels, caractéristiques de l'agriculture industrielle intensive, n'encouragent pas l'installation des ennemis naturels des parasites. De plus, l'utilisation de pesticides chimiques de synthèse peut être fatale pour ces prédateurs.

L'agro-biodiversité fonctionnelle (FAB) consiste à favoriser la présence, dans et autour des parcelles cultivées, d'éléments de la biodiversité sauvage qui fournissent des services écosystémiques essentiels à une production agricole durable, et qui peuvent aussi être bénéfiques pour l'environnement régional et mondial et pour l'ensemble de la population (ELN-FAB 2012). La FAB est entièrement compatible avec l'agriculture écologique. Elle repose sur des stratégies scientifiques et peut être intégrée aux systèmes agricoles biologiques et durables. Cette méthode a déjà fait ses preuves. Par exemple, l'ensemencement de diverses variétés de fleurs sauvages sur ou à proximité des zones arables permet de fournir des ressources florales (pollen et nectar) aux abeilles. Des mélanges de semences ont également été conçus pour renforcer les ennemis naturels et sont plantés en bordure des terres cultivées.



En s'appuyant sur le travail approfondi mené ces dernières années, il est désormais possible d'indiquer précisément aux agriculteurs quels mélanges de semences utiliser et comment gérer les parcelles pour optimiser les résultats de la lutte contre les parasites et limiter au maximum les effets négatifs.



– Wäckers (2012)

Conclusion : solutions pour préserver les abeilles et favoriser l'agriculture écologique

À partir des travaux scientifiques cités dans le présent rapport, et des études précédemment publiées par Greenpeace sur les abeilles, nous avons formulé les recommandations suivantes qui visent à protéger et renforcer les populations d'abeilles dans les paysages agricoles et à garantir une pollinisation adéquate des cultures et des fleurs sauvages.

- 1. Il faut cesser progressivement d'utiliser les pesticides chimiques (herbicides, fongicides et insecticides) d'un bout à l'autre de l'Europe, au profit de pratiques agricoles écologiques.** Les pesticides tuent ou fragilisent les abeilles, les ennemis naturels et d'autres espèces sauvages. Ils peuvent également présenter des dangers pour la santé humaine. L'utilisation d'herbicides dans l'agriculture industrielle diminue les ressources florales au sein et en bordure des terres arables, et la pulvérisation d'herbicides et d'engrais minéraux dans les prairies contribue à la raréfaction de ces ressources, ce qui est préjudiciable pour les abeilles. La solution est de s'orienter vers une agriculture écologique qui rendrait inutile le recours aux pesticides et herbicides de synthèse.
- 2. La priorité doit être donnée à la conservation de l'habitat.** La conservation des habitats naturels et semi-naturels dans et autour des parcelles cultivées est essentielle à la préservation de la biodiversité sauvage, des espèces d'abeilles indigènes et des ennemis naturels des ravageurs. La dégradation continue de ces habitats compromet la survie de ces espèces qui sont pourtant bénéfiques à l'agriculture et à la diversité biologique dans son ensemble.
- 3. La restauration des habitats semi-naturels au sein des exploitations agricoles dans le cadre des mesures agro-environnementales (MAE) doit permettre de fournir aux abeilles des ressources florales et des sites de nidification.** Les données scientifiques montrent qu'il est essentiel de renforcer les habitats semi-naturels au sein des exploitations agricoles pour soutenir le rétablissement des populations d'abeilles sauvages, et pour maintenir à leur niveau maximum les services de pollinisation des cultures et des plantes sauvages. On estime ainsi qu'une augmentation de 10 % du nombre d'habitats de haute qualité va de pair avec une progression de 37 % en moyenne de l'abondance et de la diversité des abeilles sauvages (Kennedy *et al.* 2013).

Il est indispensable de veiller à la conservation et à la restauration des habitats semi-naturels au sein et en bordure des paysages agricoles pour garantir la diversité des plantes à fleurs sauvages dont les abeilles ont besoin pour le butinage, la nidification et l'hivernage. Les plantes herbacées en lisière des champs, les jachères, les prairies semi-naturelles, les haies et les zones boisées sont des écosystèmes dont l'importance pour les abeilles domestiques et sauvages a été démontrée. La gestion traditionnelle des prairies de fauche présente des avantages pour les abeilles : la fauche tardive améliore les ressources florales disponibles pour les pollinisateurs, et la conservation de bandes non fauchées crée des zones de refuge. Les exploitations qui se caractérisent par une mosaïque de zones cultivées et d'habitats semi-naturels diversifiés sont idéales pour les abeilles. Pour garantir une efficacité sur l'ensemble des paysages agricoles et optimiser les bénéfices pour les abeilles et autres espèces, il est par ailleurs nécessaire de relier les habitats semi-naturels entre eux, à plus grande échelle. La mise en place de zones de conservation écologiques à cheval sur plusieurs exploitations nécessite la collaboration active de toutes les parties prenantes, notamment des agriculteurs et des autorités chargées de la réglementation.

- 4. Il faut renforcer les habitats grâce à la mise en place de bandes de fleurs sauvages dans le cadre des mesures agro-environnementales (MAE).** Il faut encourager l'ensemencement de diverses plantes et légumineuses indigènes

pour favoriser la production de pollen et de nectar et la disponibilité des ressources florales pour les abeilles. Dans le cadre des MAE, il convient en outre de mettre à profit les connaissances scientifiques déjà disponibles pour privilégier l'application de l'agro-biodiversité fonctionnelle (FAB), et notamment l'adoption de mélanges de semences visant à renforcer la présence des prédateurs naturels des nuisibles, et le recours à des techniques naturelles de lutte antiparasitaire. Des crédits de recherche doivent être alloués au développement de la FAB et des méthodes naturelles de lutte contre les ravageurs.

Recommandations politiques

Greenpeace demande aux agriculteurs, aux industriels et aux responsables politiques de réagir face à la crise profonde que traverse l'agriculture et de relever les défis qu'elle pose à long terme. Si l'on veut sauver les abeilles et, partant, notre alimentation, nous devons prendre des initiatives concrètes pour renoncer aux pesticides tueurs d'abeilles et autres intrants chimiques de synthèse. Il est également nécessaire d'encourager le renforcement de la biodiversité au sein des espaces agricoles et l'adoption de modèles agricoles écologiques. Les recommandations politiques suivantes doivent être mises en œuvre sans délai :

1. **Interdire immédiatement et totalement tous les pesticides nocifs pour les abeilles et autres pollinisateurs.** Parmi ces produits se trouvent le chlorpyrifos, la cyperméthrine et la deltaméthrine. De plus, l'interdiction partielle de l'imidaclopride, du thiaméthoxame, de la clothianidine et du fipronil (insecticides systémiques) doit être pérennisée et étendue (Johnston *et al*, 2014).
2. **Adopter des plans d'action coordonnés pour les abeilles.** Ces plans doivent viser non seulement à renforcer la réglementation et le contrôle des produits chimiques agricoles, mais aussi à faciliter la surveillance de la santé des abeilles et des autres pollinisateurs. Ils doivent en outre permettre d'améliorer la conservation des habitats naturels et semi-naturels aux abords des surfaces cultivées, et de renforcer la biodiversité sur les zones de culture.
3. **Abandonner les pratiques agricoles destructrices, basées sur l'utilisation intensive de produits chimiques, au profit de modèles écologiques en injectant davantage de fonds publics et privés dans la recherche et le développement de pratiques agricoles écologiques.** Les responsables politiques européens doivent veiller à ce que davantage de subventions soient accordées à la recherche sur des alternatives agricoles écologiques dans le cadre du programme de recherche européen Horizon 2020.
4. **Instaurer des services de conseil agricole.** Les États membres de l'UE doivent mettre à profit les systèmes de conseil agricole prévus par la PAC pour favoriser le partage entre tous les agriculteurs européens des connaissances sur les pratiques agricoles respectueuses des abeilles et les alternatives non chimiques de lutte antiparasitaire.
5. **Mettre en place des surfaces d'intérêt écologique.** Les États membres de l'UE doivent garantir que la mise en place de surfaces d'intérêt écologique vise véritablement à protéger et à renforcer la biodiversité et les fonctions des systèmes agricoles, telles que la pollinisation et la régulation des populations de parasites.

Outre ces recommandations qui intéressent directement l'Union européenne, il est essentiel de valoriser la durabilité de l'agriculture à l'échelle mondiale, notamment en appliquant les mesures préconisées dans le cadre de l'Évaluation internationale des connaissances, des sciences et des technologies agricoles pour le développement (IAASTD).



Ces fruits et les légumes ont été pollinisés par les abeilles. Il est important que les populations d'abeilles soient en bonne santé, tant sur le plan écologique qu'économique.

© Axel Kirchhof / Greenpeace

1 : INTRODUCTION



Abeille butinant
des fleurs de colza,
Allemagne.

© Fred Dott /
Greenpeace

L'importance de la pollinisation : les abeilles, garantes de la sécurité alimentaire mondiale

La pollinisation est un processus indispensable pour les graines et les fruits des plantes à fleurs. Certaines espèces animales, principalement des insectes, assurent la pollinisation de nombreuses plantes à fleurs. On estime ainsi que 87,5 % des espèces de plantes à fleurs dépendent de la pollinisation animale (zoogamie) (Ollerton *et al.* 2011). Parmi les agents pollinisateurs, les abeilles sauvages et domestiques sont les plus importantes (Breeze *et al.* 2011). Elles jouent un rôle crucial pour la pollinisation de nos cultures, garantissant la production et de bons rendements, mais aussi des plantes sauvages, préservant les écosystèmes naturels. D'après les estimations de l'Organisation des Nations unies pour l'alimentation et l'agriculture (FAO), sur les 100 espèces qui assurent 90 % de l'alimentation mondiale, 71 dépendent de la pollinisation des abeilles. Rien qu'en Europe, la pollinisation animale intervient dans la production de 84 % des 264 espèces cultivées et dans celle de plus de 4 000 variétés de légumes (PNUE, 2010).

Ainsi, de nombreuses cultures dépendent de la pollinisation des abeilles (pommes, agrumes, tomates, melons, framboises, abricots, pêches, cerises, raisins, olives, carottes, oignons, citrouilles, haricots, concombres, tournesols, coton, luzerne, lavande ainsi que différentes noix et herbes). De plus, les abeilles assurent la pollinisation de plantes fourragères (trèfle ou luzerne) essentielles pour les industries de la viande et des produits laitiers (Abrol 2012).

Les cultures céréalières comme le blé, le riz et le maïs, qui comptent parmi les denrées les plus consommées au niveau mondial, sont essentiellement pollinisées par le vent et ne dépendent pas des insectes pollinisateurs. Cependant, le rendement de nombreuses autres espèces végétales dépend de la pollinisation croisée par les abeilles ou en tirent profit. En réalité, la pollinisation animale entraîne une amélioration du rendement des fruits et des semences pour 75 % des principales cultures vivrières mondiales (Klein *et al.* 2007). Souvent, une fleur correctement pollinisée contiendra davantage de grains et bénéficiera de meilleures conditions de germination, et donnera donc des fruits plus charnus et mieux formés. Une bonne pollinisation peut aussi permettre de réduire les délais entre floraison et nouaison, et ainsi atténuer les risques d'exposition des fruits aux nuisibles, aux maladies, aux intempéries et aux produits agrochimiques, et diminuer la consommation d'eau (PNUE 2010).

On peut donc affirmer que les abeilles domestiques et sauvages sont essentielles à la sécurité alimentaire mondiale car elles jouent un rôle primordial dans la pollinisation de nombreuses cultures et permettent d'améliorer les rendements.

La diversité des abeilles sauvages, facteur essentiel de la production agricole

Les abeilles mellifères sont les pollinisateurs domestiques les plus utilisés par les agriculteurs, et leur présence sur les zones cultivées est souvent plus importante que celle des autres communautés de pollinisateurs (Klein *et al.* 2007). Les abeilles domestiques sont des espèces capables de polliniser de nombreuses variétés de fleurs sauvages et de cultures. L'agriculture moderne est largement tributaire des ruches pour ses besoins de pollinisation (Abrol 2012).

Les abeilles sauvages regroupent les abeilles solitaires et les abeilles sociales (qui construisent des nids), dont les abeilles mellifères sauvages, les bourdons et les mélipones (abeilles sans aiguillon). Il existe 20 000 espèces d'abeilles dans le monde, dont 750 en Europe centrale (Michener 2007, Westrich 1990). Si certaines espèces d'abeilles sauvages sont dites « généralistes » et peuvent polliniser une grande variété de fleurs, d'autres dépendent de certaines espèces végétales nécessaires à leur survie. Toutes les abeilles n'aiment donc pas les mêmes plantes. La nature est si diverse que chaque espèce végétale doit être « compatible » avec une espèce d'abeilles (Soil Association 2013). Par exemple, le travail de pollinisation des abeilles à langue longue est indispensable pour les haricots secs, tandis que le trèfle violet et les fleurs des champs dépendent en grande partie du bourdon (Blake *et al.* 2011). Par ailleurs, l'efficacité de la pollinisation influence le rendement des récoltes. Ainsi, la pollinisation des pommes par les abeilles maçonnes (*osmias*) est plus efficace que celle des abeilles à miel, et l'intervention d'abeilles domestiques et sauvages est nécessaire à l'obtention de framboises d'une qualité suffisante pour être commercialisées (Breeze *et al.* 2012).

Les recherches menées sur ce sujet montrent clairement que la diversité des espèces d'abeilles sauvages est un facteur clé d'une production agricole durable. Si l'on sait de longue date que les abeilles domestiques contribuent de façon considérable à la pollinisation des cultures – et donc à la production agricole – un nombre croissant de données indiquent que les abeilles sauvages jouent un rôle plus important qu'on ne l'aurait soupçonné (Winfree *et al.* 2008). D'après une étude menée récemment sur 41 systèmes agricoles dans le monde entier, les abeilles domestiques transfèrent de grandes quantités de pollen – mais de façon très inefficace (Garibaldi *et al.* 2013). En revanche, lorsque la zoogamie des plantes à fleurs est assurée par des insectes pollinisateurs sauvages (principalement les abeilles), la nouaison est multipliée par deux. De plus, la nouaison des plantes fruitières est plus régulière lorsqu'elle est assurée par des pollinisateurs sauvages. Les auteurs de cette étude affirment : « On considère généralement que les abeilles domestiques peuvent se substituer aux pollinisateurs sauvages. Or nos résultats montrent qu'elles ne permettent pas d'optimiser la pollinisation, ni de totalement compenser le rôle joué par différents insectes sauvages dans la nouaison de nombreuses cultures et exploitations sur l'ensemble des continents. » Les résultats de cette étude suggèrent que les abeilles domestiques complètent mais ne remplacent pas le travail de pollinisation des abeilles sauvages et d'autres insectes pollinisateurs.

La recherche a confirmé que la pollinisation des plantes sauvages est plus efficace lorsqu'elle est assurée par des communautés de pollinisateurs diversifiées (essentiellement des abeilles sauvages) (Breeze *et al.* 2012). Il a également été démontré que les rendements des cultures pollinisées par des insectes étaient plus instables lorsque la communauté de pollinisateurs (dans une région donnée) comporte peu

d'espèces différentes (Garibaldi *et al.* 2011). Pour garantir l'efficacité de la pollinisation et une production agricole optimale, il faut donc compter sur le travail de diverses populations d'espèces d'abeilles sauvages.

Depuis ces dernières années, les populations d'abeilles sauvages connaissent un déclin manifeste et alarmant. Les abeilles domestiques sont elles aussi gravement touchées. Le syndrome de l'effondrement des colonies a été identifié comme un problème majeur au début des années 1990. Depuis, on parle d'une véritable « crise de la pollinisation », due à l'extinction localisée de pollinisateurs, voire à un déclin du nombre et de la viabilité des espèces pollinisatrices à l'échelle mondiale (Abrol 2012).

Tour du monde du déclin des abeilles sauvages et domestiques

La science est désormais formelle : l'Europe et l'Amérique du Nord souffrent d'un déclin massif des abeilles sauvages et domestiques. Bien que les études soient limitées, il est probable que ce phénomène se vérifie à l'échelle mondiale (Potts *et al.* 2010). Il semble que ce déclin concerne aussi bien la diversité que l'abondance des espèces d'abeilles sauvages.

Par exemple, d'après le rapport publié en 2013 par le Groupe de spécialistes des bourdons de l'Union internationale pour la conservation de la nature (UICN BBSG 2013), sur les 68 espèces de bourdons recensées en Europe, 31 sont en recul (soit 46 %), et leur situation est qualifiée de « grave ». Dans une grande partie de la Belgique et du Royaume-Uni, ces insectes subissent un déclin continu. Ainsi, au Royaume-Uni, sur les 16 espèces de bourdons (non parasitaires) recensées, six ont enregistré un recul considérable (le *Bombus subterraneus* a notamment disparu) et quatre sont probablement en diminution (Potts *et al.* 2010).

Un déclin parallèle des plantes entomophiles, des abeilles sauvages et des syrphes pollinisateurs a été identifié au Royaume-Uni et en Nouvelle-Zélande, en particulier chez les espèces dites « spécialistes » (Biesmeijer *et al.* 2006). D'après les auteurs de cette étude, la diversité des abeilles solitaires a diminué de 52 % en Angleterre. Si on considère que les espèces spécialistes sont les plus exposées, les espèces généralistes sont elles aussi vulnérables (Potts *et al.* 2010). En Europe centrale, entre 25 % et 68 % des espèces d'abeilles sauvages sont menacées, les chiffres variant d'un pays et d'une région à l'autre.

Les populations d'abeilles domestiques ont chuté de 25 % en Europe entre 1985 et 2005. Nous savons que cette diminution est en partie due au *varroa destructor*, un acarien ectoparasite invasif venu d'Asie. Ce parasite est à l'origine des pertes de la plupart des colonies d'abeilles sauvages en Europe et aux États-Unis (Potts *et al.* 2010).

D'autres insectes pollinisateurs ont également subi un déclin majeur. Par exemple, selon un indicateur scientifique de l'abondance des papillons, les populations de papillons ont diminué de près de 50 % entre 1990 et 2011 en Europe, principalement en raison de l'intensification agricole dans les régions du nord-ouest : les prairies naturelles, riches en biodiversité, sont converties en terres arables, ce qui les transforme en « zones stériles » n'abritant plus que quelques espèces florales essentielles aux papillons. Autre facteur de ce déclin : l'abandon des modes de gestion traditionnels des prairies dans les zones montagneuses et humides, en raison de la détérioration des conditions socio-économiques dans le sud et l'est de l'Europe. Les prairies sont ainsi devenues hautes et prédominantes, laissant place aux broussailles.



Les pollinisateurs sauvages sont en déclin et les abeilles domestiques ne peuvent pas compenser leur disparition.



– Tylianakis (2013)



Entre 25 % et 68 % des espèces d'abeilles sauvages d'Europe centrale sont en danger, les chiffres variant d'un pays et d'une région à l'autre.



– Zurbuchen et Müller (2012)

Solution pour inverser la tendance : l'agriculture écologique

Plusieurs facteurs contribuant au déclin des abeilles sauvages ont été identifiés : perte de l'habitat, disponibilité insuffisante de fleurs sauvages sur les exploitations en raison de l'agriculture industrielle, utilisation de pesticides chimiques de synthèse qui tuent ou fragilisent les abeilles, maladies et parasites, impacts des changements climatiques (voir chapitre 2).

Les deux premiers facteurs peuvent être contrés par la mise en place des solutions prouvées qu'offre l'agriculture écologique, notamment la conservation et la restauration de l'habitat semi-naturel sur les zones de cultures et les paysages agricoles.

L'agriculture écologique (voir Encadré 1), repose sur des méthodes agricoles biologiques, telles que la lutte écologique contre les ravageurs, et tire parti des avancées scientifiques en matière de sélection des plantes (notamment la sélection assistée par marqueurs pour le développement des semences). Elle intègre l'agro-biodiversité fonctionnelle (FAB), par exemple l'élaboration de mélanges de semences de fleurs sauvages pour répondre aux besoins des abeilles et des espèces qui contribuent à lutter contre les nuisibles (ennemis naturels). Toutes ces solutions qu'offre l'agriculture écologique peuvent être intégrées aux pratiques agricoles européennes. L'essor récent des pratiques agricoles écologiques en Europe montre qu'une agriculture sans pesticides est possible, rentable et sans danger pour l'environnement. Dans l'ensemble des pays de l'Union européenne, la surface des cultures biologiques représentait 9,6 millions d'hectares en 2011, contre 5,7 millions d'hectares en 2002. L'agriculture biologique représente aujourd'hui 5,4 % de l'ensemble des terres agricoles en Europe (cultures arables, vergers et élevage).

Encadré 1 : L'agriculture écologique

L'agriculture écologique garantit la production d'aliments sains aujourd'hui et demain, en protégeant les sols, l'eau et le climat. Elle favorise la biodiversité et ne pollue pas l'environnement avec des intrants chimiques ou des organismes génétiquement modifiés (OGM).

L'agriculture écologique offre de nombreux avantages :

1. Elle garantit aux communautés l'autosuffisance alimentaire et des aliments sains.
2. Elle protège les sols de l'érosion et de la dégradation et améliore leur fertilité, préserve les ressources en eau et les habitats naturels et réduit les émissions de gaz à effet de serre.
3. Elle constitue une stratégie d'atténuation des changements climatiques et d'adaptation à leurs effets. Elle peut fournir de vastes puits de carbone et offre de nombreuses autres options pour atténuer le dérèglement du climat. De plus, le respect de la biodiversité est le moyen le plus efficace d'adapter l'agriculture aux futures conditions climatiques. L'implantation de différentes cultures et espèces sur une même parcelle agricole est un moyen fiable et éprouvé d'améliorer la résistance des exploitations face à l'imprévisibilité des conditions météorologiques
4. L'agriculture écologique se sert de la nature tout en la protégeant. Elle tire parti des services que nous offre la nature, tels que la biodiversité, les cycles nutritifs, la régénération des sols et les prédateurs naturels des nuisibles, et intègre ces services écosystémiques à des modèles agro-écologiques qui garantissent une alimentation saine pour aujourd'hui et pour demain.



Carottes, concombres et poireaux
sur les étals du maraîcher.

© Axel Kirchhof / Greenpeace



Abeille morte. Il faut de toute urgence interdire les pesticides tueurs d'abeilles. Cette élimination est un premier pas indispensable vers la protection de la santé des populations d'abeilles.

© Fred Dott / Greenpeace

2 : FACTEURS À L'ORIGINE DU DÉCLIN DES ABEILLES ET CONSÉQUENCES POUR L'AGRICULTURE



Tracteur épandant des pesticides sur des cultures de choux, Espagne.

© Greenpeace / Ángel García

Facteurs impliqués dans le déclin des abeilles sauvages et domestiques

De l'avis général, la dégradation des populations d'abeilles et de leur santé résulte de facteurs multiples, connus ou non identifiés, pouvant agir séparément ou en combinaison (Williams *et al.* 2010, Potts *et al.* 2010). Les principales raisons (avérées ou supposées) du déclin des abeilles sont : **l'intensification de l'utilisation des sols** liée aux méthodes agricoles industrielles et entraînant une perte d'habitat ; **l'utilisation de pesticides** toxiques pour les abeilles et l'utilisation d'herbicides en bordure des champs, pratiques qui détruisent les fleurs sauvages desquelles se nourrissent les abeilles ; **les agents pathogènes** (maladies et parasites) ; **les changements climatiques**.

Intensification de l'utilisation des sols

L'urbanisation et l'intensification croissante de l'agriculture ont détruit et fragmenté de nombreux habitats naturels (Vanbergen *et al.* 2013). L'agriculture intensive est le moteur de la disparition des habitats naturels et semi-naturels au sein des zones cultivées. Ces espaces auparavant inexploités sont détruits et transformés en terrains agricoles toujours plus vastes. Il en résulte une disparition des haies, des bordures, de la végétation arbustive, des anciens champs, des prairies naturelles et des zones boisées. La disparition de ces habitats naturels et semi-naturels s'accompagne en parallèle de la diminution de la diversité des plantes sauvages. La perte de ces habitats et de la diversité florale entraîne la disparition des zones de nidification et des ressources de butinage pour les abeilles. En réalité, on considère que la perte d'habitat est l'un des principaux responsables du déclin des abeilles. D'après les recherches menées sur ce sujet, elle serait à l'origine de la diminution de la diversité et de l'abondance des abeilles sauvages (Potts *et al.* 2010). L'agriculture industrielle a également induit la conversion des prairies de fauche traditionnelles (qui abritent une diversité florale exceptionnelle très prisée des abeilles sauvages) en champs destinés à la production d'ensilage, dans lesquels les plantes à fleurs sauvages sont coupées bien avant la floraison (Piffner et Müller 2014). D'autres pratiques telles que le labour, l'irrigation et le déracinement de la végétation ligneuse contribuent à la destruction des zones de nidification des abeilles sauvages (Kremen *et al.* 2007).

Les monocultures, caractéristiques de l'agriculture industrielle, et plus généralement la diversité insuffisante des fleurs sauvages au sein et autour des terres cultivées, limitent les ressources alimentaires des abeilles à la fois dans le temps et dans l'espace.

L'intensification de l'agriculture peut affamer les abeilles (Tirado *et al.* 2013), avec des effets potentiellement préjudiciables pour les abeilles qui ont besoin de trouver un équilibre nutritionnel optimal pour garantir leur croissance et leur reproduction (Vanbergen *et al.* 2013). Les cultures à fleurs, comme le colza (canola), peuvent représenter une source d'alimentation alternative pour les espèces d'abeilles sauvages qui sont capables de les exploiter efficacement, ce qui n'est pas le cas des espèces les plus spécialisées. De plus, ces ressources alimentaires ne sont disponibles que pendant quelques semaines, lors de la saison estivale. Or les abeilles (domestiques ou sauvages) ont besoin de pollen et de nectar tout au long de la saison de butinage. Par ailleurs, toutes les espèces sauvages n'étant pas actives au même moment, il est nécessaire que des ressources florales soient disponibles du début du printemps jusqu'à la fin de l'automne (Veromann *et al.* 2012, Pfiffner et Müller 2014). Les abeilles sauvages ont besoin des espèces de fleurs sauvages endémiques des habitats semi-naturels pour trouver les ressources florales nécessaires (Rollin *et al.* 2013).

Agriculture intensive en chimie – utilisation des pesticides et impacts sur les abeilles

Notre modèle agricole actuel repose sur l'utilisation de pesticides à grande échelle. Les fleurs, les sites de nidification et l'environnement général dans lequel évoluent les abeilles sont souvent contaminés par des produits chimiques, essentiellement des pesticides (insecticides, herbicides et fongicides), notamment les poussières issues des exploitations agricoles. Ces substances chimiques sont appliquées sur les cultures, mais elles contaminent les abeilles par le biais du nectar, du pollen, mais aussi de l'air, de l'eau et du sol. Ces pesticides (ou cocktails de pesticides) peuvent s'avérer toxiques pour les abeilles à court terme ou, à faibles doses, entraîner des effets chroniques qui affaiblissent voire tuent les abeilles. Ces conséquences négatives de l'utilisation des pesticides sont décrites en détail dans deux rapports publiés récemment par Greenpeace : *Le déclin des abeilles* (Tirado *et al.* 2013) et *Les abeilles ont le bourdon* (Johnston *et al.* 2014).

Les études menées à l'échelle des paysages sur les abeilles sauvages et les papillons montrent que la richesse spécifique (mesure de la diversité des espèces au sein d'un paysage ou d'une région donnée) a tendance à être moins importante lorsque les concentrations en pesticides et le risque d'exposition cumulative sont plus élevés (Brittain *et al.* 2010).

Utilisation des herbicides – impacts sur les plantes à fleurs sauvages

L'application d'herbicides à grande échelle sur et autour des zones cultivées réduit considérablement la diversité et l'abondance des adventices et des fleurs sauvages, ce qui à son tour limite les ressources alimentaires (pollen et nectar) disponibles pour les abeilles. La destruction chimique des habitats liée à l'utilisation massive d'herbicides peut avoir des conséquences à long terme, en particulier sur la répartition des insectes pollinisateurs dans les agro-environnements (PNUE, 2010).

Maladies et parasites

De nombreux apiculteurs s'accordent à dire que l'acarien ectoparasite *varroa destructor* représente une menace considérable pour les colonies d'abeilles domestiques à l'échelle mondiale. D'autres nouveaux virus et agents pathogènes exercent également une pression croissante sur les colonies d'abeilles.

La capacité des abeilles à résister à ces maladies et parasites semblent être influencée par un certain nombre de facteurs, notamment leur état nutritionnel et leur niveau d'exposition aux produits chimiques toxiques. Certains pesticides, par exemple, semblent affaiblir les abeilles qui deviennent plus sensibles aux infections et aux infestations parasitaires (Tirado *et al.* 2013).

Changements climatiques

Les pollinisateurs, y compris les abeilles sauvages, ne seront pas épargnés par les conséquences attendues du dérèglement climatique, notamment par la hausse des températures, la modification des régimes de précipitations et l'augmentation du nombre de phénomènes météorologiques imprévisibles ou extrêmes (PNUE, 2010). Le bouleversement du climat aura très certainement des répercussions sur les interactions entre les pollinisateurs et leurs sources de nourriture, c'est-à-dire les plantes à fleurs, notamment à cause du bouleversement des dates et rythmes de floraison. De récentes analyses indiquent que 17 à 50 % des espèces de pollinisateurs souffriront d'un manque de nourriture en raison d'un décalage temporel entre leurs activités de butinage et la floraison des plantes, d'après des scénarios réalistes basés sur des projections de changements climatiques jusqu'en 2100 (Memmott *et al.* 2007).

Incidences du déclin des abeilles sur le rendement des récoltes et les écosystèmes de plantes sauvages

La pollinisation des cultures par les abeilles sauvages et domestiques est essentielle à la sécurité alimentaire mondiale. La pollinisation des fleurs sauvages est également indispensable à la survie des écosystèmes de plantes sauvages et des organismes qui dépendent de ces écosystèmes.

La demande en pollinisateurs (tant au niveau local que régional) augmente plus vite que leur disponibilité. Nous pourrions donc faire face à une pollinisation insuffisante dans un futur proche voire très proche. En effet, les cultures fortement dépendantes de la pollinisation se développent à un rythme plus élevé que les réserves mondiales d'abeilles domestiques (Garibaldi *et al.* 2011, Lautenbach *et al.* 2012). De plus, il a été prouvé que la diversité des populations d'abeilles est un facteur essentiel pour garantir les services de pollinisation nécessaires à nos cultures et aux fleurs sauvages. La dépendance envers une seule espèce (celle des abeilles domestiques), constitue donc un risque important, d'autant plus que cette espèce est en déclin (Bommarco *et al.* 2013).



Si le déclin des pollinisateurs continue, une partie substantielle de la flore mondiale risque de disparaître.



– Ollerton *et al.*
(2011)

La Convention internationale sur la diversité biologique estime que la pollinisation est un service écosystémique clé menacé à l'échelle mondiale (Abrohl 2012). D'après de récentes études, les services de pollinisation sont déjà limités dans certains cas. Des travaux menés au Royaume-Uni ont montré que les services de pollinisation rendus par les insectes dans les champs de colza (canola) sont probablement déjà très restreints. Cette déficience de pollinisation peut avoir des conséquences négatives sur les rendements et la qualité des récoltes. Elle est d'autant plus inquiétante que l'agriculture européenne est de plus en plus dépendante des cultures entomophiles, dont le colza. Cette étude suggère que, le colza étant pollinisé par des espèces généralistes, les terres entourant les champs devraient être gérées de façon à renforcer la présence de ces espèces. Il est intéressant de noter que cette conclusion est étayée par une autre étude menée sur des exploitations de canola dans le nord du Canada (Morandin et Winston 2006). D'après les résultats de cette étude canadienne, les champs situés à proximité de zones non cultivées abritent des communautés d'abeilles sauvages plus diverses et abondantes, et bénéficient donc d'une meilleure pollinisation et de rendements plus élevés. D'après les auteurs, les agriculteurs pourraient optimiser leurs bénéfices en s'abstenant de cultiver 30 % de leurs exploitations pour bénéficier des services des pollinisateurs et augmenter leurs rendements.

L'agriculture biologique bannit l'usage des pesticides chimiques de synthèse qui sont toxiques pour les abeilles, et fait la part belle aux habitats semi-naturels sur les exploitations. Ces pratiques valorisent la diversité des abeilles sauvages (voir chapitre 3) et donc la pollinisation, qui semble être plus efficace au sein des exploitations biologiques (Pffiffer et Müller 2014). Une étude menée en Suède sur la pollinisation de fraises cultivées dans des exploitations biologiques et industrielles (Andersson *et al.* 2012) a montré que le taux de pollinisation des parcelles biologiques était plus élevé, et que leur taux de pollinisation complète était aussi plus important (45 % pour les exploitations biologiques, contre 17 % pour les exploitations conventionnelles). L'étude suggère que l'augmentation des taux de pollinisation, encouragée par l'agriculture biologique, peut améliorer la quantité et la qualité des récoltes de fraises.

Piqûre de rappel : extraits de la série vidéo « Vivre sans pesticides », réalisée par Greenpeace



Les politiques agricoles doivent prendre en compte les coûts de production réels, sans ignorer des facteurs tels que la pollution de l'environnement ou les frais de santé supportés par l'ensemble de la société. [...]

L'agriculture biologique et durable a besoin de s'appuyer sur des bases scientifiques [...], mais aussi de pouvoir compter sur des marchés et une demande pour ses produits, qui sont inévitablement un peu plus chers, mais aussi de bien meilleure qualité.



Hans Herren – ingénieur agronome, spécialiste de la lutte antiparasitaire biologique, lauréat du Prix Nobel alternatif 2013. Convaincu des avantages de l'agriculture écologique, il consacre son énergie à défendre les méthodes agronomiques « vertes », telles que le « push-pull » auprès du grand public et des décideurs politiques.



De nombreux aliments dépendent de la pollinisation des abeilles. La bonne santé des populations d'abeilles est donc vitale pour les écosystèmes comme pour la production alimentaire.

© Axel Kirchhof / Greenpeace



Ouvrier travaillant un champ de pommes de terre bio, en Hollande méridionale.

© Greenpeace / Bas Beentjes

3 : AGRICULTURE ÉCOLOGIQUE / AGRICULTURE INDUSTRIELLE : QUELS IMPACTS POUR LES ABEILLES ?



Les bandes de fleurs sauvages constituent d'excellents sites d'hivernage et contribuent à dynamiser le biocontrôle.

© Institut de recherche de l'agriculture biologique (FiBL), Suisse.

Présentation des méthodes agricoles et de leurs effets sur la biodiversité au sein des exploitations

Agriculture industrielle

Au cours de la deuxième moitié du 20^e siècle, l'intensification de l'agriculture s'est accompagnée d'une perte importante de la biodiversité agricole (Asteraki *et al.* 2004, Bommarco *et al.* 2013). En Europe, l'intensification de l'agriculture s'est généralement traduite par une uniformisation des paysages, l'apparition de vastes champs de céréales et une disparition des zones non cultivées au sein des exploitations (haies vives, fossés, zones boisées, bordures de champs, etc.). De plus, les prairies semi-naturelles ont été largement converties en terres arables et plantations de conifères (Meeus *et al.* 1990). Des liens ont été établis entre, d'une part, la perte et la dégradation des habitats semi-naturels sur et autour des exploitations et l'utilisation accrue de produits agrochimiques (notamment de pesticides de synthèse) et, d'autre part, la disparition d'espèces sauvages au sein des paysages agricoles (Belfrage 2005).

D'après la liste rouge des espèces menacées dressée par l'Union internationale pour la conservation de la nature (UICN), l'agriculture intensive est l'une des principales causes du déclin des espèces au sein des espaces cultivés (Pfiffner et Balmer 2011). En Europe, la durabilité des pratiques agricoles intensives soulève de plus en plus de questions en raison du recul spectaculaire de la variété et de l'abondance de nombreuses espèces animales généralement présentes sur les terres agricoles, notamment les oiseaux des champs, ainsi que de nombreuses plantes et insectes (Hole *et al.* 2005).

L'intensification de l'agriculture s'est caractérisée par un labour des champs jusqu'aux bords des haies, et par la conversion d'habitats inexploités en zones cultivées. Au niveau des exploitations d'élevage intensif, on constate un déclin des champs de fleurs sauvages et de la diversité végétale des prairies. Ce déclin est dû à l'utilisation d'engrais de synthèse et d'herbicides qui tuent les fleurs sauvages, ainsi qu'à l'intensification de la pression pastorale liée à des fortes densités d'élevage.

Aucune de ces évolutions n'est de bon augure pour les abeilles et la biodiversité dans son ensemble. L'agriculture et l'élevage intensifs ont entraîné une érosion de la diversité des fleurs sauvages, ce qui limite la quantité de ressources alimentaires disponibles pour les abeilles et autres insectes pollinisateurs. La raréfaction des habitats semi-naturels tels que les haies vives, les zones boisées et les prairies naturelles, implique également la disparition des zones de nidification et d'hivernage. La présence d'habitats pérennes

relativement intacts est nécessaire à la nidification et à la reproduction des abeilles. Les habitats semi-naturels sur et autour des exploitations sont des espaces essentiels pour les abeilles dans les paysages agricoles (Holzschuh *et al.* 2008). Il a été clairement établi que l'intensification des pratiques agricoles et d'élevage en Europe a engendré des répercussions négatives sur la diversité et l'abondance des abeilles sauvages (Féon *et al.* 2010) (voir section 3.2.2).

Agriculture écologique

L'agriculture écologique se caractérise par un recours à des pratiques moins intensives que l'agriculture industrielle conventionnelle, et par une gestion bienveillante de tous les habitats au sein des espaces agricoles pour favoriser la biodiversité (Gibson *et al.* 2007). On trouve en général davantage d'habitats semi-naturels autour des exploitations biologiques qu'aux abords des exploitations industrielles, comme l'ont démontré plusieurs études (Pfiffner et Balmer 2011). Des recherches conduites en Suisse et en Angleterre indiquent que la proportion d'habitats semi-naturels sur les exploitations biologiques est plus élevée que sur les exploitations conventionnelles. D'après l'étude menée en Suisse, les exploitations biologiques abritent en moyenne 22 % d'habitats semi-naturels, contre 13 % pour les exploitations industrielles. L'écart le plus important a été constaté dans les plaines et les vallons qui abritent des prairies exploitées de façon moins intensive et davantage d'arbres fruitiers haute-tige (Schader *et al.* 2008). En Angleterre, des chercheurs ont comparé 10 exploitations biologiques et 10 exploitations conventionnelles (Gibson *et al.* 2007). Les premières comportaient davantage d'habitats semi-naturels, notamment des zones boisées, des haies, des bordures et des terrains accidentés (13,6 % de la surface en moyenne contre 7,8 % pour les exploitations industrielles).

Les exploitations biologiques, qui préservent davantage les habitats semi-naturels et interdisent l'usage de pesticides chimiques, devraient donc être une « terre d'accueil » plus propice aux espèces sauvages. Plusieurs études ont confirmé cette hypothèse.

Piqûre de rappel: extraits de la série vidéo « Vivre sans pesticides », réalisée par Greenpeace

“

Nous n'utilisons pas de pesticides. D'instinct, je crois que les pesticides n'ont pas leur place dans l'agriculture. Ils font plus de mal que de bien.

”

Yvonne Page – permacultrice et membre de l'association Éco'logique, Chéronnac, Haute-Vienne. *En misant sur le compagnonnage végétal et la diversification des cultures, aucun intrant n'est nécessaire à la permaculture.*

La biodiversité est en général plus importante sur les exploitations biologiques que sur les zones de cultures conventionnelles. Des chercheurs ont analysé 76 études comparatives des deux systèmes (Hole *et al.* 2005). D'après leurs résultats, la gestion agricole biologique permet une plus grande diversité et/ou abondance des espèces de plantes sauvages sur les exploitations, mais aussi d'invertébrés, d'oiseaux et de mammifères, et pourrait être un atout clé pour améliorer la biodiversité sur les plaines cultivées d'un bout à l'autre de l'Europe.

Des analyses statistiques (Bengtsson *et al.* 2005) ont été réalisées à partir de 66 études comparant la richesse spécifique (mesure de la diversité des espèces au sein d'un paysage ou d'une région donnée) d'exploitations agricoles biologiques et d'exploitations conventionnelles. D'après ces analyses, la richesse spécifique des exploitations biologiques est en moyenne 30 % plus importante que celle des exploitations conventionnelles, bien que les résultats varient selon les études et les groupes d'espèces. Les végétaux, les oiseaux et certains ennemis naturels (coléoptères carabidés et araignées prédateurs des parasites) étaient généralement plus nombreux sur les exploitations biologiques. La présence de parasites agricoles connus (aphides, insectes herbivores, espèces de papillons parasites et nématodes phytophages) n'était pas plus importante sur les cultures biologiques. Dans la plupart des cas, on peut s'attendre à ce que l'agriculture biologique produise des effets positifs, bien que ceux-ci varient en fonction des groupes d'espèces et des paysages. Cette étude concluait que les subventions accordées à ce type d'agriculture peuvent contribuer au maintien de la biodiversité au sein des paysages agricoles. Certains des chercheurs à l'origine de cette étude ont récemment publié des données plus récentes sur l'agriculture biologique (Tuck *et al.* 2014). Ces données confirment que l'agriculture biologique a des effets considérables et positifs sur la biodiversité par rapport à l'agriculture industrielle, et que la richesse spécifique des cultures biologiques est supérieure de 30 % à celle des cultures conventionnelles. Ces résultats, qui sont cohérents avec ceux d'autres études scientifiques publiées au cours des 30 dernières années, montrent surtout que l'agriculture biologique a des effets positifs très marqués sur les insectes pollinisateurs, ce qui est notamment bénéfique pour les cultures céréalières implantées dans des régions où l'utilisation des sols est particulièrement intensive. Ces conclusions, comme celles d'autres études (Tuck *et al.* 2014), soulignent l'influence du paysage et des méthodes agricoles sur la diversité et l'abondance des abeilles endémiques. Ce sujet fait l'objet d'une discussion plus approfondie ci-dessous.

Piqûre de rappel : extraits de la série vidéo « Vivre sans pesticides », réalisée par Greenpeace



Le premier avantage fondamental de l'agriculture biologique, c'est la durabilité. Avec un bon niveau technique, on préserve la qualité des sols et la santé des végétaux.



Olivier Bonnafont, viticulteur biologique, Cahuzac-sur-Vère, Tarn.

Près de la moitié de son domaine viticole, les Peyres Roses, est occupé par des prairies naturelles, des plantations de chênes truffiers et des haies variées. Au printemps, certaines de ces plantes sont utilisées pour les préparations pulvérisées sur les vignes, pour prévenir les infestations parasitaires.

Impact des méthodes et des paysages agricoles sur les abeilles

Les impacts des méthodes agricoles (écologiques ou industrielles) sur les abeilles sont examinés, puis suit une discussion sur la composition des paysages (hétérogènes ou homogènes) et leurs conséquences sur la diversité des abeilles

Effets des méthodes agricoles (écologiques ou industrielles) sur la diversité des fleurs sauvages et des abeilles sauvages au sein des zones de cultures

Il a été démontré que la diversité des plantes sauvages est plus abondante sur les exploitations biologiques que sur les exploitations industrielles (Hole *et al.* 2005, Bengtsson *et al.* 2005). Une étude a récemment été réalisée sur des plantes sauvages entomophiles et non entomophiles poussant dans des exploitations biologiques et industrielles en Allemagne (Batáry *et al.* 2013). La diversité et la couverture basse des plantes entomophiles se sont avérées plus importantes dans les cultures biologiques. En d'autres termes, l'agriculture biologique valorise les plantes entomophiles – ce qui est bénéfique à la diversité et à l'abondance des abeilles sauvages puisqu'elles ont plus de fleurs à butiner, comme l'ont indiqué deux autres études menées en Allemagne (Holzschuh *et al.* 2007 et 2008) (voir ci-dessous).

Terres arables : d'après deux études sur le sujet, les plantes à fleurs sauvages bénéficient d'une diversité et d'une couverture basse plus importantes sur les champs de céréales biologiques (Holzschuh *et al.* 2007) et sur les bandes en friche permanente situées en bordure de ces exploitations (Holzschuh *et al.* 2008). Par rapport aux exploitations industrielles, les cultures et friches biologiques abritent une plus grande diversité de plantes à fleurs, mais aussi une diversité et une abondance plus élevées d'abeilles sauvages. Ces recherches indiquent que les méthodes agricoles biologiques appliquées aux céréales peuvent renforcer la diversité des abeilles en améliorant la disponibilité des fleurs à butiner. À l'inverse, sur les champs et friches gérés de façon industrielle et intensive, la diversité et la couverture basse florales sont bien moins importantes en raison de l'utilisation d'herbicides (les herbicides chimiques réduisent la couverture et la diversité des plantes à fleurs et, partant, le pollen et le nectar dont se nourrissent certains insectes, dont les abeilles). Ces études ont conclu que, du point de vue de la conservation, la culture biologique des céréales peut favoriser les services de pollinisation rendus par les abeilles généralistes au sein des paysages agricoles (Holzschuh *et al.* 2007), et que les fleurs présentes dans les parcelles biologiques semblaient fournir des ressources en butinage suffisantes pour les abeilles ayant établi leurs nids dans les bandes de friche le long des champs de céréales (Holzschuh *et al.* 2008).

À l'échelle plus large du paysage, il a également été démontré que plus les paysages agricoles abritent des cultures biologiques, plus la diversité des abeilles et l'abondance des abeilles solitaires, des bourdons et des abeilles domestiques sont élevées au sein des bandes en friche qui jonchent ces cultures (Holzschuh *et al.* 2008). Les chercheurs ont estimé qu'une augmentation de 5 à 20 % des cultures biologiques au sein d'un paysage entraîne une amélioration de 50 % de la richesse spécifique des bandes en friche. Ils ont conclu que l'intégration de parcelles biologiques au sein de paysages agricoles industriels peut apporter les ressources alimentaires nécessaires à l'amélioration de la diversité des abeilles dans les habitats non cultivés présents au sein du paysage (Holzschuh *et al.* 2008). Ce résultat est important et devrait être pris en compte dans le cadre des mesures agro-environnementales (MAE) (voir chapitre 3) si l'on veut que ces mesures contribuent réellement à renforcer la diversité et l'abondance des abeilles et, partant, les services de pollinisation à l'échelle des paysages agricoles.

Des recherches conduites dans d'autres pays européens ont abouti à des résultats similaires. Ainsi, une étude portant sur un certain nombre d'exploitations biologiques et industrielles a montré que la diversité florale plus importante observée sur les champs de céréales biologiques est corrélée à la plus grande diversité de bourdons dans les terres cultivées des exploitations biologiques (Gabriel 2010). D'après d'autres recherches menées dans le sud de la Finlande, la richesse spécifique (mesure de la diversité d'une espèce au sein d'un paysage ou d'une région donnée) des bourdons et l'abondance des abeilles sont renforcées par les méthodes agricoles biologiques, ce qui est certainement dû à l'augmentation annuelle du nectar floral dans les champs de céréales et les paysages semi-naturels alentour (Ekroos *et al.* 2008). Les résultats de cette étude indiquent que les bourdons sont susceptibles de réagir rapidement et efficacement à de légères améliorations de la qualité de leurs habitats sur les zones cultivées.

Prairies : au sein des plaines de l'ouest de l'Europe, les prairies destinées au pâturage du bétail ou à l'ensilage, qui s'étendent sur des millions d'hectares, sont principalement gérées selon une logique industrielle et intensive. Cette gestion repose en général sur l'application massive d'engrais et l'usage fréquent d'herbicides à action défoliante. Ainsi, ces prairies abritent bien moins d'espèces de fleurs sauvages et d'insectes pollinisateurs que les prairies semi-naturelles. Les prairies gérées selon des méthodes biologiques accueillent également une biodiversité moins importante que les prairies semi-naturelles, mais elles sont considérées comme moins « intensives » que les prairies gérées de façon industrielle car l'usage d'herbicides et d'engrais chimiques y est proscrit et remplacé par des plantes capables de fixer l'azote (notamment du trèfle), prisées de certaines espèces d'abeilles (Power et Stout 2011).

D'après une étude menée récemment en Irlande sur des fleurs sauvages dans des prairies gérées de façon biologique et industrielle au sein d'exploitations laitières (Power *et al.* 2011), on trouve une plus grande variété d'espèces et un tapis de plantes à fleurs entomophiles plus fourni dans les prairies gérées biologiquement que dans les prairies industrielles. L'étude conclut que l'utilisation fréquente d'herbicides dans les prairies gérées industriellement est probablement à l'origine de cet écart.

Dans le cadre d'une autre étude conduite en Irlande par les mêmes chercheurs, il a été démontré que les prairies situées sur les exploitations laitières biologiques abritent davantage de ressources florales que les prairies gérées de façon industrielle, mais aussi que les populations d'abeilles y étaient plus nombreuses. De plus, le taux de pollinisation des fleurs est plus élevé dans les prairies biologiques (Power et Stout 2011). L'abondance des abeilles est probablement liée à la quantité supérieure de fleurs sur les terres gérées en bio, où les densités d'élevage moins fortes atténuent la pression pastorale et laissent aux fleurs le temps de se développer. De plus, dans les exploitations biologiques, les engrais chimiques sont remplacés par des légumineuses (par exemple certaines espèces de trèfle) qui permettent aussi de répondre aux besoins alimentaires des abeilles. Les chercheurs ont indiqué que les légumineuses sont abondantes au sein des prairies biologiques, mais pas dans les prairies gérées de façon intensive, où l'espèce florale dominante, la pâquerette (*bellis perennis*), ne produit que du nectar à faible teneur en sucre qui n'a pas d'intérêt pour les abeilles. Cette étude conclut que les exploitations laitières biologiques devraient être encouragées, notamment dans les régions où les cultures industrielles intensives dominent le paysage. Certaines pratiques biologiques, comme l'implantation de différentes espèces de trèfle en remplacement des engrais chimiques, pourraient également être adoptées à moindre coût par les exploitations industrielles et permettraient de renforcer les populations d'abeilles.

Une autre étude menée en Suisse a montré que la gestion traditionnelle extensive des prairies permet de renforcer les populations d'abeilles en améliorant leur richesse spécifique, tandis que les modes de gestion plus intensifs leur sont moins favorables (Batáry *et al.* 2010). Il s'est avéré que les prairies agricoles hongroises présentaient une richesse spécifique de fleurs sauvages et d'abeilles encore plus élevée que celle des prairies suisses. Les auteurs ont conclu que la Hongrie devait continuer à encourager une gestion traditionnelle des pâturages, sans recours aux engrais de synthèse et autres produits agrochimiques, en vue de préserver la diversité des abeilles sur son territoire.

Encadré 2 : Autres résultats importants concernant l'influence du paysage agricole sur les abeilles

D'après des recherches concernant l'influence du paysage sur les abeilles (Carré *et al.* 2009), moins un paysage est hétérogène, plus la richesse spécifique diminue. Ces travaux ont également montré que l'intensification de l'agriculture peut modifier la composition des communautés d'abeilles en faisant augmenter la population des espèces les plus résistantes et diminuer celle des espèces plus vulnérables. Ce constat est important car la diversité des abeilles est une condition indispensable pour que les cultures et les plantes sauvages puissent bénéficier de services de pollinisation stables (à ce sujet, voir également le chapitre 1).

Par ailleurs, une étude a été menée sur le degré d'éloignement ou de proximité entre les espèces pollinisatrices des communautés d'insectes présentes au sein d'exploitations agricoles biologiques et industrielles (Andersson *et al.* 2013). Ce genre d'étude est primordial car les espèces de pollinisateurs remplissent différentes fonctions en matière de pollinisation. Une communauté diversifiée, composée d'espèces très proches et lointainement apparentées, fournira de meilleurs services de pollinisation qu'une communauté d'insectes ne comportant que des espèces proches. Cette étude a révélé que les exploitations industrielles situées dans des paysages homogènes abritent des pollinisateurs d'espèces relativement proches par rapport aux communautés d'insectes présentes dans les exploitations biologiques, qui présentent des espèces plus différentes et donc susceptibles d'assurer une pollinisation plus efficace.

Ils ont également rappelé qu'il faudrait mieux « *investir plus de ressources dans les mesures de "prévention de l'intensification" car il est plus facile de conserver la biodiversité que de la réintroduire* ».

Au vu des considérations qui précèdent, il est possible de parvenir à la conclusion que l'agriculture écologique appliquée aux champs de céréales et aux prairies favorise davantage la diversité des plantes sauvages, ainsi que la diversité et l'abondance des abeilles, que l'agriculture industrielle. D'après les données disponibles, il semble que la gestion biologique devrait être considérée, dans le cadre des mesures agro-environnementales (MAE) comme une stratégie d'amélioration de la biodiversité des exploitations agricoles, et en particulier des abeilles sauvages.

Impacts des paysages agricoles sur les abeilles

Par « paysage homogène », on entend généralement des paysages agricoles dominés par des champs de cultures. À l'inverse, l'expression « paysage hétérogène » fait référence à des paysages agricoles où habitats naturels et semi-naturels entourent les zones d'exploitation.

Des chercheurs ont affirmé que dans les paysages hétérogènes, la présence plus importante d'habitats naturels et semi-naturels favorise la diversité des abeilles. Par ailleurs, dans les paysages homogènes, la présence d'exploitations biologiques semble permettre d'améliorer les ressources florales des champs agricoles et de compenser en partie le manque d'habitats naturels et semi-naturels au sein du paysage (Holzschuh *et al.* 2007).

D'autres études ont fait état de résultats similaires. Dans le sud de la Suède, des chercheurs ont comparé des exploitations agricoles biologiques et industrielles. Un paysage homogène (composé essentiellement d'exploitations intensives installées en plaine) et un paysage hétérogène (comportant des zones agricoles mixtes, davantage d'habitats naturels et semi-naturels, des prairies et des zones boisées en lisière) ont ainsi été examinés (Rundöf *et al.* 2008). En comparant la diversité des espèces de bourdons en bordure des champs de céréales biologiques et industriels dans les deux types de paysages, les chercheurs ont constaté que la richesse spécifique et l'abondance des bourdons étaient bien plus importantes sur les parcelles biologiques que sur les parcelles industrielles du paysage homogène. Cela s'explique en partie par le fait que la présence de fleurs sauvages au sein et autour des parcelles biologiques facilite le butinage des abeilles. Les paysages hétérogènes, qui abritaient davantage d'habitats naturels et semi-naturels, étaient également prisés par les abeilles. Cette étude a abouti à la conclusion que la présence de parcelles de cultures biologiques au cœur de paysages agricoles homogènes, ainsi que l'introduction de plus d'hétérogénéité au sein des paysages, sont deux facteurs pouvant améliorer la diversité et l'abondance des abeilles. Il est donc important de préserver les habitats naturels et semi-naturels pour les abeilles, tant sur les parcelles cultivées que sur les terres qui les entourent.

D'autres recherches menées dans quatre pays européens (Belgique, France, Pays-Bas et Suisse) ont montré que plus les habitats semi-naturels sont nombreux au sein des paysages agricoles, plus la richesse spécifique des communautés d'abeilles est élevée (Féon *et al.* 2010). À l'inverse, l'agriculture intensive entraîne des conséquences négatives sur la diversité des abeilles. L'élevage intensif pratiqué dans l'ouest de l'Europe est encore plus défavorable aux abeilles que l'agriculture, étant donné que les terres cultivées peuvent fournir aux abeilles du nectar et du pollen, même en faible quantité.

Hétérogénéité des paysages – l'importance des habitats naturels et semi-naturels pour les abeilles au sein des paysages agricoles

Comme expliqué précédemment, les habitats naturels et semi-naturels sont nécessaires à la nidification, à l'hivernage et au butinage des abeilles. Toutefois, ces sites doivent se trouver à portée des abeilles sauvages. Pour garantir la pollinisation des cultures, il faut que les pollinisateurs sauvages (essentiellement les abeilles) disposent des ressources nécessaires au butinage et à la nidification au sein du même paysage. Après le butinage, les abeilles ont tendance à regagner les mêmes sites de nidification. Il est donc essentiel pour les cultures entomophiles que les habitats de nidification se trouvent à proximité des sites de butinage (Ricketts *et al.* 2008).

Une étude a également été réalisée sur les conséquences pour les pollinisateurs (essentiellement les abeilles sauvages endémiques) de la distance entre, d'une part, les habitats naturels et semi-naturels et, d'autre part, les champs agricoles, (Ricketts *et al.* 2008). Cette étude compilait les résultats de 23 autres études, portant sur 16 cultures différentes dans cinq continents (régions tempérées et tropicales). Les analyses statistiques ont montré que plus les habitats naturels ou semi-naturels sont éloignés, plus la richesse spécifique des pollinisateurs diminue, tout comme leur taux de butinage – et donc les taux de pollinisation. D'après les auteurs de cette étude, « il faut s'attendre à ce que, de façon générale, les pollinisateurs et les services de pollinisation diminuent lorsque le changement d'affectation des sols a pour effet d'augmenter la distance entre les parcelles cultivées et les habitats naturels. Il est possible de remédier à ce problème en conservant des habitats naturels ou semi-naturels à proximité des exploitations agricoles, en adoptant des modes de gestion respectueux des pollinisateurs ou encore en intégrant des pollinisateurs domestiques au paysage. »

D'autres études ont souligné l'importance de conserver différents types d'habitats semi-naturels à proximité des exploitations agricoles. D'après des recherches conduites en Suède, les habitats semi-naturels de prairies constituent un refuge essentiel pour les abeilles au sein des zones agricoles intensives (Öckinger et Smith 2007). Dans le cadre de cette étude, les chercheurs ont confirmé l'hypothèse selon laquelle la préservation de petits fragments d'habitats (par exemple, des bordures de champs non cultivées) à l'intérieur de zones exploitées de façon intensive ne suffit pas à répondre aux besoins des populations d'abeilles, notamment en termes de nidification et de butinage. Il est donc probable que la préservation de sites semi-naturels plus vastes et plus riches en biodiversité (des prairies, par exemple) soit essentielle pour garantir la survie des abeilles au sein de zones agricoles gérées de façon intensive. La richesse spécifique des bourdons ainsi que leur abondance étaient bien plus importantes dans les bordures situées à proximité des prairies semi-naturelles que dans celles situées à plus d'un kilomètre de distance. Ce résultat s'explique sans doute par la disponibilité des sites de nidification au sein des prairies semi-naturelles, et par le fait que le rayon de butinage des abeilles se limite à des zones relativement proches des sites de nidification. Les auteurs de cette étude ont souligné qu'il est important de préserver les prairies semi-naturelles dans les paysages agricoles pour fournir des habitats aux abeilles et à d'autres insectes pollinisateurs. Ils ont également suggéré que la restauration (ou la recréation) de parcelles de prairies riches en fleurs permettrait d'améliorer la richesse spécifique et l'abondance des pollinisateurs à proximité des zones agricoles gérées de façon intensive. Le financement de ces initiatives pourrait être assuré par le biais des mesures agro-environnementales (MAE). Ce mécanisme européen permet d'octroyer des ressources aux agriculteurs qui adoptent volontairement des pratiques agricoles plus respectueuses de l'environnement, ou qui prennent des initiatives en faveur de la conservation ou la restauration de l'habitat.

Il a également été démontré que les habitats boisés naturels et semi-naturels au sein des paysages agricoles constituent des refuges essentiels pour les abeilles. La quantité d'habitats boisés se trouvant au sein ou à proximité des exploitations agricoles influence les services de pollinisation fournis par les abeilles endémiques (Kremen *et al.* 2002, Kremen *et al.* 2004). D'après une étude menée dans cinq pays européens, la présence de zones forestières composées de feuillus et d'arbustes a des effets positifs sur la diversité des abeilles (Carré *et al.* 2009). Des recherches conduites dans la région méditerranéenne ont montré que les forêts de pins adultes et de chênes constituent des habitats naturels importants pour les abeilles sauvages, et que la protection de ces sites est essentielle à la pollinisation des plantes sauvages, voire au maintien des services de pollinisation dans les zones cultivées alentour (Potts *et al.* 2006).

Une autre étude menée dans l'ouest de la France a confirmé que la présence d'habitats semi-naturels boisés (haies vives et lisières) et herbacés (prairies, bordures de routes et de champs) était primordiale pour les abeilles sauvages et les bourdons, tout comme pour les abeilles domestiques (Rollin *et al.* 2013). Si les abeilles domestiques étaient présentes en plus grand nombre sur les cultures de plantes florifères (tournesols, luzerne et colza-canola) que les abeilles sauvages et les bourdons, elles se réfugiaient également dans les habitats semi-naturels pour butiner. La présence d'abeilles sauvages était plus fréquente au sein des habitats semi-naturels, notamment dans les zones boisées au printemps et sur les zones herbacées en été. Les bourdons butinaient davantage les cultures de plantes à fleurs que les autres abeilles sauvages, mais leur présence a également été détectée au sein des habitats semi-naturels. Les auteurs de cette étude ont conclu que la présence d'habitats semi-naturels herbacés et boisés au sein des exploitations agricoles était importante pour les abeilles.

Aperçu mondial des recherches les plus récentes sur les impacts des méthodes et des paysages agricoles sur les abeilles

Une étude a récemment été menée sur : 1) les effets des modes de gestion choisis au niveau des exploitations agricoles sur les abeilles ; 2) les effets des paysages agricoles alentour sur les abeilles dans différents systèmes agricoles à travers le monde (Kennedy *et al.* 2013). Cette étude rassemble les résultats de 39 autres études menées sur 23 cultures différentes dans 14 pays. L'objectif était de synthétiser les données de différentes recherches conduites dans le monde entier au moyen d'un modèle mathématique visant à appréhender les impacts de la composition du paysage sur la diversité et l'abondance des abeilles, en tenant compte de l'intérêt de tous les types d'habitats présents dans un paysage en termes de flore et de nidification.

Les résultats de ces recherches s'appuient sur les conclusions d'autres études et confirment que les méthodes agricoles biologiques et la présence d'habitats naturels et semi-naturels de haute qualité à proximité des champs et des exploitations sont deux facteurs qui renforcent la diversité et l'abondance des abeilles. Voici les principaux résultats de cette étude :

- 1. Au niveau des exploitations, l'abondance et la diversité des abeilles sont plus élevées dans les exploitations biologiques. Elles sont également plus importantes dans les exploitations diversifiées, c'est-à-dire comportant des parcelles de cultures mixtes de petite taille et/ou des terres non cultivées (haies, bandes de fleurs, lisières herbeuses ou zones boisées).**
Dans la plupart des cas, l'abondance et la diversité des abeilles sauvages sont les plus importantes dans les champs biologiques et diversifiés, tandis que les champs gérés de façon intensive se caractérisent par l'abondance et la diversité les moins élevées. Dans les zones tempérées et les régions méditerranéennes, on constate des effets positifs sur les abeilles principalement lorsque les modes de gestion sont biologiques.
- 2. À l'échelle des paysages, l'abondance et la diversité des abeilles sont considérablement plus importantes lorsque des habitats naturels et semi-naturels de haute qualité entourent les exploitations.** Ce constat est particulièrement marqué pour les régions méditerranéennes. La présence d'habitats de haute qualité dans le périmètre de butinage semble être le facteur qui a la plus grande incidence sur les abeilles – ce qui est cohérent avec l'observation selon laquelle la perte d'habitat est l'une des principales causes du déclin mondial des pollinisateurs sauvages (voir chapitre 2).
- 3. Dans les exploitations agricoles gérées de façon intensive, la diversité des champs est peu élevée (absence de haies et de zones non cultivées), et l'abondance et la diversité des abeilles sont les plus faibles.**
Les exploitations situées à proximité d'habitats de haute qualité sont les plus avantageuses.

On pense que les effets négatifs de l'agriculture industrielle intensive sur les abeilles sauvages résultent à la fois de la présence insuffisante de ressources florales pour le butinage (autres que les cultures florifères), du manque d'habitats semi-naturels à proximité des exploitations (et donc de possibilités de nidification et de butinage insuffisantes) et d'une forte dépendance aux pesticides et engrais chimiques de synthèse. L'intensification des pratiques agricoles s'accompagne d'une augmentation de la taille des champs de monocultures, d'une réduction de la diversité de la flore sauvage dans et autour des exploitations et de la pulvérisation sur les cultures et les sols de pesticides toxiques nocifs pour les abeilles et d'autres insectes.

Pour atténuer les répercussions toujours plus fortes de l'agriculture industrielle et renforcer les pollinisateurs sauvages, plusieurs recommandations ont été formulées par les auteurs de cette étude (Kennedy *et al.* 2013) :

- Il faut augmenter la proportion d'habitats semi-naturels à l'échelle du paysage car ils sont précieux pour les abeilles. D'après les résultats de l'étude, une augmentation de 10 % de la proportion d'habitats de haute qualité va de pair avec une progression de 37 % en moyenne de l'abondance et de la diversité des abeilles sauvages.
- Le passage d'une agriculture conventionnelle à une agriculture biologique permettrait d'augmenter l'abondance des abeilles sauvages (de 74 %) et leur richesse spécifique (de 50 %). La diversification des parcelles cultivées pourrait entraîner une hausse moyenne de 76 % de l'abondance des abeilles.
- Il existe également d'autres initiatives pour améliorer la diversité et l'abondance des abeilles, parmi lesquelles : réduire l'utilisation des pesticides, des herbicides nocifs pour les abeilles et d'autres intrants chimiques de synthèse ; aménager de petits champs comportant des espèces florales diversifiées ; avoir davantage recours à la rotation des cultures de plantes florifères ; espacer les monocultures en intercalant des zones non cultivées telles que des haies, des prairies à faible utilisation d'intrants ou des zones boisées semi-naturelles.

Les auteurs de cette étude ont conclu que l'application de ces recommandations permettrait de créer des paysages multifonctionnels à même de sécuriser et d'augmenter les services de pollinisation des abeilles sauvages, la lutte antiparasitaire naturelle (biocontrôle), la fertilité du sol et le captage du carbone – sans pour autant diminuer le rendement des cultures. Au sein de l'Union européenne, des fonds peuvent être attribués par le biais des mesures agro-environnementales (MAE) aux agriculteurs qui adoptent volontairement des pratiques agricoles plus respectueuses de l'environnement, ou qui prennent des initiatives en faveur de la conservation ou de la restauration de l'habitat et de la biodiversité.

Mesures agro-environnementales (MAE)

Les mesures agro-environnementales (MAE) ont été mises en place par l'Union européenne dans les années 1990, avec pour objectif d'améliorer la biodiversité des terres agricoles. En réalité, ces mesures ont été prises en réponse à l'inquiétude croissante suscitée par les conséquences pour la faune et la flore de l'adoption à grande échelle de méthodes agricoles intensives et de la disparition des habitats semi-naturels. Les MAE incitent financièrement les agriculteurs à adopter des pratiques respectueuses de l'environnement. Si, de façon générale, elles visent à améliorer la biodiversité, des dispositifs ont récemment été mis en œuvre pour renforcer spécifiquement les insectes pollinisateurs, et en particulier les abeilles. Les MAE valorisent également la gestion des systèmes de pâturage à faible intensité et l'agriculture biologique.

Les résultats des MAE ont fait l'objet de nombreuses études. En 2011, des chercheurs ont publié une étude statistique analysant les résultats de nombre de ces études, afin d'évaluer l'efficacité de ce système en termes d'amélioration de la biodiversité (Batáry *et al.* 2011). Cette analyse a révélé que les MAE ont permis de renforcer considérablement les populations d'insectes pollinisateurs dans les paysages homogènes composés majoritairement de zones cultivées et de quelques habitats semi-naturels au sein des terres agricoles et des pâturages. Dans les paysages hétérogènes plus complexes, abritant davantage d'habitats semi-naturels, l'impact des MAE s'est avéré moins important, sans doute parce que ces espaces favorisent déjà à la base les pollinisateurs.

D'après une autre étude de synthèse portant sur 71 études consacrées aux MAE dans plusieurs pays européens, les MAE mises en place pour améliorer la biodiversité au sein des exploitations agricoles ont eu des effets positifs sur les abeilles sauvages et d'autres insectes pollinisateurs (Scheper *et al.* 2013). Cette amélioration est liée à l'augmentation des ressources disponibles pour ces insectes, notamment les ressources florales et les sites de nidification. Les effets bénéfiques étaient plus prononcés dans les paysages homogènes comportant entre 1 % et 20 % d'habitats semi-naturels.

Les effets positifs des MAE n'étaient pas aussi manifestes dans les régions comportant davantage de paysages hétérogènes (avec une proportion d'habitats semi-naturels s'élevant à 20 % autour des zones cultivées). Sans doute ces résultats ont-ils été occultés par la « colonisation » continue des terres agricoles par les abeilles à partir des habitats semi-naturels. Les auteurs de cette étude ont conclu que pour être efficaces, les MAE doivent être accompagnées d'objectifs clairement définis. Les mesures qui ciblent les services de pollinisation rendus par des espèces généralistes (qui jouent un rôle majeur dans la pollinisation des cultures) seraient plus efficaces dans les paysages homogènes. Cependant, si l'objectif est de préserver la biodiversité, notamment les espèces plus rares d'abeilles sauvages spécialistes, il est préférable de concentrer les efforts sur les paysages plus complexes, susceptibles d'abriter de telles espèces.



Dans le cadre d'une autre étude sur l'efficacité des MAE, des scientifiques se sont demandé si les mesures de conservation mises en place à partir des années 1990 avaient contribué à rétablir les populations de pollinisateurs et de plantes sauvages en Grande-Bretagne, aux Pays-Bas et en Belgique (Carvalho *et al.* 2013). Ces travaux montrent que, par rapport à la période 1930-1990 au cours de laquelle l'utilisation agricole des sols s'est intensifiée, les décennies suivantes ont connu un ralentissement du déclin des plantes sauvages et des insectes pollinisateurs. Certaines espèces ont même enregistré un rétablissement partiel, notamment les espèces d'abeilles (sauf les bourdons) aux Pays-Bas et en Grande-Bretagne, les bombyles en Belgique et les plantes sauvages en Grande-Bretagne. Il est donc possible que les efforts accrus en matière de conservation commencent à porter leurs fruits, tout du moins dans les régions où il a pratiquement été mis fin aux changements d'utilisation des sols à grande échelle et à la perte d'habitats naturels.

Il ressort clairement des nombreuses études présentées dans ce chapitre que la préservation des habitats naturels et semi-naturels au sein des paysages agricoles est un facteur clé de la préservation de la diversité et de l'abondance des abeilles. Autre constat important : les terres cultivées de façon biologique favorisent la diversité des abeilles pour trois raisons : 1) elles comportent davantage d'habitats semi-naturels par rapport aux exploitations industrielles, 2) elles abritent une diversité et une couverture plus importantes de plantes à fleurs sauvages sur et autour des zones cultivées et des prairies, et 3) elles excluent l'utilisation des pesticides chimiques toxiques pour les abeilles. Aussi, le développement des pratiques agricoles biologiques dans le cadre des MAE pourrait permettre d'améliorer la diversité et l'abondance des abeilles sauvages. D'autres initiatives peuvent également être engagées dans le cadre des MAE pour renforcer la disponibilité, sur toutes les exploitations, des ressources dont les abeilles ont besoin pour le butinage et la nidification (voir section suivante).



Initiatives pour préserver les abeilles dans le cadre des mesures agro-environnementales (MAE)

Aménagement de bandes de fleurs sauvages pour les abeilles et autres insectes pollinisateurs

On considère que la disparition des habitats naturels et semi-naturels dans et autour des exploitations agricoles, et par conséquent l'appauvrissement de la diversité des plantes sauvages, sont les deux principaux facteurs du déclin de la diversité des abeilles sauvages dans les paysages agricoles (Féon *et al.* 2010). Des recherches ont clairement confirmé le déclin récent des populations de bourdons dans les paysages agricoles européens (Biesmeijer *et al.* 2006, Kosior *et al.* 2007). On pense que cet effondrement est dû à la disparition des prés de fleurs sauvages et des haies vives, en lien avec les pratiques agricoles modernes. Les prairies de fauche et les haies vives gérées de façon traditionnelle fournissent les ressources en pollen et en nectar nécessaires aux abeilles et sont considérées comme une solution pour renforcer la présence des abeilles au sein des paysages agricoles (voir ci-dessous). Les abeilles solitaires ont été moins étudiées que les bourdons. Cependant, en raison de leur périmètre de butinage plus restreint et de leurs besoins moindres en matière de diversité florale, elles seraient encore plus exposées que les bourdons aux répercussions des pratiques agricoles modernes. Ce phénomène est très préoccupant et, comme nous l'avons déjà rappelé dans le présent rapport, il faudra prendre des mesures spécifiques pour renforcer leurs populations, et notamment protéger et réhabiliter les habitats naturels et semi-naturels dans les paysages agricoles.

Introduire des ressources supplémentaires pour le butinage et la nidification sur les exploitations agricoles est un moyen d'aider les abeilles sauvages et domestiques à survivre dans les paysages agricoles. Il est notamment possible de semer des espèces indigènes de graminées et de plantes à fleurs vivaces en bordure des champs cultivés (Carvell *et al.* 2004). Ces bandes végétales, qu'elles soient aménagées en lisière des champs arables ou intercalées entre les cultures, peuvent apporter aux abeilles des ressources florales pour toute une saison, à condition de planter les bonnes espèces. Il est essentiel d'identifier les mélanges de fleurs endémiques les

Piqûre de rappel : extraits de la série vidéo « Vivre sans pesticides », réalisée par Greenpeace



Aux Pays-Bas, environ 1 000 km de bandes de fleurs ont été plantés en bordure des champs. Cette méthode permet de stimuler la lutte naturelle contre les parasites. Nous aidons aussi les agriculteurs à évaluer eux-mêmes, sur le terrain, le niveau d'infestation parasitaire et l'abondance des ennemis naturels des ravageurs. Pour la plupart des exploitants (environ 95 %), cette démarche est totalement nouvelle.



Marijn Boss, *eco-agronome, responsable du projet Bloeiend Bedrijf (« exploitations en fleurs »), aux Pays-Bas. 70 % des exploitations qui ont participé à ce projet en 2013 ont changé d'opinion sur les insecticides, diminué leur utilisation et supprimé les pulvérisations préventives.*

plus adaptés pour favoriser la diversité des espèces d'abeilles indigènes (Veromann *et al.* 2012). D'après une étude menée en Angleterre, l'agriculture intensive a modifié la composition des plantes présentes en bordure des champs, favorisant les plantes hautes et résistantes par rapport aux plantes vivaces herbacées. Or ces dernières sont importantes pour le butinage de certaines espèces d'abeilles, et il est recommandé de sélectionner soigneusement les fleurs sauvages plantées en lisière des champs pour améliorer la diversité et l'abondance des abeilles dans les paysages agricoles (Carvell *et al.* 2004).

Des bandes de fleurs sauvages ont été aménagées dans plusieurs pays européens dans le cadre des MAE pour renforcer les populations d'insectes pollinisateurs ainsi que les ennemis naturels des nuisibles (voir chapitre 4). En Allemagne, ces initiatives ont pris le nom de *Blühende Landschaften*, littéralement « paysages fleuris ». En Suède, des expériences ont montré que la présence de bandes de fleurs sauvages peut améliorer la diversité et l'abondance des bourdons, et que ces dispositifs s'intègrent particulièrement bien aux zones d'agriculture intensive (Haaland et Gyllin 2012). En Angleterre, les mélanges de fleurs nectarifères EF4 doivent contenir au moins quatre familles clés de plantes prisées par les abeilles. Il a été démontré que ce mélange renforce considérablement la diversité des bourdons tant au niveau des champs (Potts *et al.*, 2009, Carvell *et al.* 2007) que des paysages (Pywell *et al.* 2006).

Par exemple, il a été démontré que la présence de diverses variétés de légumineuses dans les champs (offrant différentes ressources pollinifères et nectarifères) attirait de nombreux bourdons, notamment des espèces rares de bourdons à langue longue (*Bombus ruderatus* et *Bombus muscorum*) (Carvell *et al.* 2007). Toutefois, ces variétés ne fournissent pas assez de ressources pour les abeilles à langue courte au début de la saison de butinage. Cet inconvénient peut être compensé par l'utilisation de « mélanges de semences pour oiseaux sauvages », qui peuvent aussi apporter à ces espèces le pollen et le nectar dont elles ont besoin. De plus, d'autres mélanges de semences de fleurs sauvages indigènes et de graminées non agressives attirent de nombreuses espèces de bourdons (et probablement d'abeilles solitaires) et leur fournit des ressources pour le butinage. La floraison est étendue sur l'ensemble de la saison de butinage, ce qui garantit la disponibilité continue des ressources pollinifères et nectarifères nécessaires aux abeilles. Il est prévu que la végétation vivace produite par ces mélanges de semences perdure pendant une période de cinq à dix ans entre deux ensemencements. Les auteurs de cette étude ont conclu que l'utilisation de mélanges de semences de légumineuses et de mélanges de plantes à fleurs sauvages sur les exploitations agricoles est bénéfique pour les abeilles et permet d'améliorer l'hétérogénéité des paysages agricoles. Une autre étude (Pywell *et al.* 2006) a confirmé les effets positifs sur les bourdons de la plantation de fleurs sauvages et de légumineuses en bordure de champs, et constaté des effets positifs sur les abeilles à plus grande échelle (dans des paysages de 10 km × 10 km).

Il est également possible d'aménager des bandes de fleurs en bordure des prairies gérées de façon intensive pour augmenter les ressources florales dont ont besoin les abeilles. D'après des recherches menées au Royaume-Uni, l'utilisation de mélanges de semences de fleurs sauvages, de céréales et de légumineuses permet d'accroître la biodiversité des bourdons et des papillons au sein des prairies soumises à une gestion intensive (Potts *et al.* 2009). En Europe, une large proportion des terres agricoles est utilisée de façon intensive pour le pâturage et l'ensilage. Les scientifiques ont donc suggéré que des bénéfices pourraient être obtenus à grande échelle grâce à l'adoption de MAE portant sur l'aménagement de bordures de plantes à fleurs pour renforcer les insectes pollinisateurs. De plus, l'abandon des engrais et l'adoption de régimes de fauche et de pâturage de faible intensité sont deux démarches susceptibles d'améliorer encore davantage les ressources des prairies au profit des pollinisateurs. À l'heure actuelle, des chercheurs examinent comment sélectionner des mélanges de graines

de fleurs qui garantissent des ressources alimentaires non seulement aux abeilles et autres pollinisateurs, mais aussi aux prédateurs naturels des parasites – c'est-à-dire des mélanges qui permettent de conserver et d'améliorer différents groupes d'insectes auxiliaires remplissant des fonctions diverses (par ex. Carrié *et al.* 2012).

Outre l'aménagement de bordures de fleurs sauvages, il est important d'intégrer dans les systèmes agricoles intensifs des trèfles et/ou d'autres espèces de légumineuses (pois et fèves) dans les rotations de cultures. L'utilisation de ces cultures de couverture est bénéfique non seulement pour la fertilité du sol (sans apport d'engrais de synthèse), mais aussi pour la diversité des abeilles, notamment des bourdons à langue longue. Cette pratique est déjà très répandue dans l'agriculture biologique. L'utilisation de mélanges de fleurs nectarifères en tant que culture de couverture dans le cadre de la rotation des cultures a notamment été recommandée en Angleterre (Breeze *et al.* 2012).

Restauration des herbages et des prairies de fauche

Les herbages naturels et les prairies de fauche gérées de façon traditionnelle apportent aux abeilles sauvages d'importantes ressources pour le butinage. Mais dans les régions d'agriculture intensive, où les herbages sont traités avec des engrais et des herbicides de synthèse, les écosystèmes sont pauvres en espèces et fournissent peu de ressources aux abeilles. D'après les conclusions d'une étude menée dans quatre pays européens sur les impacts de l'agriculture intensive pour la diversité des abeilles, « afin de préserver les populations d'abeilles en Europe, les MAE doivent promouvoir la préservation des habitats semi-naturels, et en particulier des habitats herbeux riches en fleurs » (Féon *et al.* 2010). Réduire l'utilisation d'engrais dans les prairies entraînerait une augmentation de la couverture florale. De même, encourager la gestion traditionnelle des prairies de fauche permettrait aux plantes de fleurir avant d'être coupées (ce qui n'est pas le cas avec l'ensilage). Ces mesures pourraient être facilement mises en œuvre en Europe dans le cadre des MAE et contribueraient fortement au rétablissement des populations d'abeilles sauvages. Les prairies de fauche traditionnelles abritent de nombreuses plantes sauvages (dont des plantes à fleurs) et plantes légumineuses essentielles aux bourdons à langue longue (Veromann *et al.* 2012).

D'après une étude menée dans le sud de la Suède, les zones agricoles qui abritent davantage de prairies de fauche traditionnelles où la coupe (récolte) est pratiquée tard dans la saison sont caractérisées par une meilleure richesse spécifique des abeilles solitaires, notamment d'espèces figurant sur la Liste rouge de l'UICN (Franzén et Nilsson 2008). La région agricole analysée dans le cadre de cette étude comportait de nombreuses exploitations de petite taille éparpillées dans un paysage dominé par les forêts, comme on en trouve beaucoup dans le nord de l'Europe. D'après les auteurs, pour renforcer au mieux la diversité des abeilles dans ce type de région il faudrait gérer les prairies de façon traditionnelle, pratiquer des coupes tardives, ne pas utiliser d'engrais et exclure des zones de pâture 20 % des herbages entre mai et juillet. La réalisation d'études similaires dans d'autres pays est nécessaire pour confirmer ces résultats. D'autres recherches effectuées récemment sur des prairies de fauche gérées de façon traditionnelle en Suisse (Buri *et al.* 2014) ont montré que lorsqu'une proportion relativement faible d'herbage (entre 10 % et 20 %) n'est pas fauchée pour que les abeilles puissent s'y réfugier, les abeilles bénéficient d'effets positifs aussi bien à court qu'à long terme (la richesse spécifique et l'abondance des abeilles avaient augmenté). Aussi cette pratique pourrait-elle être encouragée dans le cadre des MAE pour renforcer la diversité et l'abondance des abeilles ainsi que les services de pollinisation sur les prairies de fauche gérées de façon traditionnelle.

Maintien et restauration des haies vives et des zones boisées sur les exploitations agricoles

Les haies vives sont très importantes pour la conservation de la diversité des plantes sauvages. De plus, elles sont en grande partie composées de plantes à fleurs qui fournissent des ressources alimentaires aux insectes (Minarro et Prida 2013).

Des recherches sur le sujet ont montré que les plantes sauvages, les arbustes et les arbres indigènes des haies vives procurent des ressources essentielles pour le butinage des abeilles sauvages et domestiques (Hannon et Sisk 2009, Minarro et Prida 2013, Morandin et Kremen 2013a et 2013b). Par ailleurs, ces formations végétales offrent les meilleures ressources de nourriture sur l'ensemble de la saison de butinage (Jacobs *et al.* 2009). Elles constituent également une barrière de protection contre les prédateurs et les perturbations liées aux activités d'élevage. Des chercheurs ont ainsi recommandé que les efforts réalisés pour maintenir les haies vives ou promouvoir leur réimplantation soient pris en charge dans le cadre des mesures agro-environnementales (MAE) (Power et Stout 2011).

Les bénéfices de la restauration des haies vives sur les terres agricoles ont récemment été mis en évidence par une étude menée dans la Vallée centrale, en Californie (Morandin et Kremen 2013a). Le réaménagement des haies s'est traduit par une augmentation de la diversité et de l'abondance des espèces d'abeilles sauvages, avec des effets particulièrement positifs pour les espèces les moins communes. Les auteurs de cette étude ont conclu que la restauration des haies vives au sein des zones cultivées pouvait être un facteur essentiel du renforcement de l'abondance et de la diversité des abeilles, mais aussi des services de pollinisation dans les cultures adjacentes.

Il a été démontré que les zones boisées constituent un habitat essentiel pour les abeilles. D'après une étude menée sur des exploitations industrielles et biologiques en Angleterre (Gibson *et al.* 2007), les exploitations biologiques comportaient une proportion de zones boisées beaucoup plus importante. Ce constat s'explique par le fait que les efforts de plantation d'arbres étaient plus soutenus sur les exploitations biologiques.

Des chercheurs ont recommandé que l'instauration d'habitats boisés (haies et lisières) et herbacés (bordures des champs, herbages et friches) soit prise en compte dans le cadre des mesures agro-environnementales car les abeilles sauvages, les bourdons et les abeilles domestiques dépendent tous de ces formations végétales pour le butinage (Rollin *et al.* 2013).

Piqûre de rappel : extraits de la série vidéo « Vivre sans pesticides », réalisée par Greenpeace



Il devrait y avoir une meilleure coopération avec les agriculteurs, et l'utilisation de solutions biologiques pourrait être plus répandue grâce notamment à l'aide du gouvernement. Bien entendu, il est très important de poursuivre les recherches. Des financements indépendants permettraient d'approfondir les résultats et de combler les lacunes de connaissances actuelles.



Dr. Fani Hadjina, chercheuse auprès de l'Institut apicole de la Fondation nationale pour la recherche agricole, Grèce. Le Dr Fani Hadjina conduit des recherches sur les pesticides néonicotinoïdes et leurs impacts sur les abeilles. Elle rappelle la nécessité d'investir davantage dans la recherche indépendante.

Conclusion : solutions pour favoriser les abeilles au sein des paysages agricoles européens

L'analyse de la littérature scientifique présentée dans ce rapport indique clairement que les méthodes d'agriculture biologique peuvent renforcer la diversité et l'abondance des abeilles sauvages dans les zones cultivées et les paysages agricoles. L'adoption de ces pratiques agricoles en Europe, notamment l'abandon progressif des pesticides chimiques de synthèse (voir chapitre 4), est indispensable si l'on veut améliorer le sort des abeilles sauvages et des abeilles domestiques. Il est également essentiel de veiller à la conservation et à la restauration des habitats semi-naturels, au niveau des exploitations comme du paysage, ainsi qu'à l'aménagement de bandes de fleurs sauvages soigneusement sélectionnées aux abords des champs. Les mesures agro-environnementales (MAE) pourraient aider financièrement les agriculteurs à mettre en œuvre ces pratiques.

Les recommandations suivantes sont tirées des différentes études scientifiques examinées dans ce rapport :

Disponibilité des ressources florales : la disponibilité des ressources florales du début du printemps à la fin de l'été est indispensable au maintien de la diversité des abeilles. Certaines espèces ont des périodes d'activité très longues et butinent pendant toute la saison, tandis que d'autres sont actives pendant de plus courtes durées (au début du printemps, au début ou à la fin de l'été) (Piffner et Müller 2014).

- La présence d'habitats variés garantit la diversité florale nécessaire à de nombreuses espèces d'abeilles sauvages et domestiques. Il a été démontré que les bordures herbacées, les friches, les prairies semi-naturelles, les haies vives et les zones boisées sont d'importants refuges pour les abeilles domestiques et sauvages.

Piqûre de rappel : extraits de la série vidéo « Vivre sans pesticides », réalisée par Greenpeace



Auparavant, j'utilisais une ribambelle de produits chimiques. En passant à l'agriculture biologique, je me suis rendu compte que j'avais commis de nombreuses erreurs, que j'essayais de traiter les symptômes et non la cause [...]. L'équilibre apporté par l'agriculture biologique est synonyme de nombreux bénéfices pour les cultures. Le sol est plus vivant, les organismes de l'environnement alentour forment une harmonie imperturbable. Bien sûr, il y a aussi des avantages pour la planète, car de nombreuses années sont nécessaires pour que les résidus de produits chimiques se dégradent.



Giannis Melos, agriculteur biologique, Grèce. *En tant que cultivateur d'agrumes bio, Giannis utilise différentes techniques pour traiter les insectes. Par exemples, il applique des préparations à base de plantes pour repousser les parasites.*

- La gestion biologique des herbages et la gestion traditionnelle des prairies de fauche (fauches tardives) favorisent l'abondance des ressources florales nécessaires aux abeilles. La conservation de petites parcelles non fauchées peut créer des zones de refuge pour les abeilles. La gestion biologique des champs arables améliore également la disponibilité des ressources florales.
- L'aménagement de bandes de fleurs sauvages le long des zones cultivées offre aux abeilles des ressources de pollen et de nectar supplémentaires.

Disponibilité des sites de nidification : les habitats naturels et semi-naturels procurent aux abeilles sauvages les ressources dont elles ont besoin pour le butinage et la nidification. La présence d'habitats de petite taille exposés au soleil est particulièrement importante pour la nidification à l'échelle du paysage. En Europe centrale, les sites de nidification sont notamment établis sur des sols nus ou à la végétation clairsemée, des chronoxyles (ou monolithes de bois mort) et des formations de pierres et de roches (rochers, murs en pierres sèches, blocs de roche). La végétation non fauchée, qui abrite des tiges et des coquilles d'escargots vides, constitue des sites d'hivernage (Piffner et Müller 2014).

Abandon des pesticides (y compris des herbicides) et des engrais minéraux grâce à l'adoption de pratiques agricoles écologiques : l'utilisation d'herbicides, caractéristique de l'agriculture industrielle, a pour effet de réduire les ressources florales dans les zones de cultures et en bordure des champs. Les herbicides et les engrais minéraux appauvrissent les herbages, laissant peu de ressources florales pour les abeilles. De nombreux pesticides sont également toxiques pour les abeilles (Tirado *et al.* 2013). L'agriculture européenne peut se passer des pesticides, des herbicides et des engrais minéraux en adoptant des pratiques agricoles écologiques, notamment en matière de lutte contre les parasites, ce qui favorisera la diversité et l'abondance des abeilles (voir chapitre 4).

Piqûre de rappel : extraits de la série vidéo « Vivre sans pesticides », réalisée par Greenpeace



Nous essayons d'aller encore plus loin que l'agriculture intégrée : notre objectif est de parvenir à produire du coton sans utiliser de produits chimiques, ou du moins en réduisant au maximum leur utilisation, en comptant sur les engrais et les traitements biologiques qui respectent les ennemis naturels des parasites. Oui, je crois qu'il est possible d'atteindre cet objectif.



Alberto Calderón, responsable technique du syndicat agricole COAG de Séville, Espagne. Dans le cadre d'une expérience menée à grande échelle en Andalousie, l'agriculture intégrée a permis de réduire considérablement l'utilisation de pesticides, d'engrais et d'eau d'irrigation. Pour Alberto, l'agriculture intégrée est un pont entre l'agriculture intensive et l'agriculture écologique.

Champ de rhubarbe bio,
province d'Utrecht, Pays-Bas
© Greenpeace / Bas Beentjes



4 : ABANDONNER LES PESTICIDES CHIMIQUES DE SYNTHÈSE GRÂCE À LA LUTTE ANTIPARASITAIRE ÉCOLOGIQUE (BIOCONTRÔLE)



Bandes de fleurs sauvages vivaces aménagées dans une exploitation horticole biologique. Adaptées à leur environnement, elles offrent d'abondantes ressources alimentaires aux ennemis naturels.

© Institut de recherche de l'agriculture biologique (FiBL), Suisse.

Introduction

De nombreux pesticides chimiques de synthèse utilisés par l'agriculture industrielle sont réputés nocifs pour les abeilles et l'environnement. Ils font également l'objet de critiques en raison de leurs impacts éventuels sur la santé humaine. Une agriculture « respectueuse des abeilles » est possible à condition de mettre fin à l'emploi des pesticides chimiques (Tirado *et al.* 2013, Johnston *et al.* 2014). De nombreuses méthodes écologiques, qui permettent notamment aux agriculteurs de lutter contre les nuisibles sans avoir recours aux produits chimiques toxiques, ont déjà été adoptées dans l'ensemble de l'Europe. De plus, les recherches scientifiques conduites dans le cadre de l'agro-biodiversité fonctionnelle (FAB) nous apportent de nouvelles connaissances pratiques sur la façon de lutter contre les ravageurs sans pesticides chimiques.

À l'échelle mondiale, les parasites des cultures ont toujours représenté une grave menace pour la production alimentaire. Bien qu'on utilise de plus en plus de produits agrochimiques pour lutter contre les parasites, les maladies et les adventices, aucune baisse notable des pertes agricoles n'a été constatée au cours des 40 dernières années (d'après Oerke 2005). L'utilisation non-sélective des pesticides chimiques est l'une des raisons de cet échec : si ces substances chimiques tuent les parasites, elles peuvent aussi fragiliser les prédateurs naturels des ravageurs. Or en contrôlant les populations de parasites, les ennemis naturels permettent de protéger les récoltes de façon écologique (Wäckers 2012).

Au sein des habitats naturels, la lutte contre les parasites des plantes est généralement garantie par les diverses interactions (compétition, prédation, parasitisme, etc.) entre les ravageurs et leurs nombreux ennemis naturels. Le contrôle écologique des parasites passe par le renforcement de la diversité au sein des systèmes agricoles et par la mise en place de méthodes agricoles qui favorisent la diversité et la bonne santé des populations d'ennemis naturels.

Les ennemis naturels ont besoin d'habitats abritant une abondante diversité végétale et, de façon plus générale, de zones naturelles ou semi-naturelles. Les forêts, les haies vives, les bordures herbacées, les friches et les prairies constituent des refuges pour de nombreuses espèces d'ennemis naturels, dont les coléoptères carabidés, les staphylinidés, les araignées, les coccinellidés, les syrphidés, les chrysopes et les parasitoïdes (insectes qui finissent par tuer, stériliser ou consumer l'insecte-hôte) (Bianchi *et al.* 2006). Les plantes à fleurs sauvages au sein des habitats semi-naturels non cultivés fournissent le pollen et le nectar dont se nourrissent de nombreux ennemis

naturels. Par ailleurs, la plupart des ennemis naturels dépendent des habitats non cultivés pour l'hivernage car les sols nus ne favorisent pas leur hibernation. Après l'hivernage, les insectes prédateurs peuvent réapparaître au printemps et se déplacer dans des zones cultivées où ils pourront s'attaquer aux parasites des cultures, fournissant ainsi un service écosystémique de lutte contre les nuisibles (Geiger *et al.* 2008).

Les insecticides chimiques de synthèse peuvent tuer les ennemis naturels et ainsi entraver les mécanismes naturels de lutte contre les parasites. Une étude a été menée au Nicaragua pour évaluer les conséquences de l'utilisation d'insecticides sur le principal parasite du chou, la teigne des crucifères ou la teigne des choux (Bommarco *et al.* 2011). Une augmentation du taux de parasitisme de la teigne par un parasitoïde a été constatée dans les champs non traités par rapport aux champs traités à l'aide d'insecticides. De plus, deux types de prédateurs naturels généralistes (araignées et guêpes prédatrices) ont été retrouvés en plus grande quantité dans les champs non traités. Dans les champs traités, l'abondance moindre des ennemis naturels et les taux moins élevés de parasitisme indiquent que les ennemis naturels sont vulnérables aux applications d'insecticides. Les feuilles des cultures traitées étaient davantage endommagées par les parasites, ce qui signifie probablement que l'utilisation d'insecticides chimiques entraîne à la fois une résistance du parasite et une prédation et un parasitisme plus faibles.

Lutte antiparasitaire écologique

Plusieurs stratégies ont été mises au point pour améliorer la protection des cultures. Une approche à plusieurs niveaux est ici présentée (voir figure 1). Les efforts se concentrent principalement sur les premières étapes, qui consistent à intégrer la biodiversité directement dans les systèmes agricoles pour protéger – de façon indirecte mais efficace – les cultures contre les parasites (étapes 1 à 3). Ces étapes sont les plus importantes pour la protection écologique des cultures et constituent le thème principal de cette section du rapport.

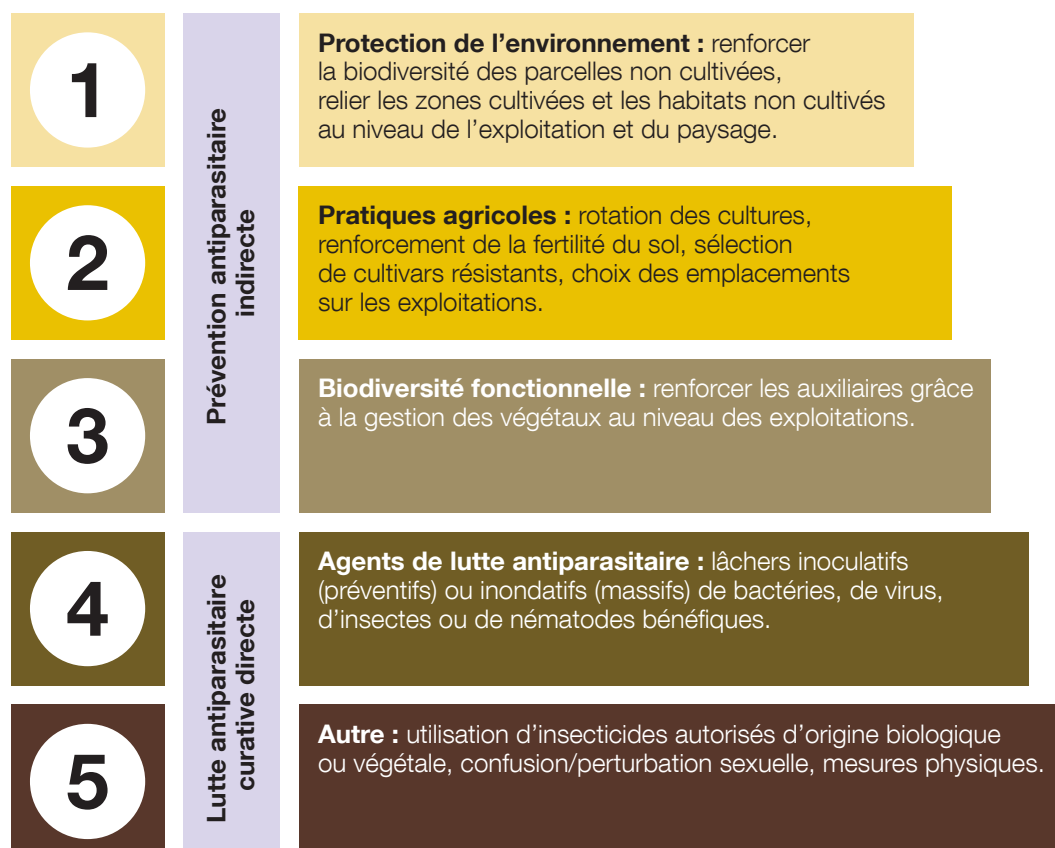
Étape 1 : renforcement des habitats semi-naturels autour des exploitations agricoles au profit des ennemis naturels et autres espèces utiles. La recherche scientifique a clairement montré que la présence accrue d'habitats naturels et semi-naturels dans les paysages agricoles est bénéfique pour les ennemis naturels et la lutte antiparasitaire écologique. Ces mesures permettent aussi de renforcer les habitats des pollinisateurs.

Étape 2 : adoption des meilleures pratiques agricoles, notamment la rotation des cultures pour préserver la bonne santé des sols, et l'aménagement de cultures de couverture pour améliorer la fertilité des sols. Ces mesures peuvent également contribuer à renforcer les ennemis naturels. De plus, la sélection de cultures résistantes ou tolérantes (cultivars) est recommandable pour éviter que les récoltes ne soient atteintes de phytopathologies.

Étape 3 : renforcement des ennemis naturels grâce à la gestion des haies vives et à l'aménagement de bandes de fleurs sauvages pour fournir à la fois ressources et habitats. Cette méthode s'inscrit dans le cadre de l'agro-biodiversité fonctionnelle (FAB) et consiste à améliorer la biodiversité des espèces végétales qui, à leur tour, vont renforcer la présence d'un groupe d'invertébré (ici les ennemis naturels) qui fournit des services écosystémiques clés. L'aménagement de plantes à fleurs en bordure des champs (pour maintenir ou développer les populations d'ennemis naturels) et l'installation de bandes enherbées servant d'habitat pour les ennemis naturels sont deux méthodes abordées plus loin dans ce chapitre.

Les étapes 4 et 5 correspondent à des mesures curatives directes, à savoir le recours à des agents de lutte biologique (étape 4) et l'utilisation d'insecticides autorisés d'origine biologique ou minérale. Ces mesures sont mises en œuvre uniquement en cas de nécessité, à des phases ultérieures de la production (Forster *et al.* 2013). Par exemple, des phéromones peuvent être utilisées en tant qu'agents de lutte biologique pour modifier ou perturber le comportement naturel des parasites, notamment en créant une confusion ou désorientation sexuelle pour attirer et piéger, voire tuer les insectes. En général, seule le parasite cible est affecté, et aucun impact n'est à déplorer sur la biodiversité (Welter *et al.* 2005). En Europe, cette technique extrêmement efficace est largement utilisée dans la production de pommes, d'oranges, d'olives et de tomates.

Figure 1. La protection des récoltes en plusieurs étapes



Source: Forster *et al.* 2013

Agriculture écologique et lutte antiparasitaire naturelle par les ennemis naturels

Il a été démontré que les méthodes agricoles écologiques renforcent la biodiversité et l'abondance des ennemis naturels sur les exploitations agricoles et, partant, la lutte contre les parasites (Crowder *et al.* 2010, Krauss *et al.* 2011). On a constaté que les ennemis naturels étaient présents en plus grand nombre dans les exploitations agricoles biologiques que dans les exploitations industrielles, notamment les araignées (Schmidt *et al.* 2005, Oberg 2007), les carabidés (coléoptères) (Irmiler 2003), les chrysopes (Corrales et Campos 2004), les syrphidés (bombyles) et les coccinellidés (coccinelles) (Reddersen 1997). Une étude statistique récente synthétisant plusieurs recherches a montré que tous les groupes d'espèces d'ennemis naturels (à l'exception des coléoptères) répondent positivement à l'agriculture biologique (Garrett *et al.* 2011). Outre l'application de méthodes d'agriculture biologique, il est possible que l'hétérogénéité de l'habitat sur les exploitations biologiques ait influencé les résultats de cette étude, étant donné que le renforcement des habitats semi-naturels améliore l'abondance des ennemis naturels.

La préservation de la biodiversité des ennemis naturels sur les exploitations biologiques favorise de façon idéale la lutte antiparasitaire naturelle, compensant l'interdiction des insecticides qui tuent les parasites. Cependant, l'augmentation de l'abondance des ennemis naturels ne se traduit pas forcément par une amélioration de la lutte naturelle contre les parasites. À l'heure actuelle, peu d'études scientifiques ont évalué l'éradication des parasites par les ennemis naturels (Letourneau et Bothwell 2008). Toutefois, d'après les conclusions d'une synthèse d'études menées dans des régions tropicales et tempérées, il existe un lien étroit entre une diversité accrue des ennemis naturels et l'éradication des insectes ravageurs phytophages (Letourneau *et al.* 2009).

Piqûre de rappel: extraits de la série vidéo « Vivre sans pesticides », réalisée par Greenpeace



Les roses et les pucerons sont inséparables. Les roses attireront toujours les pucerons. Le but de ces insectes, c'est de servir d'aliment à d'autres insectes et certains oiseaux. Donc un environnement favorable aux pucerons attirera aussi leurs prédateurs. Les ennemis naturels se mettront automatiquement à manger les pucerons, jusqu'à mettre fin à l'infestation.



Hans van Hage et Geertje van der Krogt, propriétaires d'une roseraie bio, Pays-Bas. Hans et Geertje dirigent la seule roseraie certifiée biologique aux Pays-Bas. Ils utilisent des ennemis naturels pour lutter contre les aphides.

Une étude menée sur des champs arables dans le sud de l'Allemagne a mis en évidence une amélioration de l'éradication des ravageurs par les ennemis naturels sur des cultures biologiques. Les chercheurs ont comparé des cultures fourragères de triticale biologiques et industrielles. Sur les cultures biologiques, la richesse spécifique des plantes était cinq fois plus élevée, celle des insectes pollinisateurs 20 fois plus importante et les ennemis naturels trois fois plus abondants. En raison de l'abondance accrue des ennemis naturels des pucerons (aphides), l'abondance des pucerons des céréales était cinq fois moins élevée sur les champs biologiques que sur les champs industriels. Dans ce cas, il apparaît clairement que l'agriculture biologique favorise les ennemis naturels et la lutte antiparasitaire naturelle. Cette étude a également démontré que la pulvérisation d'insecticides sur les cultures industrielles de triticale dans le but de lutter contre les aphides permettait seulement de réduire leur nombre à très court terme. Au bout de deux semaines, la quantité d'aphides augmentait rapidement en raison des effets négatifs à long terme des insecticides sur l'éradication naturelle des parasites.

D'autres chercheurs ont examiné les différences entre des cultures de blé biologiques et industrielles en Suisse (Birkhofer *et al.* 2008). L'abondance des araignées était deux fois plus élevée dans les champs gérés de façon biologique, ce qui entraînait une abondance considérablement plus faible des aphides par rapport aux cultures gérées de façon industrielle. Cette étude a également démontré que l'abondance des aphides deux fois plus élevée dans les cultures industrielles était certainement liée à l'utilisation d'engrais minéraux et d'herbicides. La teneur accrue en azote était bénéfique pour les aphides phytophages. À l'inverse, sur les champs biologiques, l'utilisation de fumier en tant qu'engrais améliorait la qualité des sols et, à l'aide d'autres méthodes agricoles biologiques, renforçait les ennemis naturels, le recyclage des éléments nutritifs et la lutte contre les parasites. Une autre étude (Garret *et al.* 2011) a également mis en évidence l'effet positif de l'utilisation de fumier et de compost pour les ennemis naturels, et l'effet négatif de ces engrais naturels sur les parasites. Ces résultats méritent de plus amples recherches systématiques.



Les paysages diversifiés présentent le plus grand potentiel en matière de conservation de la biodiversité et renforcent le biocontrôle.



– Bianchi *et al.*
2006



L'agriculture biologique a clairement des effets positifs sur les abeilles sauvages (voir chapitre 2), sur les ennemis naturels et, dans de nombreux cas, sur l'éradication des parasites. Dans le cadre d'une étude récente (Bianchi *et al.* 2013a), des modèles mathématiques ont été utilisés pour simuler la possibilité d'installer davantage de cultures biologiques dans les paysages agricoles pour favoriser la lutte antiparasitaire. Cette étude a montré que l'utilisation de pesticides dans l'agriculture industrielle peut facilement déboucher sur des situations "perdant-perdant", c'est-à-dire entraîner une augmentation des parasites aussi bien sur les champs industriels que biologiques, par rapport à un scénario où aucun insecticide n'est utilisé. Toutefois, l'introduction progressive de davantage de cultures biologiques peut provisoirement augmenter les pertes de récoltes, l'utilisation réduite d'insecticides entraînant une charge parasitaire accrue. Mais l'intégration plus rapide et plus large des cultures biologiques serait favorable à la lutte antiparasitaire. « Ces résultats soulignent la nécessité d'appréhender les stratégies de lutte antiparasitaire à l'échelle des paysages, ce qui exigera bien souvent des efforts concertés entre les différents acteurs en jeu, notamment les agriculteurs et les organismes de réglementation », ont conclu les auteurs.

Impacts du paysage agricole sur les ennemis naturels

Les habitats naturels et semi-naturels situés dans et autour des exploitations agricoles abritent une biodiversité très riche, notamment en termes de fleurs sauvages et d'insectes. Plusieurs études ont montré que ces habitats se caractérisent également par une diversité importante d'ennemis naturels (Bianchi *et al.* 2006). Les zones boisées et herbeuses à proximité des exploitations peuvent être source de pollen et de nectar pour de nombreux ennemis naturels. Par exemple, il a été démontré que les chrysopes, les coccinellidés, les syrphidés (bombyles) et les parasitoïdes s'approvisionnent en nectar dans les habitats semi-naturels adjacents aux champs cultivés, puis se rendent sur des cultures voisines où ils peuvent éradiquer les populations de parasites (Bianchi *et al.* 2006).

La diversité et l'abondance des ennemis naturels peuvent diminuer lorsque la distance qui sépare les champs cultivés des zones non cultivées augmente. Par exemple, il a été constaté que l'abondance et la diversité des communautés de parasitoïdes diminue au fur et à mesure que la distance avec les zones non cultivées augmente, ce qui réduit le parasitisme (Kruess et Tschamtkke 1994, 2000; Tschamtkke *et al.* 1998).

Pour évaluer l'influence de l'hétérogénéité du paysage sur les ennemis naturels, des chercheurs ont effectué une analyse statistique portant sur 24 études publiées en Europe et aux États-Unis (Bianchi *et al.* 2006). Ces travaux ont montré que les paysages complexes, caractérisés par une mosaïque d'habitats semi-naturels, étaient davantage favorables aux ennemis naturels que les paysages plus simples (comportant peu d'habitats semi-naturels).

Dans 74 % des études, les populations d'ennemis naturels étaient plus élevées au sein des paysages plus complexes. Les chercheurs ont ensuite examiné quels types d'habitats semi-naturels favorisent davantage les ennemis naturels. Les prairies, les zones herbeuses et les habitats boisés étaient tous associés à des populations d'ennemis naturels renforcées. Les auteurs en ont conclu que « les différents types d'habitats non cultivés pouvant abriter diverses communautés de végétaux, d'herbivores et d'ennemis naturels, les paysages hétéroclites sont susceptibles de présenter le plus grand potentiel de conservation de la biodiversité et de renforcer le biocontrôle ».

Ils ont également fait remarquer que très peu d'études examinaient l'éradication parasitaire par les ennemis naturels et que par conséquent, aucune conclusion ne pouvait être tirée à ce sujet. Cependant, certaines études et éléments circonstanciels indiquent que l'éradication des nuisibles est plus importante dans les paysages complexes.

Par exemple, en Roumanie et en Pologne, des chercheurs ont constaté que les cultures situées dans des paysages uniformes abritent une biomasse plus élevée d'insectes nuisibles par rapport à celles situées dans des paysages plus complexes (Ryzkowski et Karg 1991). Dans certaines régions d'Allemagne caractérisées par une mosaïque de paysages (forêts, champs arables et réseaux de haies vives), le recours aux pesticides chimiques pour lutter contre les aphides est inutile puisque le biocontrôle suffit.

Par ailleurs, une étude a récemment été menée en Californie sur les parasitoïdes tachinidés, un groupe important d'ennemis naturels des parasites végétaux (Letourneau *et al.* 2012). Cette étude a montré que la présence de plantes vivaces semi-sauvages au sein des paysages agricoles est importante car ces plantes servent d'habitat aux parasitoïdes tachinidés. D'après cette étude, ces parasitoïdes peuvent entraîner une mortalité significative chez les parasites nuisibles aux cultures maraîchères annuelles. Ces travaux suggèrent également que le maintien de zones d'habitats vivaces semi-sauvages en tant que refuges pour les parasitoïdes peut augmenter la biodiversité et garantir des services écosystémiques en matière de biocontrôle pour les cultures annuelles.

D'autres chercheurs (Chaplin-Kramer *et al.* 2011) se sont récemment penchés sur les effets de la complexité des paysages sur les ennemis naturels, dressant une analyse statistique des résultats de 46 autres études. Ces travaux ont montré que la diversité et l'abondance des ennemis naturels réagissent positivement à la complexité des paysages. Ainsi, les paysages plus complexes et plus divers abritent un plus grand nombre et une plus grande variété d'ennemis naturels. Ces résultats ont été confirmés par une autre étude selon laquelle la complexité du paysage peut avoir des effets positifs sur les ennemis naturels dans leur ensemble, en termes d'abondance et de richesse spécifique et tant à l'échelle locale qu'à celle du paysage (Shackelford *et al.* 2013). Cette étude a également montré que certains insectes pollinisateurs et ennemis naturels réagissent de façon positive à un renforcement de la complexité des paysages.

Par rapport aux vastes paysages uniformes comportant de grandes monocultures et peu d'habitats semi-naturels, on peut affirmer que les paysages plus diversifiés et de plus petite taille, abritant de nombreux habitats semi-naturels, offrent des conditions idéales aux ennemis naturels. Il est donc important de protéger et de renforcer les habitats naturels et semi-naturels au sein et autour des exploitations agricoles pour encourager la lutte antiparasitaire naturelle.

Autres approches modernes de la lutte antiparasitaire naturelle

L'agro-biodiversité fonctionnelle (FAB) consiste à favoriser la présence, dans et autour des parcelles cultivées, d'éléments de la biodiversité sauvage qui fournissent des services écosystémiques essentiels à une production agricole durable, et qui peuvent aussi être bénéfiques pour l'environnement régional et mondial et pour l'ensemble de la population (ELN-FAB 2012). Les agriculteurs et les responsables politiques européens sont de plus en plus nombreux à reconnaître que biodiversité et production agricole ne sont pas antagonistes, mais qu'elles peuvent au contraire se renforcer l'une l'autre, comme certaines expériences l'ont déjà prouvé.

L'agro-biodiversité fonctionnelle repose sur des stratégies scientifiques pour optimiser les services écosystémiques dans le cadre de pratiques agricoles durables. Elle apporte des techniques innovantes à l'agriculture européenne. Les programmes de recherche et d'application sur la FAB ont notamment permis de mettre au point des mélanges de graines de fleurs sauvages visant spécifiquement à renforcer les insectes pollinisateurs (voir chapitre 3) et les ennemis naturels (voir ce chapitre).



La biodiversité joue un rôle important dans la fourniture de services écosystémiques, notamment ceux qui sont essentiels à une production agricole durable.



– ELN – FAB
(2012)



En s'appuyant sur le travail approfondi mené ces dernières années, il est désormais possible d'indiquer précisément aux agriculteurs quels mélanges de semences utiliser et comment gérer au mieux les parcelles pour optimiser les résultats de la lutte antiparasitaire et en limiter au maximum les effets négatifs.



– Wäckers (2012)

Lutte intégrée contre les ennemis des cultures (IPM) : cette technique vise à faire en sorte que « les utilisateurs professionnels de pesticides se reportent sur les pratiques et produits présentant le risque le plus faible pour la santé humaine et l'environnement parmi ceux disponibles pour remédier à un même problème d'ennemis des cultures » (UE). L'IPM privilégie :

- la prise en considération attentive de toutes les méthodes de protection des plantes disponibles,
- l'intégration de mesures appropriées qui découragent le développement des populations d'organismes nuisibles,
- la croissance de cultures saines, en veillant à perturber le moins possible les agro-écosystèmes, ainsi que les mécanismes naturels de lutte contre les ennemis des cultures,
- la protection des récoltes contre les dommages causés par les ravageurs, les maladies et les adventices par le biais d'actions préventives telles que l'utilisation de cultivars résistants et le renforcement des ennemis naturels,
- le contrôle des parasites et l'évaluation des populations de parasites pour décider de la nécessité d'une intervention chimique,
- les méthodes non-chimiques et la réduction de l'usage des pesticides, en donnant la priorité aux méthodes naturelles de lutte contre les ravageurs et en utilisant les pesticides que si ceux-ci s'avèrent nécessaires (Cardosa 2013), ainsi que l'intégration de mesures qui maintiennent le recours aux produits de protection des plantes et à d'autres types d'interventions à des niveaux justifiés des points de vue économique et environnemental.

Une analyse approfondie des programmes de recherche et d'application de la lutte intégrée contre les ennemis des cultures en Europe a récemment été publiée (ENDURE 2010).

L'IPM diffère de la FAB et des méthodes agricoles écologiques et biologiques en ce qu'elle autorise le recours aux pesticides chimiques. Greenpeace estime que cette technique n'est pas une solution pour l'agriculture parce qu'elle fait appel aux produits agrochimiques de synthèse.

Piqûre de rappel : extraits de la série vidéo « Vivre sans pesticides », réalisée par Greenpeace



Tout d'abord, c'est bon pour la santé : nous appliquons moins de produits chimiques, et ça c'est fondamental ! Ensuite, c'est bon pour l'environnement : nous respectons les insectes auxiliaires. Sans eux, nous n'aurions pas de métier.



Charo Herrero, producteur de coton, Espagne. *En appliquant les principes de la lutte intégrée contre les ennemis des cultures (IPM), les capsules de coton s'ouvrent plus vite et l'infestation par les lépidoptères est évitée.*

Encadré 3: Les bandes enherbées

Pour renforcer les prédateurs naturels des pucerons des céréales, des habitats d'hivernage appelés « bandes enherbées » peuvent être aménagés au sein même des champs céréaliers. Il s'agit de petits talus composés de graminées vivaces formant des prairies de tussack. Ils peuvent être rapidement mis en place et abriter des araignées et des coccinelles prédatrices en forte densité (Gurr *et al.* 2003, Mcleod *et al.* 2004). Les bandes enherbées sont généralement installées au centre des champs cultivés. Au printemps, les araignées et coccinelles prédatrices migrent depuis ces habitats vers les cultures et participent ainsi au biocontrôle des aphides (Gurr *et al.* 2003). Ces dispositifs ont déjà donné de bons résultats et ont été aménagés dans de nombreuses exploitations en Europe. De plus, il a été démontré que, dans le cas des champs de blé, les gains en matière de lutte antiparasitaire compensaient largement toutes les pertes de revenus liées à la perte des terres aménagées en bandes enherbées (Landis *et al.* 2000).

Méthodes agricoles permettant de renforcer les ennemis naturels et le biocontrôle

Aménagement de bandes de fleurs sauvages

Comme indiqué précédemment, la présence d'habitats naturels et semi-naturels sur et autour des exploitations agricoles est favorable aux ennemis naturels. Nombre d'entre eux ont besoin de ressources pollinifères et nectarifères pour se nourrir, et d'habitats herbacés pour l'hivernage. La recherche scientifique indique clairement qu'en raison de la diminution des habitats herbacés due à l'agriculture industrielle, les ennemis naturels souffrent de pénuries de nourriture en l'absence de végétation florale. Pour remédier à ce problème et renforcer les populations d'ennemis naturels, certaines pratiques agricoles peuvent garantir la présence de ressources pollinifères et nectarifères, comme l'aménagement de bandes de fleurs sauvages le long des zones de culture, et de refuges pour l'hivernage, comme l'implantation d'habitats herbacés (bandes enherbées, voir encadré ci-dessus) (Wäckers 2012).

L'aménagement de bandes de fleurs sauvages est un moyen simple et efficace d'attirer les ennemis naturels et de contribuer à la lutte antiparasitaire naturelle. Ces bandes peuvent être plantées à la lisière des champs cultivés ou utilisées pour séparer de grands champs et, dans l'idéal, être reliées aux autres habitats naturels et semi-naturels pour créer des corridors écologiques et des réseaux d'habitats pour les insectes. Au début des années 1990, deux différents mélanges de graines ont été mis au point pour les cultures annuelles et les cultures pérennes. Des essais sur le terrain en Allemagne, en Autriche et en Suisse ont ultérieurement permis d'améliorer ces mélanges de plantes à fleurs, et de les adapter à différentes régions (Pfiffner et Wyss 2004). De plus, il est reconnu que les mélanges de semences doivent être spécifiquement adaptés pour renforcer les espèces d'ennemis naturels et non les insectes nuisibles à l'agriculture (Winkler *et al.* 2009). Cette approche « ciblée » implique la sélection de plantes spécifiquement prisées des espèces qui contribuent au biocontrôle, et l'exclusion des variétés appréciées des parasites qui se nourrissent de nectar ou de pollen.

Il a été établi que la présence de bandes de fleurs sauvages augmente la diversité et l'abondance des ennemis naturels, notamment des coléoptères carabidés, des araignées, des syrphidés et des chrysopes. De plus, les fleurs sauvages servent d'habitats d'hivernage pour les insectes, et leur capacité à renforcer considérablement l'abondance des insectes bénéfiques aux cultures a été démontrée. Les bienfaits de ces dispositifs sont liés à leur diversité végétale, à leur complexité structurale et à leur couche de végétation permanente et non travaillée (Piffner et Wyss 2004). Plusieurs expériences ont démontré l'efficacité des bandes de fleurs sauvages en matière de lutte naturelle contre les parasites :

- Dans le cadre d'une étude menée sur des cultures biologiques commerciales de tomates en Italie, des chercheurs ont examiné si le biocontrôle était renforcé par la présence de bordures enherbées et de bandes de fleurs sauvages semi-naturelles (Balzan & Moonen 2014). Les résultats ont montré que les bandes de fleurs sauvages abritaient une abondance plus importante d'ennemis naturels et de parasitoïdes à la fin de la saison de végétation, ce qui renforçait le parasitisme des aphides sur les cultures de tomates et réduisait les dégâts foliaires infligés par les parasites. Cette réduction imputable aux ennemis naturels présents dans les bandes de fleurs sauvages intervenait vers la fin de la saison de végétation. Plus tôt dans la saison, l'étude a montré que les bordures enherbées semi-naturelles constituaient un habitat important pour les ennemis naturels. La diminution du nombre d'aphides et des dégâts foliaires sur les cultures de tomates suggère que cet habitat semi-naturel joue un rôle majeur dans la colonisation précoce des cultures par les ennemis naturels. Les chercheurs ont conclu que la conservation de bordures de champs enherbées et l'aménagement de bandes de fleurs sauvages constituent des stratégies complémentaires pour renforcer les ennemis naturels et la lutte antiparasitaire naturelle dans cette région.

Piqûre de rappel: extraits de la série vidéo « Vivre sans pesticides », réalisée par Greenpeace



Pour que la plante allonge sa durée de photosynthèse, il faut qu'elle transpire. Mettez des brise-vents pour héberger des coccinelles qui vont neutraliser les pucerons, et vous ne mettez plus de pesticides.



Marc Dufumier, agronome et enseignant-chercheur français à la chaire d'agriculture comparée et de développement agricole à AgroParisTech, France. Il est notamment très connu pour ses travaux sur le développement agricole et rural.

- D'après une étude expérimentale menée pendant trois ans dans le sud des Pays-Bas, l'aménagement de bandes de fleurs annuelles sélectionnées et de bordures composées de plantes vivaces le long et à travers des champs de pommes de terre et de blé entraîne une augmentation du nombre d'ennemis naturels et une baisse du nombre d'aphides. Par conséquent, la pulvérisation d'insecticides était devenue inutile (van Rijn *et al.* 2008). Dans le Hoeksche Waard, dans le sud de la Hollande, certains agriculteurs adoptent des approches d'agro-biodiversité fonctionnelle (FAB) pour utiliser moins de pesticides. Des bordures de champs composées d'espèces annuelles et pérennes ont été aménagées sur des exploitations agricoles, et la présence d'habitats naturels a été renforcée. Résultat : aucun insecticide n'a été utilisé sur les cultures de blé et de pommes de terre pendant quatre ou six ans (Bianchi *et al.* 2013b).
- Sur une culture de bleuets au Michigan (États-Unis), des bandes de fleurs sauvages implantées pour renforcer les insectes pollinisateurs ont donné de bons résultats. De plus, les fleurs ont attiré des ennemis naturels (guêpes, coccinelles, chrysopes et coléoptères) connus pour attaquer les ravageurs des bleuets. L'utilisation d'insecticides était moins nécessaire - 80 % (Conniff 2014).
- En France, dans le cadre du projet « Terrena Vision 2015 », des bandes de fleurs ont été aménagées dans des vignes pour renforcer les ennemis naturels du ver de la grappe (Bianchi *et al.* 2013b). D'autres études ont également fait état du succès de l'aménagement de bandes de fleurs dans des vergers et des vignes (Pfiffner et Wyss 2004).
- Dans le cadre de travaux expérimentaux conduits en Suisse, trois plantes (dont des bleuets) ont été sélectionnées et associées aux cultures de choux (compagnonnage végétal) pour renforcer les parasitoïdes des principaux nuisibles de l'ordre des lépidoptères. Des associations prometteuses ont également été mises au point pour composer des bandes de fleurs vivaces visant à renforcer les ennemis naturels dans des pommeraies (Pfiffner *et al.* 2013).



La diversification des agro-écosystèmes fait partie des stratégies les plus prometteuses en matière de lutte contre les maladies et les ravageurs des cultures.



– Costanzo et Bárberi (2013)



Désormais, il est important que ces connaissances soient partagées avec les agriculteurs pour qu'ils puissent mettre en place des méthodes antiparasitaires naturelles d'un bout à l'autre de l'Europe. « Il existe un besoin urgent, tant chez les responsables politiques chargés d'élaborer les régimes agro-environnementaux que chez les agriculteurs qui gèrent les paysages agricoles, de bénéficier de conseils pratiques pour utiliser des mélanges de semences efficaces et gérer les éléments non-cultivés de façon à favoriser les services écosystémiques » (Wäckers 2012).

Afin d'élaborer une approche adaptée favorisant l'aménagement à grande échelle de bandes de fleurs sauvages dans les paysages agricoles, des chercheurs des Pays-Bas et du Royaume-Uni ont rassemblé des données sur plus de 100 espèces végétales et leurs capacités à favoriser les insectes pollinisateurs et les ennemis naturels. Cette base de données permettra de rendre disponibles des informations pertinentes pour adapter les mélanges de semences de plantes à fleurs en fonction de chaque site et de chaque culture en vue d'améliorer le biocontrôle et les services de pollinisation (Wäckers 2012).

Il est également important que des programmes d'agro-biodiversité fonctionnelle (FAB) visant à renforcer les services écosystémiques des insectes pollinisateurs et des ennemis naturels soient mis en œuvre à l'échelle des paysages. À l'heure actuelle, les bandes de fleurs ne sont aménagées qu'à l'échelle des champs et des exploitations agricoles, alors que les insectes sont actifs à l'échelle des paysages. Par exemple, l'aménagement de bandes de fleurs peut s'avérer inefficace si les champs alentour sont fréquemment traités à l'aide d'insecticides à large spectre, ou si peu d'habitats naturels et semi-naturels sont présents dans les environs. Aussi, la coopération entre les différents acteurs et parties prenantes est nécessaire si l'on veut que des programmes FAB soient appliqués dans différentes régions au sein des pays et ainsi garantir l'efficacité de la lutte antiparasitaire à l'échelle des paysages. Bien que cet objectif puisse paraître audacieux, de nombreux exemples montrent qu'une action concertée peut donner de bons résultats, à l'image de ceux obtenus dans le Hoeksche Waard aux Pays-Bas (Bianchi *et al.* 2013b).

Piqûre de rappel: extraits de la série vidéo « Vivre sans pesticides », réalisée par Greenpeace



Pulvériser des plantes avec des produits chimiques endommage aussi les plantes. Il y a moins de photosynthèse car les pesticides forment une couche de protection. Certains insectes permettent de très bien contrôler les parasites, et les aliments ainsi produits sont bien plus sains.



Jim Grootscholte, cultivateur de poivrons bio, Pays-Bas. *Jim expérimente des techniques innovantes, notamment en matière de biocontrôle. Il se sert de sept espèces différentes d'ennemis naturels pour lutter contre les pucerons.*

Rotation des cultures et cultures de couverture

Dans les exploitations biologiques, la rotation des cultures, l'aménagement de cultures de couverture et l'application de fumier végétal et animal sont les principales méthodes utilisées pour renforcer la fertilité et la « bonne santé » des sols (Zehnder *et al.* 2007).

La rotation des cultures, méthode traditionnelle de protection des plantes, constitue le meilleur moyen de lutter contre les agents pathogènes du sol. Cependant, ces dernières années, la rotation a été délaissée par l'agriculture industrielle au profit des produits agrochimiques (Finckh *et al.* 2012).

D'après plusieurs chercheurs, la rotation des cultures permet de diminuer le nombre d'insectes ravageurs sur les champs cultivés de façon biologique par rapport aux champs amendés avec des engrais de synthèse (Finckh *et al.* 2012). L'agriculture biologique a aussi souvent recours au paillage des sols. Cette technique s'avère efficace pour éradiquer certains insectes nuisibles, bien que ces résultats soient en partie dus à la prédation accrue des ennemis naturels (Zehnder *et al.* 2007).

L'aménagement de cultures de couverture (brassicacées, légumineuses et autres plantes à fleurs) pendant l'intersaison augmente généralement la teneur en matières organiques des sols et contribue à la protection des sols et à la suppression des mauvaises herbes (Finckh *et al.* 2012). Il a également été démontré que cette technique contribue à la réduction des parasites des cultures (Gurr *et al.* 2003). Certaines cultures de couverture (légumineuses et trèfles) peuvent fournir les ressources pollinifères et nectarifères dont ont besoin les insectes pollinisateurs (Finckh *et al.* 2012). Une étude menée récemment en Espagne a montré que l'utilisation de céréales d'hiver en tant que plantes de couverture dans les oliveraies augmente les populations de parasitoïdes au niveau de la canopée (Rodríguez *et al.* 2012), notamment les populations de prédateurs naturels de la teigne de l'olivier, l'insecte ravageur le plus répandu dans les oliveraies. Il a été suggéré que les cultures de couverture soient utilisées à plus grande échelle dans les oliveraies.

Lutter écologiquement contre les parasites grâce aux variétés résistantes et à la diversification

Bien que depuis plusieurs décennies la recherche scientifique porte essentiellement sur la lutte antiparasitaire chimique, de nombreuses études ont mis en évidence l'efficacité des méthodes agro-écologiques dans la gestion de certains parasites. Ces méthodes sont multiples parce qu'elles varient et s'adaptent en fonction du contexte. Cependant, elles visent toutes à maintenir ou augmenter la biodiversité grâce au biocontrôle et à la valorisation de l'agro-diversité, avec pour objectif de prévenir les dommages causés aux récoltes par les ravageurs. Leur mise en œuvre impliquera un certain nombre de reconfigurations du système agricole dans son ensemble (Tiftonell, 2013).

La plantation de cultures génétiquement uniformes, caractéristiques des monocultures industrielles, est une méthode de lutte contre les parasites qui manque de vision à long terme. Les ravageurs évoluent généralement plus rapidement que les interventions humaines, faisant des cultivars résistants aux ravageurs une stratégie non durable. Les travaux scientifiques sont de plus en plus nombreux à confirmer que la prise en compte de la biodiversité à différentes échelles (au niveau des cultivars comme du paysage) constitue la stratégie la plus prometteuse pour lutter de façon efficace et durable contre les ravageurs.

Il existe de nombreux cas où l'application de méthodes antiparasitaires écologiques basée sur la biodiversité et le recours à des variétés résistantes aux parasites a donné de bons résultats :

- Dans le cadre d'une coopération unique entre des scientifiques et des agriculteurs chinois de la province du Yunnan entre 1998 et 1999, les chercheurs ont mis en évidence les bénéfices de la biodiversité dans la lutte contre la pyriculariose du riz, premier pathogène (champignon) des cultures rizicoles (Zhu *et al.* 2000). En cultivant un mélange simple de différentes variétés de riz dans des milliers d'exploitations chinoises, ils ont montré que les variétés de riz sensibles aux maladies présentaient une augmentation de rendement de 89 % et une baisse de l'incidence de maladies de 94 % lorsqu'elles sont intercalées entre des variétés résistantes et non cultivées en monocultures. Au terme de cette expérience de deux ans, plus aucun fongicide

Piqûre de rappel : extraits de la série vidéo « Vivre sans pesticides », réalisée par Greenpeace



Les parasites ne sont plus considérés comme tels. C'est une certaine façon de concevoir la nature, de croire qu'elle est tantôt bonne ou mauvaise, au lieu de l'appréhender dans sa globalité, comme un grand tout vivant qui parfois tombe malade puis guérit.



Steve Page, permaculteur et membre de l'association Éco'logique, Chéronnac, Haute-Vienne. *En misant sur le compagnonnage végétal et la diversification des cultures, aucun intrant n'est nécessaire à la permaculture.*

n'était pulvérisé sur les cultures. Cette approche va volontairement à l'encontre de la logique actuelle de monoculture à outrance, encouragée par certaines entreprises de l'agrobusiness uniquement tournées vers la génétique végétale (Zhu *et al.* 2000, Zhu *et al.* 2003 et Wolfe 2000).

- Au Royaume-Uni, les framboises sont un exemple unique de plante développée de façon conventionnelle pour contenir plusieurs caractéristiques de résistance génétique aux aphides. Des recherches à ce sujet ont souligné la nécessité d'associer des cultivars résistants à d'autres mesures de protection contre les nuisibles basées sur la biodiversité, telles que les cultures intercalaires ou la diversification des cultivars, en tant qu'éléments clés d'une production durable sans pesticides (E. Birch *et al.*, 2011).
- « Des plantations comportant des saules de génotypes différents seront deux fois moins attaquées par les chrysomèles que les monocultures, ces insectes préférant s'alimenter sur de nombreuses plantes-hôtes plus adaptées (hypothèse de la concentration des ressources) et semblant montrer des difficultés à trouver des variétés de saules appétissantes au sein des cultures mixtes (résistance d'association). » (Peacock et Herrick 2000, cité in Tooker et Frank 2012).
- « Des recherches menées sur le blé ont décelé une résistance à au moins 28 agents pathogènes bactériens, fongiques et viraux, ainsi qu'à quatre espèces de nématodes et neuf espèces d'insectes (McIntosh 1998). Nombre de ces variétés résistantes sont disponibles et servent d'ailleurs de base aux programmes de lutte intégrée contre les ravageurs » (Tooker and Frank, 2012).
- Sur le long terme, la conservation des anciens cultivars et des plantes sauvages apparentées sera essentielle à l'identification de nouvelles variétés résistantes. Les variétés primitives et les espèces sauvages présentent souvent une résistance grâce à différents gènes, et peuvent donc contribuer à la lutte contre les parasites sans les risques associés à l'uniformité génétique, ce qui peut améliorer la durabilité de la résistance. Les différents caractères de résistance peuvent être facilement manipulés grâce aux techniques de sélection modernes, comme la cartographie QTL et la sélection assistée par marqueurs (Costanzo et Bárberi, 2013).

Piqûre de rappel : extraits de la série vidéo « Vivre sans pesticides », réalisée par Greenpeace



Enfin et surtout, réduire l'utilisation de pesticides c'est aussi diminuer les risques sanitaires pour les personnes qui travaillent dans les champs, et qui sont les plus exposées aux fortes concentrations de produits chimiques. La réduction des pesticides est bénéfique pour leur santé.



Lorenzo Furlan, responsable de recherche auprès de l'association agricole de Vénétie, Italie. Il expérimente différentes méthodes pour réduire les usages des pesticides telles que la rotation et le retournement des cultures, ou encore l'aménagement de zones boisées favorables aux insectes auxiliaires à proximité des champs cultivés.

RÉFÉRENCES

- Abrol, D.P. (2012).** *Pollination Biology: Biodiversity Conservation and Agricultural Production*. Springer Dordrecht Heidelberg London New York. ISBN 978-94-007-1941-5.
- Agence européenne pour l'environnement (2013).** *The European Grassland Butterfly Indicator: 1990-2011*. ISBN 978-92-9213-402-0. <http://www.eea.europa.eu/publications/the-european-grassland-butterfly-indicator-19902011>
- Andersson, G.K.S., Birkhofer, K., Rundlöf, M. & Smith, H.G. (2013).** Landscape heterogeneity and farming practice alter the species composition and taxonomic breadth of pollinator communities. *Basic and Applied Ecology* 14 : 540-546.
- Andersson, G.K.S., Rundlöf, M., & Smith, H.G. (2012).** Organic farming improves pollination success in strawberries. *PLoS ONE* 7(2) : e31599.
- Asteraki, E.J., Hart, B.J., Ings, T.C. & Manley, W.J. (2004).** Factors influencing the plant and invertebrate diversity of arable field margins. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 102 : 219-231.
- Balzan, M.V. & Moonen, A-C. (2014).** Field margin vegetation enhances biological control and crop damage suppression from multiple pests in organic tomato fields. *The Netherlands Entomological Society Entomologia Experimentalis et Applicata* 150 : 45-65.
- Batáry, P., Sutcliffe, L., Dormann, C.F. & Tscharrntke, T. (2013).** Organic farming favors insect-pollinated over non-insect pollinated forbs in meadows and wheat fields. *PLOS One* (1) : e54818
- Batáry, P., Báldi, A., Kleijn, D. & Tscharrntke, T. (2011).** Landscape-moderated biodiversity effects of agri-environmental management: a meta-analysis. *Proc. R. Soc. B* 278 : 1894-1902.
- Batáry, P., Báldi, A., Sárospataki, M., Kohler, F., Verhulst, J., Knop, E., Herzog, F. & Kleijn, D. (2010).** Effect of conservation management on bees and insect-pollinated grassland plant communities in three European countries. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 136 : 35-39.
- Belfrage K., Björklund, J. & Salomonsson, L. (2005).** The effects of farm size and organic farming on diversity of birds, pollinators, and plants in a Swedish landscape. *Ambio* 34 (8) : 582-587.
- Bengtsson, J., Ahnström, J. & Weibull, A-C. (2005).** The effects of organic agriculture on biodiversity and abundance: a meta-analysis. *Journal of Applied Ecology* 42 : 261-269.
- Bianchi, F.J.J.A., Ives, A.R. & Schellhorn, N.A. (2013a).** Interactions between conventional and organic farming for biocontrol services across the landscape. *Ecological Applications* 23 (7) : 1531-1543.
- Bianchi, F.J.J.A., Mikos, V., Brussard, L., Delbaere, B., Pulleman, M.M. (2013b).** Opportunities and limitations for functional agrobiodiversity in the European context. *Environmental Science and Technology* 27 : 223-231.
- Bianchi, F.J.J.A., Booij, C.J.H. & Tscharrntke, T. (2006).** Sustainable pest regulation in agricultural landscapes: a review on landscape composition, biodiversity and natural pest control. *Proc. R. Soc.* 273 : 1715-1727.
- Birkhofer, K., Bezemer, T.M., Bloem, J., Bonkowski, M., Christensen, S., Dubois, D., Ekelund, F., Fliessbach, A., Gunst, L., Hedlund, K., Mäder, P., Mikola, J., Robin, C., Setälä, H., Tatin-Froux, F., Van der Putten, W.H. & Scheu, S. (2008).** Long-term organic farming fosters below and above ground biota: Implications for soil quality, biological control and productivity. *Soil Biology & Biochemistry* 40 : 2297-2308.
- Biesmeijer, J. C., Roberts, S. P. M., Reemer, M., Ohlemüller, R., Edwards, M., Peeters, T., Schaffers, A. P., Potts, S. G., Kleukers, R., Thomas, C. D., Settele, J. & Kunin, W. E. (2006).** Parallel Declines in Pollinators and Insect-Pollinated Plants in Britain and the Netherlands. *Science* 313 : 351-354.
- Birch, A.N.E., Begg, G. S. & Squire, G. R. (2011).** How agro-ecological research helps to address food security issues under new IPM and pesticide reduction policies for global crop production systems. *Journal of Experimental Botany* 62 : 3251-3261.
- Blake, R.J., Westbury, D.B., Woodcock, B.A., Sutton, P. & Potts, S.G. (2011).** Enhancing habitat to help the plight of the bumblebee. *Pest Manag Sci* 67 : 377-379

- Bommarco, R., Kleijn, D. and Potts, S.G. (2013).** Ecological intensification: harnessing ecosystem services for food security. *Trends in Ecology and Evolution* 28 (4) : 230-238.
- Bommarco, R., Miranda, F., Bylund, H. and Björkman, C. (2011).** Insecticides suppress natural enemies and insect pest damage in cabbage. *J. Econ. Entomol* 104 (3) : 782-791.
- Breeze, T.D., Roberts, S.P.M & Potts, S.G. (2012).** The Decline of England's Bees. Policy review and recommendations. University of Reading and Friends of the Earth.
- Breeze, T.D., Bailey, A.P., Balcombe, K.G., & Potts, S.G. (2011).** Pollination services in the UK: how important are honeybees? *Agriculture, Ecosystems and Environment* 142 : 137-143.
- Brittain, C., Vighi, M., Bommarco, R., Vighi, et al. (2010).** Impacts of a pesticide on pollinator species richness at different spatial scales. *Basic. Appli. Ecol.* 11 : 106-115 (cité in Vanbergen *et al.* 2013).
- Buri, P., Humbert, J-Y. & Arlettaz, R. (2014).** Promoting pollinating insects in intensive agricultural matrices: field scale experimental manipulation of hay-meadow mowing regimes and its effects on bees. *PLOS One* 9 (1) : e85635, 1-7.
- Cardoso, C. (2013).** Farming without neonicotinoids. Report on the conference "Pollinator friendly farming is possible". European Beekeeping Co-ordination, Pesticide Action Network Europe, Les Verts / Alliance libre européenne, Parlement européen.
- Carré, G., Roche, P., Chifflet, R., Morison, N., Bommarco, R., Harrison-Cripps, J., Krewenka, K., Potts, S.G., Roberts, S.P.M., Rodet, G., Settele, J., Steffan-Dewenter, I., Szentgyörgyi, H., Tseulin, T., Westphal, C., Woyciechowski, M. and Vaissière, B.E. (2009).** Landscape context and habitat type as drivers of bee diversity in European annual crops. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 133 : 40-47.
- Carrié, R.J.G., George, D.R. & Wäckers, F.L. (2012).** Selection of floral resources to optimize conservation of agriculturally-functional insect groups. *Journal of Insect Conservation* 16 : 635-640.
- Carvalho, L.G., Kunin, W.E., Keil, P., Aguirre- Gutiérrez, J., Ellis, W.N., Fox, R., Groom, Q., Hennekens, S., Landuyt, W.V., Maes, D., Van de Meutter, F., Michez, D., Rasmont, P., Ode, B., Potts, S.G., Reemer, M., Ronberts, S.P.M., Schaminée J., WallisDeVries, M.F., & Biesmeijer, J.C. (2013).** Species richness declines and biotic homogenization have slowed down for NW-European pollinators and plants. *Ecological Letters* 16 : 870-878.
- Carvell, C., Meek, W.R., Pywell, R.F. & Nowakowski, M. (2004).** The response of foraging bumblebees to successional change in newly created arable field margins. *Biological Conservation* 118 : 327-339.
- Carvell, C., Meek, W.R., Pywell, R.F., Goulson, D. & Nowakowski, M. (2007).** Comparing the efficacy of agri-environment schemes to enhance bumblebee abundance and diversity on arable field margins. *Journal of Applied Ecology* 44 : 29-40.
- Chaplin-Kramer, R., O'Rourke, M.E., Blitzer, E.J. & Kremen, C. (2011).** A meta-analysis of crop pests and natural enemy response to landscape complexity. *Ecology Letters* 14 : 922-932.
- Conniff, R. (2014).** Growing insects: farmers can help to bring back pollinators. *Environment* 360. http://e360.yale.edu/feature/growing_insects_farmers_can_help_to_bring_back_pollinators/2735/
- Costanzo, A. & Bárberi, P. (2013).** Functional agrobiodiversity and agroecosystem services in sustainable wheat production. A review. *Agronomy for Sustainable Development* : 1-22.
- Corrales, N. & Campos, M.** Populations longevity, mortality and fecundity of *Chrysoperia carnea* (Neuroptera, Chrysopidae) from olive-orchards with different agricultural management systems. *Chemosphere* 57 : 1613-1619.
- Crowder, D.W., Northfield, T.D., Strand, M.R. & Snyder, W.E. (2010).** Organic agriculture promotes evenness and natural pest control. *Nature* 466. doi:10.1038/nature09183.
- Ekroos, J., Piha, M., & Tiainen, J. (2008).** Role of organic and conventional field boundaries on boreal bumblebees and butterflies. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 124 :155-159.

ELN-FAB (2012). European Learning Network on Functional Agrobiodiversity. Functional agrobiodiversity: Nature serving Europe's farmers. Tilburg, the Netherlands: ECNC-European Centre for Nature Conservation. http://www.eln-fab.eu/uploads/ELN_FAB_publication_small.pdf

ENDURE (2010). Integrated Pest Management in Europe. INRA, 132 pp.

Féon, V., Schermann-Legionnet, A., Delettre, Y., Aviron, S., Billeter, R., Bugter, R., Hendrickx, F. & Burel, F. (2010). Intensification of agriculture, landscape composition and wild bee communities: a large scale study in four European countries. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 137 : 143-150.

Finckh M.R. (2012). Disease Control. In ELN-FAB (2012). European Learning Network on Functional Agrobiodiversity. Functional agrobiodiversity: Nature serving Europe's farmers. Tilburg, the Netherlands: ECNC-European Centre for Nature Conservation. http://www.eln-fab.eu/uploads/ELN_FAB_publication_small.pdf

Franzén, M. and Nilsson, S.G. (2008). How can we preserve and restore species richness of pollinating insects on agricultural land? *Ecography* 31 : 698-708.

Forster, D., Adamtey, N., Messmer, M.M., Pfiffner, L., Baker, B., Huber, B. and Niggli, U. (2013). Organic agriculture – driving innovations in crop research. In *Agricultural Sustainability: Progress and Prospects in Crop Research*, G.S. Bhuller & N.K. Bhuller (eds.). Elsevier Inc. Oxford, UK. ISBN : 978-0-12-404560-6.

Gabriel, D., Sait, S.M., Hodgson, J.A., Schmutz, U., Kunin, W.E. & Benton, T.G. (2010). Scale matters: the impact of organic farming on biodiversity at different spatial scales. *Ecology Letters* 13 : 858-869.

Garibaldi, L. A., Aizen, M. A., Klein, A. M., Cunningham, S. A. & Harder, L. D. (2011). Global growth and stability of agricultural yield decrease with pollinator dependence. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 108 : 5909-5914.

Garibaldi, L. A., Steffan-Dewenter, I., Winfree, R., Aizen, M. A., Bommarco, R., Cunningham, S. A., Kremen, C., Carvalho, L. S. G., Harder, L. D., Afik, O., Bartomeus, I., Benjamin, F., Boreux, V., Cariveau, D., Chacoff, N. P., Dudenhöffer, J. H., Freitas, B. M., Ghazoul, J., Greenleaf, S., Hipólito, J., Holzschuh, A., Howlett, B., Isaacs, R., Javorek, S. K., Kennedy, C. M., Krewenka, K., Krishnan, S., Mandelik, Y., Mayfield, M. M., Motzke, I., Munyuli, T., Nault, B. A., Otieno, M., Petersen, J., Pisanty, G., Potts, S. G., Rader, R., Ricketts, T. H., Rundlof, M., Seymour, C. L., Schüepp, C., Szentgyörgyi, H., Taki, H., Tscharrntke, T., Vergara, C. H., Viana, B. F., Wanger, T. C., Westphal, C., Williams, N. & Klein, A. M. (2013). Wild Pollinators Enhance Fruit Set of Crops Regardless of Honey Bee Abundance. *Science* 339 : 1608-1611.

Garratt, M.P.D., Coston, D.J., Truslove, C.L., Lappage, M.G., Polce, C., Dean, R., Biesmeijer, J.C. and Potts, S.G. (2014). The identity of crop pollinators helps target conservation for improved ecosystems services. *Biological Conservation* 169 : 128-135.

Garratt, M.P.D., Wright, D.J. & Leather, S.R. (2011). The effects of farming system and fertilisers on pests and natural enemies: a synthesis of current research. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 141 : 261-270.

Gibson, R.H., Pearce, S., Morris R.J., Symondson, W.O. & Memmott, J. (2007). Plant diversity and land use under organic and conventional agriculture: a whole farm approach. *Journal of Applied Ecology* 44 : 792-803.

Gurr, G.M., Wratten, S.D. & Luna, J.M. (2003). Multi-function agricultural biodiversity: pest management and other benefits. *Basic Appl. Ecol.* 4 : 107-116.

Haaland, C. & Gyllin, M. (2012). Sown wildflower strips – a strategy to enhance biodiversity and amenity in intensively used agricultural areas. <http://www.intechopen.com/books/the-importance-of-biological-interactions-in-the-study-of-biodiversity/sown-wildflower-strips-a-strategy-to-enhance-biodiversity-and-amenity-in-intensively-used-agricultur>

Hannon, L.E. and Sisk, T.D. (2009). Hedgerows in agri-natural landscape: potential habitat value for native bees. *Biological Conservation* 142 : 2140-2154.

Hole, D.G., Perkins, A.J., Wilson, J.D., Alexander, I.H., Grice, P.V. & Evan, A.D. (2005). Does organic farming benefit biodiversity? *Biological Conservation* 122 : 113-130.

- Holzschuh, A., Steffan-Dewente, I., Kleijn, D. & Tschardtke, 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.
- Holzschuh, A., Steffan-Dewenter, I. & Tschardtke, T. (2008).** Agricultural landscapes with organic crops support higher pollinator diversity. *Oikos* 117 : 354-361.
- Holzschuh, A., Steffan-Dewenter, I. & Tschardtke, 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.
- Jacobs, J.H., Clark, S.J., Denholm, I., Goulson, D., Stoate, C. & Osbourne, J.L. (2009).** Pollination biology of fruit-bearing hedgerow plants and the role of flower-visiting insects in fruit-set. *Annals of Botany* 104 : 1397-1404 (cité in Power and Stout 2011).
- Johnston, P., Huxdorff C., Simon G. & Santillo, D. (2014).** Les abeilles ont le bourdon : Analyse des résidus de pesticides retrouvés dans le pain d'abeille et le pollen piégé d'abeilles domestiques (*Apis mellifera*) dans 12 pays européens. Laboratoires de recherche de Greenpeace, rapport technique 03-2014. http://www.greenpeace.org/france/Global/france/openspace/Greenpeace_Pollen_Final.pdf
- Kennedy, C.M., Lonsdorf, E., Neel, M. C., Williams, N.M., Ricketts, T.H., Winfree, R., Bommarco, R., Brittain, C., Burley, A.L., Cariveau, D., Carvalho, L.G., Chacoff, N.P., Cunningham, S.A., Danforth, B.N., et al. (2013).** A global quantitative synthesis of local and landscape effects on wild bee pollinators in agroecosystems. *Ecological Letters* 16 : 584-599.
- Klein, A.M., Vaissière, B.E., Cane, J.H., Steffan-Dewenter, I., Cunningham, S.A., Kremen, C., Tschardtke, T. (2007).** Importance of pollinators in changing landscapes for world crops. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences* 274 : 303-313.
- Kosior, A., Celary, W., Olejniczak, P., Fijal, J., Krol, W., Solarz, W. & Plonka, P. (2007).** The decline of the bumblebees and cuckoo bees (*Hymenoptera*: *Apidae*: *Bombini*) of western and central Europe. *Oryx* 41 : 79-88. (Cited in Féon *et al.* 2010).
- Krauss, J., Gallenberger, I. & Steffan-Dewenter, I. (2011).** Decreased functional diversity and biological pest control in conventional compared to organic crop fields. *PLoS One* 6 (5) : e19502.
- 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 (cité in Gibson *et al.* 2007).
- Kremen, C., Williams, N. M., Bugg, R.L., Fay, J.P. & Thorp, R.W. (2004).** The area requirements of an ecosystem service: crop pollination by native bee communities in California. *Ecology Letters* 7, 1109-1119 (cité in Gibson *et al.* 2007).
- Kremen, C., Williams, N. M., Aizen, M. A., Gemmill-Herren, B., LeBuhn, G., Minckley, R., Packer, L., Potts, S. G., Roulston, T. A., Steffan-Dewenter, I., Vazquez, D. P., Winfree, R., Adams, L., Crone, E. E., Greenleaf, S. S., Keitt, T. H., Klein, A.-M., Regetz, J. & Ricketts, T. H. (2007).** Pollination and other ecosystem services produced by mobile organisms : a conceptual framework for the effects of land-use change. *Ecology Letters* 10 : 299-314.
- Kruess, A. & Tschardtke, T. (1994).** Habitat fragmentation, species loss, and biological control. *Science* 264 : 1581-1584.
- Kruess, A. & Tschardtke, T. (2000).** Species richness and parasitism in a fragmented landscape: experiments and field studies with insects on *Vicia sepium*. *Oecologia* 122 : 129-137
- Landis, D.A., Wratten, S.D. and Gurr, G.M. (2000).** Habitat management to conserve natural enemies of arthropod pests in agriculture. *Annu. Rev. Entomol* 45 : 175-201.
- Lautenbach, S., Seppelt, R., Liebscher, J. & Dormann, C. F. (2012).** Spatial and Temporal Trends of Global Pollination Benefit. *PLoS ONE* 7 : e35954
- Letourneau, D.K., Bothwell Allen, S.G., Stireman, J.O. (2012).** Perennial habitat fragmentations, parasitoid diversity and parasitism in ephemeral crops. *Journal of Applied Ecology* 49 : 1405-1416.
- Letourneau, D.K., Jedlicka, J.A., Bothwell, S.G. & Moreno, C.R. (2009).** Effects of natural enemy biodiversity on the suppression of arthropod herbivores in terrestrial ecosystems. *Annu. Rev. Ecol. Evol. Syst.* 40 : 573-92.

- Letourneau, D.K. & Bothwell, S.G. (2008).** Comparison of organic and conventional farms: challenging ecologists to make biodiversity functional. *Frontiers in Ecology and the Environment* 6 : 430-438.
- Lewis, W.J., van Lenteren, J.C., Phatak, S.C. and Tumlinson, J.H. (1997).** A total system approach to sustainable pest management. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA* 94 :12243-8 (cité in Wäckers 2012).
- MacLeod, A., Wratten, S.D., Sotherton, N.W. and Thomas, M.B. (2004).** “Beetle banks” as refuges for beneficial arthropods in farmland: long-term changes in predator communities and habitat. *Agriculture and Forest Entomology* 6 : 147-154.
- McIntosh, R.A. (1998).** Breeding wheat for resistance to biotic stresses. *Euphytica* 100 : 19-34.
- Meeus, J.H. et al. (1990).** Agricultural landscapes in Europe and their transformation. *Landscape Urban Planning* 8 : 289-352 (cité in Franzén and Nilsson, S.G. 2008).
- Memmott, J., Craze, P. G., Waser, N. M. & Price, M. V. (2007).** Global warming and the disruption of plant–pollinator interactions. *Ecology Letters* 10 : 710-717.
- Michener, C.D. (2007).** The bees of the world. 2nd edition, Baltimore, The John Hopkins University Press (cité in Pfiffner & Müller 2014).
- Miñarro, M. and Prida, E. (2013).** Hedgerows surrounding organic apple orchards in north-west Spain : potential to conserve beneficial insects. *Agricultural and Forest Entomology* 15 : 382-390.
- Morandin, L.A. & Kremen, C. (2013a).** Hedgerow restoration promotes pollinator populations and exports native bees to adjacent fields. *Ecological Applications* 23 (4) : 829-839.
- Morandin, L.A. & Kremen, C. (2013b).** Bee preference for native versus exotic plants in restored agricultural hedgerows. *Restoration Ecology* 21 (1) : 26-32.
- Morandin, L. A. & Winston, M. L. (2006).** Pollinators provide economic incentive to preserve natural land in agroecosystems. *Agriculture, Ecosystems & Environment* 116 : 289-292.
- Öckinger, E. & Smith, H.G. (2007).** Semi-natural grasslands as population sources for pollinating insects in agricultural landscapes. *Journal of Applied Ecology* 44 : 50-59.
- Oerke, E.C. (2006).** Crop losses due to pests. *Journal of Agricultural Science*. 144 : 31–43.
- Ollerton, J., Winfree, R. & Tarrant, S. (2011).** How many flowering plants are pollinated by animals? *Oikos* 120 : 321-326.
- Pfiffner, L., Müller, A. (2014).** Wildbees and pollination. Factsheet FiBL : 1-8. Editor: Research Institute of Organic Agriculture, Frick.
- Pfiffner, L., Schärer, H.J., Luka, H. (2013).** Functional biodiversity to improve pest control in organic cropping systems. Korean organic conference at Suwon, Edt. Hong, S.J., 29-34.
- Pfiffner, L. & Balmer, O. (2011).** Organic Agriculture and Biodiversity. Research Institute for Organic Agriculture (FiBL-Order : 1548). ISBN 978-3-03736-195-5.
- Pfiffner, L. & Wyss, E. (2004).** Use of sown wildflower strips to enhance natural enemies of agricultural pests. In *Ecological Engineering for Pest Management: Advances in Habitat Manipulation for Arthropods*. Gurr, G.M., Wratten, S.D. & Altieri, M. (eds.). CSIRO Publishing, Oxford Street, Collingwood VIC, Australie.
- Pimentel, D. (Ed.) 1991.** CRC Handbook of Pest Management in Agriculture, Vol. 1. - CRC Press, Boca Raton, FL (cité in Wäckers, 2012).
- PNUE (2010).** UNEP Emerging Issues : Global Honey Bee Colony Disorder and Other Threats to Insect Pollinators. United Nations Environment Programme.
- Potts, S.G., Petanidou, T., Roberts, S., & O’Toole, C. (2006).** Plant-pollinator biodiversity and pollination services in a complex Mediterranean landscape. *Biological Conservation* 129 : 519-529.

- Potts, S.G., Woodcock, B.A., Roberts, S.P.M., Tscheulin, T., Pilgrim, E.S., Brown, V.K. and Tallwin, J.R. (2009).** Enhancing pollinator biodiversity in intensive grasslands. *Journal of Applied Ecology* 46 : 369-379.
- Potts, S. G., Biesmeijer, J. C., Kremen, C., Neumann, P., Schweiger, O. & Kunin, W. E. (2010).** Global pollinator declines : trends, impacts and drivers. *Trends in Ecology & Evolution* 25 : 345-353.
- Power, E.F., Kelly, D.L. & Stout, J.C. (2011).** Organic farming and landscape structure: effects on insect-pollinated plant diversity in intensively managed grasslands. *PLOS One* 7 (5) : e38073, 1-10.
- 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.
- Pywell, R.F., Warman, E.A., Hulmes, L., Nuttall, P., Sparks, T.H., Critchley, C.N.R. & Sherwood, A. (2006).** Effectiveness of new agri-environment schemes in providing foraging resources for bumblebees in intensively farmed landscapes. *Biological Conservation* 129 : 192-206.
- Ricketts, T.H., Regetz, J., Steffan-Dewenter, I., Cunningham, S.A., Kremen, C., Bogdanski, A., Gemmill-Herren, B., Greenleaf, S.S., Klein, A.M., Mayfield, M.M., Morandin, L.A., Ochieng, A. & Viana, B.F. (2008).** Landscape effects on crop pollination services: are there general patterns? *Ecology Letters* 11 : 499-515.
- Rodríguez E., González, B. n& Campos, M. (2012).** Natural enemies associated with cereal cover crops in olive groves. *Bulletin of Insectology* 65 (1) : 43-49.
- Rollin, O., Bretagnolle, V., Decourtye, A., Aptel, J., Michel, N., Vaissière, B.E. and Henry, M. (2013).** Differences of floral resource use between honeybees and wild bees in an intensive farming system. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 179 : 78-86.
- Rundlöf, M., Nilsson, H. & Smith, H.G. (2008).** Interacting effects of farming practice and landscape context on bumblebees. *Biological Conservation* 141 : 417-426.
- Ryzkowski, L. & Karg, J. (1991).** The effect of the structure of agricultural landscape on biomass of insects of the above-ground fauna. *Ekol. Polsk* 39 : 171-179 (cité in Bianchi *et al.* 2006).
- Schader, C., Pfiffner, L., Schlatter, C., Stolze, M. (2008).** *Umsetzung von Ökomassnahmen auf Bio- und ÖLN-Betrieben.* *Agrarforschung* 15 : 506-511 (cité in Pfiffner and Balmer 2011).
- Scheper, J., Holzschuh, A., Kuussaari, M., Potts, S.G., Rundlöf, M., Smith, H.G. & Kleijn, D. (2013).** Environmental factors driving the effectiveness of European agri-environmental measures in mitigating pollinator loss – a meta-analysis. *Ecology Letters* 16 : 912-920.
- Shackelford, G., Steward, P.R., Benton, T.G., Kunin, W.E., Potts, S.G., Biesmeijer, J.C. and Sait, S.M. (2013).** Comparison of pollinators and natural enemies: a meta-analysis of landscape and local effects on abundance and richness in crops. *Biol. Rev.* 88 : 1002-1021.
- Tirado, R., Simon, G. & Johnston, P. (2013).** Le déclin des abeilles – analyse des facteurs qui mettent en péril les pollinisateurs et l’agriculture en Europe. Laboratoires de recherche de Greenpeace. Rapport technique 01-2013. http://www.greenpeace.org/france/PageFiles/266577/Le%20declin%20des%20abeilles_20130425_BD.pdf
- Tooker, J. F. & Frank, S. D. (2012).** Genotypically diverse cultivar mixtures for insect pest management and increased crop yields. *Journal of Applied Ecology* 49 : 974-985.
- Tscharntke, T., Gathmann, A., & Steffan-Dewenter, I (1998).** Bioindication using trap-nesting bees and wasps and their natural enemies: community structure and interactions. *J. Appl. Ecol.* 35 : 708-719 (cité in Bianchi *et al.* 2006).
- Tylianakis, J.M. (2013).** The global plight of the pollinators. *Science* 339 : 1532-1533.
- Tuck, S.L., Winqvist, C., Mota, F., Ahnström, J., Turnbull, L.A. and Bengtsson, J. (2014).** Land-use intensity and the effects of organic farming on biodiversity: a hierarchical meta-analysis. *Journal of Applied Ecology* : 10.1111/1365-2664.
- UE (2013).** Facts and figures on organic agriculture in the European Union. European Union, DG Agriculture and Rural Development, Unit Economic Analysis of EU Agriculture. http://ec.europa.eu/agriculture/markets-and-prices/more-reports/pdf/organic-2013_en.pdf

- UICN - BBSG (2013).** World Conservation Union Bumblebee Specialist Group Report 2013. Edited by P. Williams & S. Jepsen. <http://www.xerces.org/wp-content/uploads/2011/12/BBSG-2013-Annual-Report.pdf>
- Vanbergen A.J. and the Insect Pollinators Initiative (2013).** Threats to an ecosystem service: pressures on pollinators. *Frontiers in Ecology and the Environment* 11 : 251–259. <http://dx.doi.org/10.1890/120126>
- Van Rijn, P., van Alebeek, F., den Belder, E., Wäckers, F., Buurma, J., Willemse, J. & Gulp, H. (2008).** Functional agro biodiversity in Dutch arable farming: results of a three year pilot. *IOBC/wprs Bulletin* 34 : 125-128.
- Veromann, E., Mänd, M., Karise, R. (2012).** Pollination – the indispensable ecosystem service in agriculture. In ELN-FAB (2012). European Learning Network on Functional Agrobiodiversity. Functional agrobiodiversity: Nature serving Europe's farmers. Tilburg, the Netherlands : ECNC-European Centre for Nature Conservation. http://www.eln-fab.eu/uploads/ELN_FAB_publication_small.pdf
- Wäckers, F. (2012).** Natural Pest Control. In: ELN-FAB (2012). European Learning Network on Functional Agrobiodiversity. Functional agrobiodiversity: Nature serving Europe's farmers. Tilburg, the Netherlands: ECNC-European Centre for Nature Conservation. http://www.eln-fab.eu/uploads/ELN_FAB_publication_small.pdf
- Welter, S.C., Pickel, C., Millar, J., Cave, F., Van Steenwyk, R.A., Dunley, J. (2005).** Pheromone mating disruption offers selective management options for key pests. *California Agriculture* 59 (1) : 16-22.
- Westrich, P. (1990).** Die Wildbienen Baden-Württembergs. Stuttgart, Ulmer (cité in Pfiffner & Müller 2014).
- Williams, G. R., Tarpy, D. R., vanEngelsdorp, D., Chauzat, M.-P., Cox-Foster, D. L., Delaplane, K. S., Neumann, P., Pettis, J. S., Rogers, R. E. L. & Shutler, D. (2010).** Colony Collapse Disorder in context. *BioEssays* 32 : 845-846.
- Winfree, R., Williams, N.M., Gaines, H., Ascher, J.S., Kremen, C., (2008).** Wild bee pollinators provide the majority of crop visitation across land-use gradients in New Jersey and Pennsylvania. *Journal of Applied Ecology* 45 (3) : 793-802 (cité in Breeze *et al.* 2011).
- Winkler, K., Wäckers, F.L., Kaufman, L.V., Larrz, V., van Lenteren, J.C. (2009).** Nectar exploitation by herbivores and their parasitoids is a function of flower species and relative humidity. *Biological control* 50 : 299-306.
- Wolfe, M. S. (2000).** Crop strength through diversity. *News and Views. Nature*, 406: 681-682.
- Zehnder, G., Gurr, G.M., Kühne, S., Wade, M.R., Wratten, S.D. & Wyss, E. (2007).** Arthropod pest management in organic crops. *Annu. Rev. Entomol* 52 : 57-80.
- Zhu, Y., Chen, H., Fan, J., Wang, Y., Li, Y., Chen, J., Fan, J., Yang, S., Hu, L., Leung, H., Mew, T. W., Teng, P. S., Wang, Z. & Mundt, C. C. (2000).** Genetic diversity and disease control in rice. *Nature* 406 : 718-722.
- Zhu, Y. Y., Wang, Y. Y., Chen, H. R. & Lu, B. R. (2003).** Conserving traditional rice varieties through management for crop diversity. *Bioscience* 53 : 158-162.
- Zurbuchen, A. & Müller, A. (2012).** Wildbienenenschutz - von der Wissenschaft zur Praxis. Bristol-Stiftung, Zürich. Haupt-Verlag, Bern (cité in Pfiffner & Müller 2014).



Sillons traversant une exploitation biologique, Zonneboog, Lelystad, Pays-Bas.

© Greenpeace / Bas Beentjes

GREENPEACE

Greenpeace est une organisation indépendante des États, des pouvoirs politiques et économiques. Elle agit selon les principes de non-violence et de solidarité internationale, en réponse à des problématiques environnementales globales.

Son but est de dénoncer les atteintes à l'environnement et d'apporter des solutions qui contribuent à la protection de la planète et à la promotion de la paix.

En 40 ans, Greenpeace a obtenu des avancées majeures et pérennes.

Elle est soutenue par trois millions d'adhérents à travers le monde, dont 150 000 en France.

Greenpeace International

Ottho Heldringstraat 5
1066 AZ Amsterdam
Pays-Bas