

# Une gestion des couverts herbacés favorable aux abeilles et à la petite faune de plaine

A. Decourtye<sup>1</sup>, C. Bouquet<sup>2</sup>

**Dans des paysages agricoles simplifiés, les faunes pollinisatrices et cynégétiques sont fragilisées par la raréfaction et la dispersion des ressources et habitats, nécessaires pour leur alimentation et reproduction. Les couverts herbacés sont des milieux généralement propices à ces faunes, sous réserve d'une gestion appropriée.**

## RÉSUMÉ

Cet article présente une revue d'éléments techniques pour une gestion des couverts herbacés dans les agrosystèmes, appropriée aux abeilles et à la petite faune de plaine, deux communautés animales dont la sauvegarde fait l'objet de nombreux plans d'actions. Les infrastructures herbacées apportent de l'hétérogénéité, assurant ainsi un rôle fonctionnel dans les réseaux trophiques en tant que zones de refuge, d'alimentation et de circulation. L'intérêt des couverts herbacés varie selon leur type (plantes semées ou couverts spontanés) et leur durée d'implantation. Il est dorénavant nécessaire d'adopter une approche plus systémique pour identifier des pratiques de gestion favorables à plusieurs objectifs (préservation de différentes faunes, environnement, agronomie...).

## SUMMARY

### **Managing the grass covers in a manner favourable to the bees and to the small lowland fauna**

In places where farming has become uniform, the lives of the pollinating animals and of the game animals have become increasingly precarious, because of the rarefaction and the dispersion of their resources and their habitats, on which they rely for their food and their reproduction. The grass covers constitute generally favourable environments to these animals, provided they are adequately managed. This paper details some technical elements for the management of grass covers in the farming systems that makes them propitious to the bees and to the small lowland fauna, two animal communities whose protection is the object of numerous planned actions. Grass infrastructures provide heterogeneity, thus ensuring a functional role in the trophic networks, acting as zones of shelter, of feeding and of circulation. The benefits of the grass covers depend on their type (whether the plants are sown or voluntary) and their duration. It is henceforth necessary to adopt a more systemic approach in order to identify the management practices that will serve several purposes at the same time (preservation of different animal communities, environment, soil fertility, etc.).

La diminution de la biodiversité est reconnue à des niveaux d'organisation biologique aussi différents que ceux des écosystèmes, des espèces ou des génomes (LAVOREL et SARTHOU, 2008). Ce phénomène inquiète autant en raison de la valeur intrinsèque de la biodiversité (valeur patrimoniale, touristique, récréative) que parce qu'il menace des services écosystémiques aussi variés que la production de denrées alimentaires ou de médicaments, la qualité de l'eau, de l'air et des sols, etc. Pour y remédier, les **plans d'action en faveur de la biodiversité** s'appuient souvent sur une gestion appropriée des aménagements du territoire. Dans ce cadre très large, notre article vise plus précisément à donner certains éléments techniques constitutifs d'une

**gestion appropriée des couverts herbacés dans les agrosystèmes à partir de l'exemple des abeilles et de la petite faune de plaine.** La petite faune de plaine, ou "faune cynégétique", appartient à la biodiversité sauvage, alors que les abeilles appartiennent à la fois à la biodiversité agricole, c'est-à-dire contrôlée par l'homme (abeille domestique), et à la biodiversité fonctionnelle en jouant un rôle déterminant dans le fonctionnement des agrosystèmes (fonction de pollinisation). Les relations entre ces deux communautés animales et les modifications du milieu ont fait l'objet de nombreuses études, dont certaines, centrées plus précisément sur les interactions entre des mesures de gestion des couverts herbacés et les populations, seront détaillées. Par ailleurs,

## AUTEURS

1 : ACTA, Unité Mixte Technologique PrADE, UMR 406 Abeilles & Environnement, Site Agroparc, F-84914 Avignon cedex 9 ; axel.decourtye@acta.asso.fr

2 : Fédération Nationale des Chasseurs, 13, rue du Général Leclerc, F-92136 Issy-les-Moulineaux ; cbouquet@chasseurdefrance.com

**MOTS CLÉS** : Abeille, biodiversité, couverture végétale, environnement, faune sauvage, jachère, légumineuse, mélange fourrager, prairie, prairie permanente, pratiques de gestion des prairies, stade de récolte, système de production, système fourrager, végétation.

**KEY-WORDS** : Bee, biodiversity, cutting stage, environment, fallow, forage mixture, forage system, grassland, legume, pasture management practices, permanent pasture, plant cover, production system, vegetation, wild fauna.

**RÉFÉRENCE DE L'ARTICLE** : Decourtye A., Bouquet C. (2010) : "Une gestion des couverts herbacés favorable aux abeilles et à la petite faune de plaine", *Fourrages*, 202, 117-124

il s'agit de deux communautés animales dont la sauvegarde fait l'objet actuellement d'un très grand nombre de plans d'actions sur le terrain. Donc plutôt que de promouvoir des stratégies parallèles visant deux enjeux, semblant *a priori* distincts, nous avons fait le choix de les concilier pour **rechercher une gestion convergente**, et cela **pour plusieurs infrastructures herbacées, cultivées ou non, pérennes ou non**. Ces entités qui structurent les paysages prennent un rôle fonctionnel dans les réseaux trophiques lorsqu'ils créent de l'hétérogénéité dans les habitats.

**Les abeilles, comme la faune cynégétique, ont besoin** pour assurer leur cycle de vie **de pouvoir assurer leurs fonctions d'alimentation, de protection et de reproduction**. Elles doivent donc trouver dans leur environnement proche des sites offrant les éléments indispensables à ces fonctions. La perdrix grise, le lièvre commun, l'alouette des champs, la caille des blés, le faisan commun ont besoin pour cela d'un habitat diversifié (BIRKAN et JACOB, 1988 ; PÉROUX, 1995 ; BOUTIN *et al.*, 2000 ; ERAUD, 2004). De même, il est évident que la nature des ressources alimentaires, en quantité et en qualité, est un facteur essentiel au maintien de l'état de santé de l'abeille domestique (HAYDAK, 1970 ; MICHENER, 2007). Les entités paysagères productrices de ressources alimentaires influencent la dynamique démographique des colonies dans des agrosystèmes céréaliers (ODOUX *et al.*, 2009). Par exemple, une déficience en quantité de pollen peut entraîner une chute de la démographie dans la colonie (KELLER *et al.*, 2005). Les zones agricoles intensives qui comportent peu de ressources florales, ou de faible qualité nutritionnelle pour les abeilles, se concilient parfois difficilement avec une gestion des populations d'abeilles domestiques (MAURIZIO, 1950 ; MATTILA et OTIS, 2006). De la même façon, un parcellaire agricole homogène sans élément fixe constitue un habitat peu favorable au gibier. Un aménagement du territoire ou des pratiques doit être opéré ; les éléments fixes, l'organisation spatio-temporelle du parcellaire sont parmi les facteurs influant sur les niveaux de biodiversité. A titre d'exemple, la demande nutritionnelle en nectar et pollen peut être apportée par des infrastructures cultivées ou non cultivées, en introduisant des ressources florales complémentaires (MURRAY *et al.*, 2009). Donc jouer sur l'hétérogénéité des paysages, en introduisant des structures fixes, a pour but d'influencer les fonctions biologiques des espèces, en participant ainsi à leur conservation.

## 1. Comment améliorer la disponibilité des ressources dans les surfaces arables ?

### ■ En systèmes de cultures annuelles

Dans les systèmes de cultures annuelles, la simplification des successions végétales sur une même parcelle

a entraîné la création de zones de monocultures étendues, où la diversité des plantes cultivées est réduite et où les surfaces en plantes pollinisées par le vent ou par autofécondation dominant (BANASZAK, 1995 ; STEFFAN-DEWENTER et TSCHARNTKE, 1999 ; STEFFAN-DEWENTER *et al.*, 2002). On observe un appauvrissement de la flore (JAUZEIN, 2001). Lorsque le milieu présente des plantes se reproduisant par l'intermédiaire des abeilles, elles peuvent fournir une fenêtre où la floraison est abondante, mais souvent étroite et encadrée par un manque de ressources en nectar et en pollen. Par exemple en Europe, les cultures attractives pour les abeilles ayant une masse florale élevée dans les agrosystèmes se limitent souvent au tournesol et au colza. Les ressources en nectar et en pollen sont alors abondantes mais durent seulement 3 à 4 semaines. Outre la courte période de floraison, les productions de nectar et de pollen des cultures annuelles peuvent être réduites chez certains cultivars. **Pour améliorer la disponibilité spatio-temporelle des ressources alimentaires, des bandes (6-12 m de largeur) de plantes mellifères sauvages ou cultivées** maintenues entre les parcelles cultivées ont été proposées. D'autre part, ces bandes **constituent un excellent abri pour la petite faune** lors des travaux agricoles ou en période de reproduction. En réduisant le parcellaire et la distance entre deux sites de refuge voisins, on limite les effets non intentionnels des pratiques agricoles, surtout chez les espèces de faible mobilité.

De façon similaire, des **mesures réduisant l'usage des herbicides** dans les systèmes de cultures ont montré leur intérêt en faveur des abeilles par l'augmentation des plantes sauvages dans les bords de champ (HALD, 1999 ; KLEIJN *et al.*, 2006). De la même façon, la réduction des quantités **de pesticides** utilisées permet de laisser à disposition de l'avifaune des insectes qui constituent le régime alimentaire des perdreaux et faisandeaux (BRO et PONCE-BOUTIN, 2004). Une **conduite des bords de champ plus globale** peut être recommandée pour reconstituer la flore diversifiée, en évitant les débords du travail du sol, leur traitement par des produits phytopharmaceutiques et en réduisant leur entretien mécanique, voire en y semant des plantes. En relation avec la limitation des herbicides et des pesticides, l'agriculture biologique peut avoir un impact positif sur la diversité des abeilles dans les parcelles de blé (HOLZSCHUH *et al.*, 2007).

Dans les surfaces cultivées, la généralisation des **intercultures** est une opportunité pour réintroduire des ressources de nectar et de pollen qui peuvent être stratégiques à une époque où la floraison des espèces naturelles ou des cultures s'achève. Elles offrent également un abri et de la nourriture à la petite faune. Les Cultures Intermédiaires Pièges A Nitrates (CIPAN) sont des couverts semés volontairement après une production végétale donnée et qui ont pour vocation de coloniser le sol durant toute ou partie de l'interculture. Cette période peut aller jusqu'à 9 mois entre une orge et un maïs par exemple. Une plante à cycle court, telle que la phacélie, le trèfle d'Alexandrie, le radis ou la moutarde,

semée après une céréale récoltée tôt, est capable de fleurir avant l'entrée de l'hiver et peut ainsi fournir des stocks alimentaires aux colonies d'abeilles améliorant leurs chances de survie durant l'hiver. La phacélie, tout comme le sarrasin, constitue un abri pour le gibier. La moutarde présente un couvert haut, intéressant pour la perdrix à condition que la densité de semis ne soit pas trop élevée afin que les oiseaux puissent circuler sous le couvert. Les légumineuses offrent à la fois du nectar et du pollen pour les pollinisateurs et des capacités de fixation de l'azote atmosphérique réduisant les besoins en fertilisants synthétiques (MARY *et al.*, 1999 ; THÖNNISSEN *et al.*, 2000 ; JUSTES *et al.*, 2001). La vesce et la féverole par exemple sont consommées par la perdrix grise et le lièvre dans les zones de grandes plaines céréalières.

Toute avancée technique qui permettrait de sélectionner des espèces de couverture profitables à la faune ou de concevoir des conduites les mettant en valeur (semis sous couvert par exemple) induirait une diversité botanique capable de moduler dans l'espace et dans le temps l'abondance des ressources offertes par l'agriculture à cette faune.

## ■ En systèmes de cultures pérennes

Les cultures pérennes sont très visitées par les abeilles, et en particulier les vergers de rosacées (p. ex. les genres *Prunus*, *Pyrus*, *Malus*, *Rubus*). Les interactions entre les abeilles et la végétation (ou le verger) sont profitables car la production de nombreux fruits et de légumes est dépendante de la pollinisation par les abeilles (FREE, 1993 ; KLEIN *et al.*, 2007) et les exploitants de telles cultures sont ainsi concernés par la présence de ces insectes dans le milieu. Une gestion à long terme de plantes productrices de nectar et de pollen semées en interrang ou sous couvert est possible (U.S.D.A. National Agroforestry Center, 2006). Par exemple, aux États-Unis, les premiers agriculteurs maîtres d'œuvre d'aménagements en faveur des abeilles furent les arboriculteurs qui mirent en place des haies ou des couverts herbacés constitués de plantes mellifères. Parallèlement à l'apport de nourriture aux abeilles au moment où les cultures pérennes ne sont pas en fleur, ces aménagements ont d'autres fonctionnalités en réduisant l'érosion des sols, en servant de zones tampons pour limiter la dérive de pesticides, et en constituant des sites d'alimentation et de refuge pour la faune sauvage (VAUGHAN et SKINNER, 2008 ; ROMET, 2005 ; SIMON *et al.*, 2009). Les couverts herbacés dans les vergers, par exemple avec *Trifolium spp.*, apportent du nectar et du pollen aux abeilles. Mais la contrepartie de la présence de cette flore dans les cultures pose un risque d'exposition aux insecticides. Donc toute **introduction de plantes mellifères ou pollinifères** dans les cultures pérennes doit être accompagnée d'une stratégie de protection des cultures contre les bio-agresseurs pour réduire les risques d'effets non intentionnels chez les abeilles.

De façon simpliste, aux zones de grandes cultures annuelles, symboles d'un milieu où les ressources pour

les abeilles sont rares, irrégulières et dispersées, on oppose parfois les régions de polyculture élevage dominées par des prairies, où les ressources seraient alors abondantes et disponibles à courte distance. Cette dichotomie est souvent fautive car **l'évolution des pratiques agricoles dans les systèmes prairiaux a également entraîné une raréfaction de la flore**. Par exemple, l'évolution des pratiques agricoles des zones herbagères dans la région de production du Morbier a conduit à une modification de la flore des prairies. L'intensification entraîne un appauvrissement de la nourriture disponible pour les abeilles, fragilisant le cheptel, et elle menace la production des miels dans certaines zones agricoles montagneuses (MALRAUX et PARGUEL, 2007 ; OCKINGER et SMITH, 2007).

Certains travaux montrent que, dans les systèmes de moyenne montagne, le problème principal tient davantage à **l'homogénéisation des pratiques** qui conduit à une banalisation (CARRERE, 2002). Le recensement des **pratiques de gestion des prairies qui réduisent la diversité florale** a été établi par PLANTUREUX *et al.* (2005). Premièrement, l'augmentation de l'ensilage de céréales dans les exploitations laitières a réduit les surfaces agricoles destinées à l'enherbement. Secondairement, les prairies sont semées majoritairement avec des graminées, qui n'apportent pas de ressources aux abeilles. Troisièmement, l'intensification des fauches limite le nombre de plantes atteignant la floraison et a un impact sur les passereaux en détruisant les nids (BROYER, 2004) mais également sur les lièvres et les chevreuils dont la mise bas a lieu en période de fenaison. En Suisse, certaines mesures ont été prises pour lutter contre les menaces s'exerçant sur la flore, et par voie de conséquence sur l'entomofaune, en recommandant des fauches tardives et en compensant économiquement la mise en place de couverts floraux (HOLZGANG *et al.*, 2002, 2005 ; ASCHWANDEN *et al.*, 2007). Pour les enjeux qui nous intéressent ici, **les solutions résident probablement dans une gestion extensive des prairies, privilégiant les prairies permanentes conduites avec peu d'intrants**.

## 2. Des éléments agro-écologiques comme habitats

### ■ Les habitats semi-naturels dans leur ensemble

Les habitats semi-naturels constituent des aires de butinage privilégiées pour les abeilles (LAGERHÖF *et al.*, 1992 ; CARRECK et WILLIAMS, 1997). CORBET (1995) a établi la liste des surfaces pouvant être considérées comme habitats semi-naturels : les bords de champs et d'étangs, les haies, les bois et forêts (avec leur lisières), les talus, les fossés et les jachères. Puisque ces surfaces connaissent **moins d'anthropisation que les parcelles productives**, elles **peuvent amortir les fluctuations temporelles de**

**ressources** (FUSSELL et CORBET, 1992 ; CORBET, 1995 ; DOVER *et al.*, 2000 ; HOLLAND et FAHRIG, 2000 ; RICKETTS *et al.*, 2008). La conservation de telles **surfaces interstitielles** aux cultures, voire leur restauration, peut participer à la sauvegarde des habitats de la faune. La création de ces surfaces a un rôle fonctionnel en constituant **des éléments de structure dans des systèmes agricoles initialement homogènes**. L'introduction de cette variabilité structurelle apporte des habitats nouveaux, voire de nouvelles fonctions (perchoir de chasse, refuge, zone de nidification, etc.). Au cortège d'insectes visitant les couverts herbacés, il faut ajouter leurs prédateurs, qui naturellement recolonisent les surfaces pour se nourrir, tels que le gibier ou de nombreuses espèces d'oiseaux sauvages.

## ■ Les surfaces gelées

Un important changement dans l'aménagement du territoire agricole fût apporté par l'introduction du gel obligatoire de superficies, s'accompagnant d'une compensation économique offerte aux exploitants en contrepartie de la perte de production sur ces terres gelées. Initialement, cette mesure visait à **maîtriser la production des terres arables**, principalement en céréales, oléagineux et protéagineux (COP) afin d'en maîtriser les excédents (CAIN et LOVEJOY, 2004). Ensuite, des programmes gouvernementaux l'ont orienté vers d'autres fonctions comme la **protection des sols contre l'érosion, le maintien de la qualité de l'eau ou la conservation de la biodiversité** (FIRBANK *et al.*, 1994 ; DUNN *et al.*, 1993). Ces orientations se sont accompagnées de cahiers des charges spécifiques définissant la taille des surfaces, la durée du gel, les plantes pouvant être semées, etc. Par exemple aux Etats-Unis, la dominance de l'implantation de plantes allochtones et de graminées a fait évoluer la réglementation, sous l'impulsion des organisations de chasseurs ("*Pheasants Forever*"), pour favoriser le semis de plantes natives, plus bénéfiques à la faune sauvage (FLOWERS, 2003). En France, les **jachères "environnement et faune sauvage"** ont été mises en place par les fédérations de chasseurs, avec les agriculteurs, et encouragées dès 1994 pour ménager des espaces propices à la petite faune de plaine ou contribuer à la sauvegarde d'espèces menacées comme l'outarde (voir BOLLOTTE, 2010, dans cet ouvrage). Le cahier des charges impose alors un type de couvert profitable au gibier qui y trouve des abris, des sites de reproduction, des ressources alimentaires diversifiées et évite surtout le broyage printanier si ordinaire dans les jachères conventionnelles, une pratique très négative pour la faune sauvage lors de la période de reproduction (1<sup>er</sup> avril - 31 juillet). Les couverts préconisés correspondent toujours à des mélanges d'espèces dont la vitesse de croissance et la concurrence éviteront le salissement de la parcelle.

Les graves problèmes de dépopulation des colonies d'abeilles domestiques aux Etats-Unis ont entraîné des mesures de sauvegarde dans lesquelles nous retrouvons l'accentuation de la considération des abeilles dans les

politiques d'aménagement de l'espace rural ou de conservation (MADER, 2008 ; VAUGHAN et SKINNER, 2008). A partir de ce premier socle réglementaire des jachères "environnement et faune sauvage", ont pu se créer des **jachères avec d'autres vocations environnementales**, telles que celles apportant des ressources alimentaires complémentaires aux abeilles (BERNARD *et al.*, 2006 ; DECOURTYE *et al.*, 2007a, 2007b et 2008). En 2010, la conditionnalité des aides financières attribuées aux agriculteurs impose un maintien d'éléments fixes du paysage (particularités topographiques) situés sur les parcelles de l'exploitant ou jouxtant ses parcelles à un niveau de 1% de la surface agricole utile. Ces **particularités topographiques** comprennent les bandes enherbées de 5 mètres de largeur en bord de cours d'eau, les jachères fixes en bandes de 10 à 20 mètres de large, les bordures de champ d'une largeur de 1 à 5 mètres, les jachères "environnement et faune sauvage" et les **jachères mellifères**. Un poids plus élevé est attribué à ces dernières (1 ha de jachère mellifère = 2 ha de surface équivalente topographique), ce qui promet une augmentation significative des surfaces mobilisées pour cet enjeu.

Si les superficies gelées semées de plantes mellifères et pollinifères se développent *via* la réglementation, très peu de résultats d'étude ont quantifié l'influence de telles mesures sur les abeilles. Un travail récent a initié une démarche dans ce sens, en comparant le développement de colonies d'abeilles domestiques positionnées à proximité de jachères florales à celui de colonies ne bénéficiant pas de tels aménagements. Dans les ruchers exploitant les ressources de la jachère, le poids des ruches et les surfaces dédiées à l'élevage des larves se sont mieux maintenus dans le temps que dans les ruchers ne disposant pas de cette proche ressource alimentaire (DECOURTYE *et al.*, 2008). Mais une meilleure connaissance de l'influence des jachères florales sur les activités apicoles demanderait des études complémentaires à plus grandes échelles spatiales et temporelles.

En revanche, l'expérience de 15 ans de jachères "environnement et faune sauvage" a permis par de nombreuses études de mettre en évidence leur intérêt en faveur du gibier, et plus récemment de la biodiversité. En effet, ces parcelles sont fréquentées préférentiellement par les perdrix grises, les vanneaux huppés (BROYER *et al.*, 1996), les cailles des blés (GUYOMARCH, 1996). Elles présentent également un intérêt floral car elles sont favorables au développement de la flore messicole, à la colonisation de ces surfaces par les insectes se nourrissant de pollen et de nectar, qui servent à leur tour de nourriture aux oiseaux insectivores (BRUÈRE, 2000). La réussite de ces parcelles réside principalement dans leur localisation, préférentiellement en bandes alternées entre des grandes parcelles cultivées, et dans leur entretien, sans broyage printanier.

## ■ Les bords de champs

Les bords de champs désignent ici l'espace linéaire non cultivé présent entre la parcelle cultivée et tout autre

milieu (voie de circulation, autre parcelle, etc.). L'action sur la gestion de telles surfaces est complexe car elle implique différentes parties prenantes, une bande herbacée étant associée à la culture et donc influencée par les pratiques de l'agriculteur, et l'autre bande herbacée étant associée au milieu voisin, géré par un autre acteur (p. ex. une collectivité territoriale, une société de chasse, etc.).

Les **bénéfices potentiels des bords de champs**, apportés par une grande diversité d'espèces et de familles botaniques, sont **souvent contrecarrés par l'usage du broyage**. Ce mode de régulation, de loin le plus ordinaire, est susceptible de transformer en piège à insectes (FLURI et FRICK, 2002) et à gibier tout couvert temporairement attractif qui serait détruit sans précaution préalable. Ces éléments paysagers doivent être considérés dans les programmes de conservation de la biodiversité car leur rôle écologique est primordial pour le fonctionnement des écosystèmes. Ils constituent des zones de refuge, de ressources alimentaires et des corridors utiles à la diversité biologique. De plus, ils représentent de très grandes surfaces dans les zones agricoles et de petites modifications dans la gestion de ces surfaces peuvent avoir des performances élevées sur la diversité des couverts végétaux. Ces bords de champs apportent **un bonus agronomique** en matière d'épuration de l'eau, du sol, d'habitat pour les organismes auxiliaires et de sites de reproduction pour la petite faune (BERNARD *et al.*, 1998 ; WOODCOCK *et al.*, 2005).

Là encore, les subventions versées aux agriculteurs qui s'engagent dans des mesures agro-écologiques en bordures de champs récompensaient dans un premier temps une lutte contre l'érosion des sols, puis ont été généralisées à d'autres enjeux environnementaux (VAUGHAN et SKINNER, 2008).

### 3. Des pratiques de gestion adaptées

La valeur des aménagements floristiques pour la faune dépend, en partie, des plantes les composant (CARRECK et WILLIAMS, 1997). Nous retrouvons **deux principales stratégies pour améliorer la diversité de la flore** dans les surfaces non productives : **promouvoir leur recolonisation par les plantes sauvages** en s'appuyant sur le stock de graines naturel, **et implanter des mélanges de plantes choisies** pour leur intérêt vis-à-vis de la faune.

En absence d'encadrement réglementaire ou de sensibilisation à la sauvegarde de la biodiversité, les agriculteurs choisissent souvent les semences les moins coûteuses et qui répondent aux enjeux de la protection des eaux et de la réduction de l'érosion des sols (LACAS *et al.*, 2005). Donc, bien qu'une longue liste d'espèces soit autorisée pour constituer ces couverts herbacés, force est de constater que les graminées seules (dont le ray-grass) sont aujourd'hui largement dominantes et sont soumises, comme c'est le cas pour les terres gelées, à des pratiques drastiques de broyage précoce, dangereuses pour le petit gibier.

Plusieurs études rapportent que la famille des **légumineuses** (Fabacées) comporte de nombreuses plantes **visitées par les abeilles pour le pollen et le nectar produit** (LAGERLÖF *et al.*, 1992 ; LAGERHÖF et WALLIN, 1993). Certaines légumineuses qui sont hautement attractives pour les abeilles sont pluri-annuelles et présentent une longue période de floraison (p. ex. *Melilotus alba*, *Onobrychis sativa*, *Medicago spp.*, *Lotus corniculatus*, *Dalea purpurea*). Ces espèces présentent également une appétence particulière pour la petite faune de plaine (MAILLET-MÉZERAY *et al.*, 2006). Dans une étude comparative, des bords de champs semés avec un mélange de plantes produisant du nectar et du pollen ont été plus intensément fréquentés par les bourdons que des bords de champ semés avec des graminées (CARVELL *et al.*, 2007).

Malgré ces avantages annoncés, la **croissance lente** de quelques légumineuses peut être un inconvénient. Les maîtres d'œuvre sont parfois déçus après l'ensemencement de légumineuses à cause d'une absence de fleurs la première année. Face à cette limite, une solution possible est la recommandation de **mélanges associant une espèce annuelle avec des espèces pluriannuelles** pour obtenir à la fois une floraison l'année du semis et les années suivantes. En France, les légumineuses ont été réintroduites dans les couverts autorisés sur les terres gelées. Ces légumineuses, au moins en association avec d'autres espèces, ont des intérêts pour les abeilles mais qui restent compatibles avec d'autres enjeux. Par exemple, *Trifolium repens* permet aussi de lutter contre l'érosion et contre les adventices, de même que *Festuca pratensis*.

Malgré la valeur des légumineuses, les exploitants implantent souvent des espèces annuelles, en raison de leur bas prix et de leur non-persistance. De plus, certaines espèces annuelles sont choisies pour embellir le paysage avec des fleurs colorées (par exemple *Centaurea*, *Eschscholtzia* et le cosmos), mais elles comportent peu d'intérêt pour les abeilles. En outre, de telles espèces allochtones peuvent être invasives et peuvent rentrer en concurrence avec d'autres espèces autochtones, appauvrissant ainsi la diversité végétale. Au contraire, **d'autres espèces annuelles sont intéressantes pour les abeilles et le gibier** (*Sinapis alba*, *Borago officinalis*, *Fagopyrum esculentum*) et pourraient être incorporées dans les couverts herbacés (CARRECK *et al.*, 1999 ; CARRECK et WILLIAMS, 2002).

Finalement, il faut noter que, si les légumineuses sont très visitées par certaines espèces d'abeilles sauvages, appartenant par exemple aux genres Megachiles, Eucerines ou Anthophorines, elles ne le sont pas par les abeilles dites plus spécialistes, appartenant aux genres Andrenes, Colletes ou Halictes (RASMONT *et al.*, 1995 ; RASMONT et MERSCH, 1988). C'est pourquoi l'ensemencement de plantes sauvages est parfois préconisé pour favoriser les abeilles sauvages (U.K. Game Conservancy, 1994 ; CORBET, 1995). Les plantes à fleur sauvages et pérennes ont une attractivité reconnue pour l'entomofaune lorsqu'elles sont semées en bordures de

champ (MEEK *et al.*, 2002 ; CARVELL *et al.*, 2007 ; PYWELL *et al.*, 2005). Cependant, il est souvent difficile d'ensemencer les surfaces avec de telles plantes car les semences sont peu disponibles, coûteuses, d'origine parfois incertaine et induisant un risque d'introduction d'écotypes allochtones dans le milieu.

## Conclusion

Le maintien des populations animales sur le territoire, incluant les abeilles et la faune sauvage, est étroitement lié à l'existence d'abris et de zones refuges, à l'abondance et à la diversité des ressources alimentaires. Dans les régions agricoles intensives, les entités paysagères fixes, peu anthropisées, sont souvent peu nombreuses et dispersées dans l'espace. Pourtant, l'adaptation des modes de gestion des jachères ou des bords de champs favorables à la diversification des ressources dans l'espace agricole est possible. Les objectifs de préservation des abeilles et du gibier coïncide avec d'autres atouts agronomiques et écologiques reconnus des couverts herbacés. Donc une attention toute particulière doit être portée afin de ne pas circonscrire les bénéfices de l'implantation et de la gestion des couverts herbacés à telle ou telle communauté animale. Par exemple, lorsque nous recommandons un mode de conduite des surfaces qui favorise la biodiversité de l'entomofaune pollinisatrice dans son ensemble, il est de façon concomitante positif à d'autres espèces animales, en offrant un site d'alimentation (pour les insectivores), de refuge et de reproduction. **Il serait dommageable pour l'avenir de telles mesures qu'elles se déclinent en autant de types de gestion qu'il y a de communautés animales. Les convergences doivent être encouragées.** Quant aux intérêts agronomiques des couverts herbacés défendus ici, il est par exemple possible de concilier les intérêts des CIPAN pour la protection de la biodiversité, en particulier celle du gibier et des abeilles, à la lutte contre les nitrates, à l'apport en matière organique, ou encore à la protection des sols contre l'érosion (*cf.* p. ex. NEARING *et al.*, 2005 ; MEISINGER *et al.*, 1991 ; JUSTES *et al.*, 2004).

Les solutions conseillées pour protéger les abeilles et la petite faune de plaine dans les agrosystèmes sont liées soit à une gestion raisonnée des aménagements territoriaux, comme dans cet article, soit à l'établissement d'un diagnostic du risque lié à l'usage de pesticides (DECOURTYE *et al.*, 2005). Mais ces approches simples, et investies indépendamment l'une de l'autre, ont leurs limites :

- la réduction réelle et durable de l'usage des pesticides ne peut s'affranchir de l'évolution de l'ensemble du système de culture et du système d'exploitation, pour réduire simultanément les risques de baisse des rendements agricoles liés aux ravageurs et ceux d'intoxication de la faune sauvage ;

- étant donné la diversité des situations locales en termes de contexte paysager et d'enjeux, nous avons

besoin de préparer un panel de solutions, et de disposer d'outils d'aide à la décision suffisamment génériques pour s'adapter à ces gammes de situations ;

- les flux d'individus entre les surfaces en production et les surfaces hors production impliquent une prise en compte des régulations biologiques dans le milieu et donc de recréer les réseaux trophiques qui gèreront les équilibres entre communautés.

Selon MEYNARD (2008), il est nécessaire dorénavant **d'adopter une approche plus systémique** pour construire et évaluer des systèmes agricoles (culture et élevage) innovants répondant au **double enjeu de la protection de la biodiversité et de la durabilité de l'agriculture.**

Intervention présentée aux Journées de l'A.F.P.F.,  
"Les usages émergents des surfaces prairiales  
et des espèces fourragères",  
les 30-31 mars 2010.

**Remerciements :** Une partie de ce travail s'inscrit dans le cadre du Réseau Mixte Technologique "Biodiversité fonctionnelle" qui bénéficie d'un financement de la Direction Générale de l'Enseignement et de la Recherche du Ministère de l'Alimentation, de l'Agriculture et de la Pêche.

## RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- ASCHWANDEN J., HOLZGANG O., JENNI L. (2007) : "Importance of ecological compensation areas for small mammals in intensively farmed areas", *Wildlife Biology*, 13, 150-158.
- BANASZAK J. (1995) : *Changes in fauna of wild bees in Europe*, Pedagogical University, Bydgoszcz, Poland.
- BERNARD J.L., GRANVAL P., PASQUET G. (1998) : "Les bords de champs cultivés pour une approche cohérente des attentes cynégétiques, agronomiques et environnementales", *Le Courrier de l'environnement*, 34, 1-11.
- BERNARD J.L., GRATADOU P., PINDON G., RODRIGUEZ A., TISSEUR M., DECOURTYE A. (2006) : "Pour une gestion des espaces jachères et des MAE favorable à l'entomofaune pollinisatrice", *Phytoma*, 586, 10-16.
- BIRKAN M., JACOB M. (1988) : *La perdrix grise*, Hatier Faune sauvage, Paris, 166-271.
- BOLLOTTE E. (2010) : "La gouvernance locale en Champagne tourangelle : clef de voûte de l'élaboration et de la contractualisation des MAET Culture Outarde", *Fourrages*, 202 (cet ouvrage), 125-130.
- BOUTIN J.M., BARBIER L., TESSON J.L. (2000) : "La caille des blés", *Bulletin mensuel de l'Office National de la Chasse*, 251, 106-112.
- BRO E., PONCE-BOUTIN F. (2004) : "Régime alimentaire des phasianidés en plaine de grandes cultures et gestion de leur habitat", *Faune Sauvage*, 263, 32-37.
- BROYER J. (2004) : "Equilibres démographiques des peuplements d'oiseaux prairiaux et gestion du calendrier de fenaison", 9<sup>e</sup> *Forum des gestionnaires, les suivis scientifiques pour la gestion des espèces naturels*, 26 mars 2003, RNF, Quéigny, 115 p.
- BROYER J., BENMERGUI M., DELACOURT G. (1996) : "La jachère faune sauvage, un mode de gestion de l'habitat des vanneaux huppés nichant en milieu cultivé", *Bulletin mensuel de l'Office National de la Chasse*, septembre, 214, 46-49.
- BRUÈRE A. (2000) : *Pour une réhabilitation de la flore messicole en Meuse, Mise en évidence des facteurs favorisant son maintien*, rapport de stage ESITPA.

- CAIN Z., LOVEJOY S. (2004) : "History and Outlook for Farm Bill Conservation Programs", *Choices : The Magazine of Food, Farm, and Resource Issues*, 4, 37-42.
- CARRECK N.L., WILLIAMS I.H. (1997) : "Observations on two commercial flower mixtures as food sources for beneficial insects in the UK", *J. Agric. Sci. Camb.*, 128, 397-403.
- CARRECK N.L., WILLIAMS I.H. (2002) : "Food for insect pollinators on farmland: insect visits to flowers of annual seed mixtures", *J. Insect Conserv.*, 6, 13-23.
- CARRECK N.L., WILLIAMS I.H., OAKLEY J.N. (1999) : "Enhancing farmland for insect pollinators using flower mixtures", *Aspect. Appl. Biol.*, 54, 101-108.
- CARRERE P. (2002) : "L'exploitation des prairies de montagne peut-elle concilier biodiversité et production fourragère ?", *Actes du colloque INRA-ENITAC*, 14-15 Nov. 2002, *Agriculture et produits alimentaires de montagne*, Collection Actes, ENITAC, 8, 41-46.
- CARVELL C., MEEK W.R., PYWELL R.F., GOULSON D., NOWAKOWSKI M. (2007) : "Comparing the efficiency of agri-environment schemes to enhance bumble bee abundance and diversity on arable field margins", *J. Appl. Ecol.*, 44, 29-40.
- CORBET S.A. (1995) : "Insects, plants and succession: advantages of long-term set-aside", *Agric. Ecosyst. Environ.*, 55, 61-67.
- DECOURTYE A., TISSEUR M., TASÉ J.N. *et al.* (2005) : "Toxicité et risques liés à l'emploi de pesticides chez les pollinisateurs : cas de l'abeille domestique", Regnault-Roger C. ed., *Enjeux phytosanitaires pour l'agriculture et l'environnement au XXI<sup>e</sup> siècle*, Tec et Doc Lavoisier, Paris, 283-299.
- DECOURTYE A., LECOMPTE P., PIERRE J., CHAUZAT M.P., THIÉBEAU P. (2007a) : "Introduction de jachères florales en zones de grandes cultures - Ou comment mieux concilier Agriculture et Biodiversité, et par conséquent, l'Apiculture", *Le Courrier de l'Environnement de l'INRA*, 54, 33-56.
- DECOURTYE A., LECOMPTE P., PIERRE J., CHAUZAT M.P., THIÉBEAU P. (2007b) : "Les jachères florales en zones de grandes cultures, un atout pour la préservation des pollinisateurs", *Cahiers d'études et de recherches francophones/Agriculture*, 16, 213-218.
- DECOURTYE A., BERNARD J.L., LECOMPTE P., VAISSIÈRE B. (2008) : "Pour une gestion de l'aménagement rural alliée des abeilles", *Académie d'Agriculture de France*, vol 97.
- DOVER J., SPARKS T., CLARKE S., GOBBETT K., GLOSSOP S. (2000) : "Linear features and butterflies: the importance of green lanes", *Agric. Ecosyst. Environ.*, 80, 227-242.
- DUNN C.P., STEARNS F., GUNTENSPERGEN G.R., SHARPE D.M. (1993) : "Ecological benefits of the conservation reserve program", *Conserv. Biol.*, 7, 132-139.
- ERAUD C. (2004) : *Fiche Habitat-Espèce, L'Alouette des champs Alauda arvensis*, www.oncfs.esigetel.fr, 11 p.
- FIRBANK L.G., TELFER M.G., EVERSAM B.C., ARNOLD H.R. (1994) : "The use of species-decline statistics to help target conservation policy for set-aside arable land", *J. Environ. Manage.*, 42, 415-422.
- FLOWERS T.L. (2003) : *CRP Grass Mixtures. Why?*, USDA-Natural Resources Conservation Service (NRCS), Meade, Kansas, USA.
- FLURI P., FRICK R. (2002) : "Honey bee losses during mowing of flowering fields", *Bee World*, 83, 109-118.
- FREE J.B. (1993) : *Insect pollination of crops*, 2<sup>nd</sup> ed. Academic Press, London.
- FUSSELL M., CORBET S.A. (1992) : "Flower usage by bumble-bees: a basis for forage plan management", *J. Appl. Ecol.*, 29, 451-465.
- GUYOMARÇH J.C. (1996) : "Utilisation des jachères par la caille des blés (*Coturnix coturnix*)", *Bulletin mensuel de l'Office National de la Chasse*, 214, 38-45.
- HALD A.B. (1999) : "Weed vegetation (wild flora) of long established organic versus conventional cereal fields in Denmark", *Ann. Appl. Biol.*, 134, 307-314.
- HAYDAK M.H. (1970) : "Honey bee nutrition", *Annu. Rev. Entomol.*, 15, 143-156.
- HOLLAND J., FAHRIG L. (2000) : "Effect of woody borders on insect density and diversity in crop fields: a landscape-scale analysis", *Agric. Ecosyst. Environ.*, 78, 115-122.
- HOLZGANG O., PFISTER H.P., HEYENEN D., BLANT M., RIGHETTI A., BERTHOUD G., MARCHESI P.L. MADDALENA T., MÜRI H., WENDELSPIESS M., DÄNDLIKER G., MOLLET P., BORNHAUSER-SIEBER U. (2002) : "Les corridors faunistiques en Suisse", *Cahier de l'environnement*, n°326, Office fédéral de l'environnement, des forêts et du paysage (OFEFP), Société suisse de Biologie de la Faune (SSBF), Station ornithologique suisse de Sempach, Berne, 120 p.
- HOLZGANG O., RIGHETTI A., PFISTER H.P. (2005) : "Swiss wildlife corridors on paper, imagined and in the countryside", *GAIA - Ecological Perspectives for Science and Society*, 14, 148-151.
- HOLZSCHUH A., STEFFAN-DEWENTER I., KLEIJN D., TSCHARNTKE T. (2007) : "Diversity of flower-visiting bees in cereal fields: effects of farming system, landscape composition and regional context", *J. Appl. Ecol.*, 44, 41-49.
- JAUZEIN P. (2001) : "L'appauvrissement floristique des champs cultivés", *Dossier de l'environnement de l'INRA*, 21, 65-78.
- JUSTES E., THIÉBEAU P., CATTIN G., LARBRE D., NICOLARDOT B. (2001) : "Libération d'azote après retour-nement d'une culture de luzerne: un effet sur deux campagnes", *Perspectives Agricoles*, 264, 22-28.
- JUSTES E., DORSAINVIL F., ALEXANDRE M., THIÉBEAU P. (2004) : "Simulation with STICS soil-crop model of catch crop effects on nitrate leaching during the fallow period and on N released for the succeeding main crop", Hatch D.R., Chadwick S.C., Jarvis J.A., Roker D.J. (eds.), *Controlling nitrogen flows and losses*, Wageningen Academic Publishers, Wageningen, The Netherlands, 444-446.
- KELLER I., FLURI P., IMDORF A. (2005) : "Pollen nutrition and colony development in honey bees, Part II", *Bee World*, 86, 27-34.
- KLEIJN D., BAQUERO R.A., CLOUGH Y., DIAZ M., DE ESTEBAN J., FERNANDEZ F., GABRIEL D., HERZOG F., HOLZSCHUH A., JOHL R., KNOP E., KRUESS A., MARSHALL E.J.P., STEFFAN-DEWENTER I., TSCHARNTKE T., VERHULST J., WEST T.M., YELA J.L. (2006) : "Mixed biodiversity benefits of agri-environment schemes in five European countries", *Ecol. Lett.*, 9, 243-254.
- KLEIN A.M., VAISSIÈRE B.E., CANE J.H., STEFFAN-DEWENTER I., CUNNINGHAM S.A., KREMEN C., TSCHARNTKE T. (2007) : "Importance of pollinators in changing landscapes for world crops", *Proc. R. Soc. Lond. B Biol.*, 274, 303-313.
- LACAS J.G., VOLTZ M., GOUY V., CARLUER N., GRIL J.J. (2005) : "Using grassed strips to limit pesticide transfer to surface water: a review", *Agron. Sustain. Dev.*, 25, 253-266.
- LAGERHÖF J., WALLIN H. (1993) : "The abundance of arthropods along two field margins with different types of vegetation composition: an experimental study", *Agric. Ecosyst. Environ.*, 43, 141-154.
- LAGERHÖF J., STARK J., SVENSSON B. (1992) : "Margins of agricultural field as habitats for pollinating insects", *Agric. Ecosyst. Environ.*, 40, 117-124.
- LAVOREL S., SARTHOU J.P. (2008) : *Expertise Collective Agriculture et biodiversité - Chapitre 2 : Intérêts de la biodiversité pour les services rendus par les écosystèmes*, INRA, 231 p.
- MADER E. (2008) : "Financial incentives for pollinator conservation", *Newsletter of the Midwest Organic Tree Fruit Growers Network*, 3, 4-5.
- MAILLET-MÉZERAY J., LACAU C., SALVAUDON M. (2006) : "Les jachères, un vivier pour le petit gibier", *Perspectives agricoles*, 323, 20-25.
- MALRAUX J.B., PARGUEL P. (2007) : "Préétude des relations entre la qualité des miels et pratiques herbagères en zone de production du Morbier", *Bulletin Technique Apicole*, 138(34), 55-67.

- MARY B., BEAUDOIN N., JUSTES E., MACHET J.M. (1999) : "Calculation of nitrogen mineralization and leaching in fallow soil using a simple dynamic model", *Eur. J. Soil Sci.*, 50, 549-566.
- MATTILA H.R., OTIS G.W. (2006) : "Influence of pollen diet in spring on development of honey bee (Hymenoptera: Apidae) colonies", *J. Econ. Entomol.*, 99, 604-613.
- MAURIZIO A. (1950) : "The influence of pollen feeding and brood rearing on the length of life and physiological condition of the honeybee", *Bee World*, 31, 9-12.
- MEEK B., LOXTON D., SPARKS T., PYWELL R., PICKETT H., NOWAKOWSKI M. (2002) : "The effect of arable field margin composition on invertebrate biodiversity", *Biol. Conserv.*, 106, 259-271.
- MEISINGER J.J., HARGROVE W.L., MIKKELSEN R.L., WILLIAMS J.R., BENSON V.W. (1991) : "Effects of cover crops on groundwater quality", Hargrove W.L. (Ed.), *Cover crops for clean water, Soil and Water*, Conservation Society, Jackson, Tennessee, USA, 57-68.
- MEYNARD J.M. (2008) : "Produire autrement : réinventer les systèmes de culture" Reau R, Doré T. (éds), *Systèmes de culture innovants et durables : Quelles méthodes pour les mettre au point et les évaluer ?*, Educagri éditions, 11-27.
- MICHENER C.D. (2007) : *The bees of the world*, 2<sup>nd</sup> edition, The Johns Hopkins University Press, Baltimore and London, USA and UK.
- MURRAY T.E., KUHLMANN M., POTTS S.G. (2009) : "Conservation ecology of bees: populations, species and communities", *Apidologie*, 40, 211-236.
- NEARING M.A., JETTEN V., BAFFAUT C., CERDAN O., COUTURIER A., HERNANDEZ M., LE BISSONNAIS Y., NICHOLS M.H., NUNES J.P., RENSCHLER C.S., SOUCHERE V., VAN OOST K. (2005) : "Modelling response of soil erosion and runoff to changes in precipitation and cover", *Catena*, 61, 131-154.
- OCKINGER E., SMITH H.G. (2007) : "Semi-natural grasslands as population sources for pollinating insects in agricultural landscapes", *J. Appl. Ecol.*, 44, 50-59.
- ODOUX J.F., CARO G., TOUILLET C., PEYRA E., DERELLE D., AUPINEL P., BRETAGNOLLE V. (2009) : "Which landscape features influence population ecology of bee colonies in farmland intensive cereals systems?", *41<sup>e</sup> Congr. of Apimondia*, 15-20 september 2009, Montpellier.
- PÉROUX R. (1995) : "Spécial lièvre d'Europe", *Bulletin mensuel de l'Office National de la Chasse*, 204, 14-16.
- PLANTUREUX S., PEETERS A., MCCracken D. (2005) : "Biodiversity in intensive grasslands: effects of management, improvement and challenges", *Agron. Res.*, 3(2), 153-164.
- PYWELL R.F., WARMAN E.A., CARVELL C., SPARKS T.H., DICKS L.V., BENNETT D., WRIGHT A., CRITCHLEY C.N.R., SHERWOOD A. (2005) : "Providing foraging resources for bumblebees in intensively farmed landscapes", *Biol. Conserv.*, 121, 479-494.
- RASMONT P., MERSCH P. (1988) : "Première estimation de la dérive faunique chez les bourdons de la Belgique (Hymenoptera: Apidae)", *Annales de la Société royale zoologique de Belgique*, 118, 141-147.
- RASMONT P., EBMER A.W., BANASZAK J., VAN DER ZANDEN G. (1995) : "Hymenoptera Apoidea Gallica. Liste taxonomique des abeilles de France, de Belgique, de Suisse, et du Grand Duché de Luxembourg", *Bulletin de la Société de France*, 100, 1-98.
- 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?", *Ecol. Lett.*, 11, 499-515.
- ROMET L. (2005) : "Les bandes florales précieuses alliées de nos cultures arboricoles", *Alter Agri.*, 73, 13-15.
- SIMON S., SAUPHANOR B., DEFRANCE H., LAURI P.E. (2009) : "Manipulating within-orchard and adjacent habitats to provide better pest control in organic orchards. Some elements for modulating "orchard tree-pest-natural enemy" relationships", *Carrefours de l'Innovation Agronomique*, 4, 125-134.
- STEFFAN-DEWENTER I., TSCHARNTKE T. (1999) : "Effects of habitat isolation on pollinator communities and seed set", *Oecologia*, 121, 432-440.
- STEFFAN-DEWENTER I., MUNZENBERG U., BURGER C., THIES C., TSCHARNTKE T. (2002) : "Scale-dependent effects of landscape context on three pollinator guilds", *Ecology*, 83, 1421-1432.
- THÖNNISSEN C., MIMORE D.J., LADHA J.K., OLK D.C., SCHMIDLATER U. (2000) : "Legume decomposition and nitrogen release when applied as green manures to tropical vegetable production systems", *Agron. J.*, 92, 253-260.
- U.K. Game Conservancy (1994) : *Game and shooting crops*, Game Conservancy, Fordingbridge, Hampshire, UK.
- U.S.D.A. National Agroforestry Center (2006) : "Agroforestry: Sustaining Native Bee Habitat For Crop Pollination", *Agroforestry Notes*, august 2006, 1-4.
- VAUGHAN M., SKINNER M. (2008) : "Using Farm Bill Programs for Pollinator Conservation", USDA-NRCS National Plant Data Center, [http://www.xerces.org/wp-content/uploads/2008/11/using\\_farm\\_bill\\_programs\\_xerces\\_society.pdf](http://www.xerces.org/wp-content/uploads/2008/11/using_farm_bill_programs_xerces_society.pdf)
- WOODCOCK B.A., WESTBURY Y.D.B., POTTS S.G., HARRIS S.J., BROWN V.K. (2005) : "Establishing field margins to promote beetle conservation in arable farms", *Agri. Ecosyst. Envir.*, 107, 255-266.