

Agronomie

environnement & sociétés



**Démarches cliniques
en agronomie
et outils pour les agriculteurs
Et leurs conseillers**

Agronomie, Environnement & Sociétés

Revue éditée par l'Association française d'agronomie (Afa)

Siège : 16 rue Claude Bernard, 75231 Paris Cedex 05.
Secrétariat : 2 place Viala, 34060 Montpellier Cedex 2.
Contact : afa@inrae.fr, T : (00-33)4 99 61 26 42, F : (00-33)4 99 61 29 45
Site Internet : <http://www.agronomie.asso.fr>

Objectif

AE&S est une revue en ligne à comité de lecture et en accès libre destinée à alimenter les débats sur des thèmes clefs pour l'agriculture et l'agronomie, qui publie différents types d'articles (scientifiques sur des états des connaissances, des lieux, des études de cas, etc.) mais aussi des contributions plus en prise avec un contexte immédiat (débats, entretiens, témoignages, points de vue, controverses) ainsi que des actualités sur la discipline agronomique.

ISSN 1775-4240

Contenu sous licence Creative commons



Les articles sont publiés sous la *licence Creative Commons 2.0*. La citation ou la reproduction de tout article doit mentionner son titre, le nom de tous les auteurs, la mention de sa publication dans la revue AE&S et de son URL, ainsi que la date de publication.

Directeur de la publication

Antoine MESSÉAN, président de l'Afa, Ingénieur de recherches, Inra

Rédacteur en chef

Olivier RÉCHAUCHÈRE, chargé d'études Direction de l'Expertise, Prospective & Etudes, Inra

Membres du bureau éditorial

Christine RAWSKI, Rédactrice en chef Cahiers Agricultures, Cirad
Guy TRÉBUIL, chercheur Cirad
Philippe PRÉVOST, Chargé des coopérations numériques à Agreenium
Danielle LANQUETUIT, consultante Triog et webmaster Afa

Comité de rédaction

- Marc BENOÎT, directeur de recherches Inra
- Héloïse BOURREAU, ingénieure à la Bergerie de Villarceaux
- Camille DUMAT, enseignante chercheuse à l'ENSAT/INPT
- Thierry DORÉ, professeur d'agronomie AgroParisTech
- Yves FRANCOIS, agriculteur
- Jean-Jacques GAILLETON, inspecteur d'agronomie de l'enseignement technique agricole
- Laure HOSSARD, ingénieure de recherche Inra Sad
- Marie-Hélène JEUFFROY, directrice de recherche Inra et agricultrice
- Aude JOMIER, enseignante d'agronomie au lycée agricole de Montpellier
- Christine LECLERCQ, professeure d'agronomie Institut Lassalle-Beauvais
- Francis MACARY, ingénieur de recherches Irstea
- Antoine MESSEAN, Ingénieur de recherches, Inra
- Adeline MICHEL, Ingénieure du service agronomie du Centre d'économie rurale de la Manche
- Marc MIQUEL, consultant
- Bertrand OMON, Chambre d'agriculture de l'Eure
- Thierry PAPILLON, enseignant au lycée agricole de Laval
- Philippe POINTEREAU, directeur du pôle agro-environnement à Solagro
- Philippe PRÉVOST, Chargé des coopérations numériques à Agreenium
- Bruno RAPIDEL, Cirad
- Jean-Marie SERONIE, consultant

Secrétaire de rédaction

Philippe PREVOST

Assistante éditoriale

Danielle LANQUETUIT

Conditions d'abonnement

Les numéros d'AE&S sont principalement diffusés en ligne. La diffusion papier n'est réalisée qu'en direction des adhérents de l'Afa ayant acquitté un supplément

(voir conditions à <http://www.agronomie.asso.fr/espace-adherent/devenir-adherent/>)

Périodicité

Semestrielle, numéros paraissant en juin et décembre

Archivage

Tous les numéros sont accessibles à l'adresse <http://www.agronomie.asso.fr/carrefour-inter-professionnel/evenements-de-lafa/revue-en-ligne/>

Soutien à la revue

- En adhérant à l'Afa via le site Internet de l'association (<http://www.agronomie.asso.fr/espace-adherent/devenir-adherent/>). Les adhérents peuvent être invités pour la relecture d'articles.
- En informant votre entourage au sujet de la revue AE&S, en disséminant son URL auprès de vos collègues et étudiants.
- En contactant la bibliothèque de votre institution pour vous assurer que la revue AE&S y est connue.
- Si vous avez produit un texte intéressant traitant de l'agronomie, en le soumettant à la revue. En pensant aussi à la revue AE&S pour la publication d'un numéro spécial suite à une conférence agronomique dans laquelle vous êtes impliqué.

Instructions aux auteurs

Si vous êtes intéressé(e) par la soumission d'un manuscrit à la revue AE&S, les recommandations aux auteurs sont disponibles à l'adresse suivante :

<http://www.agronomie.asso.fr/carrefour-inter-professionnel/evenements-de-lafa/revue-en-ligne/pour-les-auteurs/>

À propos de l'Afa

L'Afa a été créée pour faire en sorte que se constitue en France une véritable communauté scientifique et technique autour de cette discipline, par-delà la diversité des métiers et appartenances professionnelles des agronomes ou personnes s'intéressant à l'agronomie. Pour l'Afa, le terme agronomie désigne une discipline scientifique et technologique dont le champ est bien délimité, comme l'illustre cette définition courante : « *Etude scientifique des relations entre les plantes cultivées, le milieu [envisagé sous ses aspects physiques, chimiques et biologiques] et les techniques agricoles* ». Ainsi considérée, l'agronomie est l'une des disciplines concourant à l'étude des questions en rapport avec l'agriculture (dont l'ensemble correspond à l'agronomie au sens large). Plus qu'une société savante, l'Afa veut être avant tout un carrefour interprofessionnel, lieu d'échanges et de débats. Elle se donne deux finalités principales : (i) développer le recours aux concepts, méthodes et techniques de l'agronomie pour appréhender et résoudre les problèmes d'alimentation, d'environnement et de développement durable, aux différentes échelles où ils se posent, de la parcelle à la planète ; (ii) contribuer à ce que l'agronomie évolue en prenant en compte les nouveaux enjeux sociétaux, en intégrant les acquis scientifiques et technologiques, et en s'adaptant à l'évolution des métiers d'agronomes.

Lisez et faites lire AE&S !

Sommaire

P-7- Avant-propos

A. MESSÉAN (Président de l'Afa) et O. RÉCHAUCHÈRE (Rédacteur en chef)

P-9- Éditorial

P. PRÉVOST, H. BOIZARD, F. KOCKMANN, B. OMON et T. PAPILLON (coordonnateurs du numéro)

Mise en perspective des démarches cliniques en agronomie

P15- La démarche clinique en agronomie : sa mise en pratique entre conseiller et agriculteur

F. KOCKMANN, A. POUZET, B. OMON, L. PAVARANO et M. CERF

P27- Vers un diagnostic agronomique stratégique intégrant les enjeux environnementaux : mener l'enquête pour piloter le système de culture sur le temps long

M. CERF, V. PARNAUDEAU et R. REAU

P39- IDEA4 : une méthode de diagnostic pour une évaluation clinique de la durabilité en agriculture

F. ZAHM, J.M. BARBIER, S. COHEN, H. BOUREAU, S. GIRARD, D. CARAYON, A. ALONSO UGAGLIA, B. DEL'HOMME, M. GAFSI, P. GASSELIN, L. GUICHARD, C. LOYCE, V. MANNEVILLE et B. REDLINGSHÖFER

Les outils de diagnostic de la qualité des sols : du profil cultural aux méthodes et outils actuels

P55- Les méthodes visuelles d'évaluation de la structure du sol au service d'une démarche clinique en agronomie

H. BOIZARD, J. PEIGNE, J.F. VIAN, A. DUPARQUE, V. TOMIS, A. JOHANNES, P. METAIS, M.C. SASAL, P. BOIVIN et J. ROGER-ESTRADE

P77- Apprentissage et pratique du test bêche VESS par application mobile

A. JOHANNES, K. GONDRET, A. MATTER et P. BOIVIN

P81- Evaluer visuellement la structure à l'échelle de l'échantillon : méthode et exemple d'application

A. JOHANNES et P. BOIVIN

P87- Des méthodes bêches dérivées de la méthode du profil cultural

J. PEIGNE, S. CADOUX, P. METAIS et J.F. VIAN

P95- L'utilisation de la méthode du profil cultural en Argentine : quel apport à la connaissance du fonctionnement des systèmes de culture ?

J.J. DE BATTISTA, M.C. SASAL

P99- La complémentarité de deux méthodes : le Profil Pénétrométrique Interpolé du SOL (PPIS) et le profil cultural en contexte de chantiers lourds

O. SUC et O. ANCELIN

P101- Témoignages sur l'utilisation et la complémentarité des méthodes visuelles d'évaluation de la structure du sol dans le cadre du projet Sol-D'Phy

V. TOMIS et A. DUPARQUE

La démarche clinique au service de l'évolution d'une technique culturale : la gestion des adventices

P105- La gestion durable de la flore adventice des cultures (B. CHAUVEL, H. DARMENCY et C. MUNIER-JOLAIN et A. RODRIGUEZ, coordonnateurs, Ed. QUAE, 2019)

P. PREVOST

P111- Du champ virtuel au champ réel – Ou comment utiliser un modèle de simulation pour diagnostiquer des stratégies durables de gestion des adventices et reconcevoir des systèmes de culture

N. COLBACH, S. CORDEAU, W. QUEYREL, T. MAILLOT, J. VILLERD, D. MOREAU

P131- utilisation du modèle FLORSYS comme outil d'aide à la conception de systèmes de culture innovants performants pour la gestion durable des adventices : exemple d'un groupe DEPHY Ferme de l'Eure

N. CAVAN, B. OMON, N. COLBACH, F. ANGEVIN

P145- Agriculteurs et conseillers, réunis autour d'une source karstique, actionnent l'agronomie avec pragmatisme

A. HERMANT, A. FAIVRE, V. LE MOING, C. DIVO, V. LAVILLE

P153- Le stock de semences adventices peut-il être utilisé dans les études de terrain sur l'effet des systèmes de culture

I. MAHE, D. DERROUCH, E. VIEREN, B. CHAUVEL

D'autres expériences de terrain illustrant des démarches cliniques en agronomie

P163- Les essais systèmes, support pour accompagner le changement des pratiques

P. HUET et L. GUILLOMO

P169- La végétation des bordures de parcelles agricoles, des espaces importants pour le contrôle biologique

A. POLLIER, A. BISCHOFF, M. PLANTAGENEST, Y. TRICAULT

P175- Vers une gestion adaptée des prairies multi-espèces et une maximisation du pâturage dans les systèmes herbagers du sud-ouest de la France

X. BARAT

Varia

P187- Indésirables, tolérées, revendiquées : à chacun ses plantes messicoles. Perceptions des acteurs du monde agricole vis-à-vis des plantes des moissons

R. GARRETA, B. MORISSON, J. CAMBACEDES et A. RODRIGUEZ

Notes de lecture

P195- Les typologies agronomiques des sols, indispensables pour valoriser les référentiels régionaux en pédologie

F. KOCKMANN

P199- Agroecosystem diversity: reconciling contemporary agriculture and environmental quality

J. BOIFFI



La végétation des bordures de parcelles agricoles, des espaces importants pour le contrôle biologique

Anna Pollier⁽¹⁾, Armin Bischoff⁽²⁾, Manuel Plan-
tegenest⁽³⁾, Yann Tricault⁽⁴⁾

(1) Enseignante en Productions Végétales au lycée de Chartres La Saussaye
(auteur correspondant)

(2) Professeur à Avignon Université, UMR IMBE
Aix-Marseille Université, CNRS, IRD, Avignon
Université

(3) Professeur à Agrocampus Ouest, UMR1349
IGEPP

(4) Maître de Conférences à Agrocampus Ouest,
UMR1349 IGEPP

Résumé

Souvent négligées, les bordures herbacées des parcelles agricoles sont des Infrastructures Agroécologiques (IAE) très importantes et qui ont des intérêts agronomiques et écologiques souvent méconnus. Elles peuvent, par exemple, contribuer à améliorer le contrôle biologique. Cet article vise à expliciter le rôle de la végétation des bords de champ pour alimenter l'ingénierie agroécologique. Les analyses s'appuient sur des relevés botaniques et entomologiques, ainsi que sur la mise en place de mélanges d'espèces tests le long des cultures (blé et colza). Nous avons mis en évidence l'importance de la végétation spontanée des bordures et surtout du couvert en plantes entomophiles en fleurs dans la régulation des ravageurs. La présence de bandes multi-espèces optimisées pour la production de ressources florales pour les auxiliaires des cultures accroît la régulation des ravageurs. Les résultats obtenus dans ce travail montrent l'intérêt de ces espaces non productifs et permettent de formuler de nouvelles pistes de gestion de la végétation semi-naturelle dans les agrosystèmes.

Importance of field margin vegetation for biological control

Abstract

Herbaceous field margins of arable fields provide resources and other habitat functions for natural enemies of crop pest insects and may thus contribute to biological control. Although mechanisms are still not well understood, several European countries have included the creation of species-rich herbaceous margins in their agri-environment schemes. This article aims at a better understanding of the role of margin vegetation in the control of major pests in oilseed rape and wheat. In two stud-

ies, we analysed plant species composition, natural enemy abundance, crop pest insect abundance and predation in field

margins and adjacent crop fields to evaluate functional relationships between these three groups. In the first study, we used a correlative approach analyzing existing margins of different floristic composition and crop fields without changing structure or plant species composition of margins. In the second study, we established three different margin strips, a wildflower strip optimized for floral resource provisioning, a species-poor grass strip and a strip of spontaneously emerging vegetation. In the first study, the cover of flowering plants had a clearly positive effect on crop pest insect regulation measured as an increased abundance of natural enemies, a higher pest predation and to a lesser degree a lower pest insect abundance. Accordingly, pest insect regulation was favoured by wildflower strips of the second study whereas grass strips did not provide any positive effect compared with spontaneous vegetation. These results demonstrated the importance of herbaceous field margin vegetation for conservation biological control and the possibility to improve control by sowing specifically designed plant mixtures.

Mots-clés : Agroécologie, Contrôle biologique par conservation, Infrastructures agroécologiques, Maine et Loire, Blé, Colza

Le contrôle biologique par conservation

Les insectes ravageurs sont responsables de dégâts qui peuvent induire des pertes de rendement très significatives en cas de fortes pullulations. Le contrôle de leur population est donc un enjeu agricole majeur. Différents moyens de lutte sont efficaces incluant la lutte mécanique, agronomique et chimique. Les ravageurs peuvent également être attaqués par des auxiliaires ou ennemis naturels (araignées, insectes prédateurs ou parasitoïdes) naturellement présents dans l'environnement et capables de coloniser les parcelles agricoles. On parle dans ce cas de contrôle biologique. Cependant, le contrôle biologique est souvent négativement influencé par les autres méthodes de lutte et notamment par la lutte chimique (Figure 1). La lutte biologique par conservation consiste à gérer ces auxiliaires en adoptant des pratiques qui leur sont favorables et/ou en les favorisant par le maintien ou le développement de leurs habitats « ressources » (Rousseaux et al., 2018). Elle s'appuie notamment sur la préservation ou l'implantation, autour des parcelles agricoles, d'infrastructures agroécologiques (« IAE » : haies, fossés, jachères, bandes fleuries...) apportant les ressources ou autres fonctions d'habitat (pollen, nectar, proies et hôtes alternatifs, refuges, hibernation...). Ces infrastructures sont favorables au maintien des ennemis naturels à proximité des cultures et parfois nécessaires à la réalisation de l'ensemble de leur cycle biologique. Gurr et al. (2003) montrent ainsi qu'une grande diversité végétale dans le paysage environnant une parcelle agricole se traduit généralement par une augmentation de l'abondance des auxiliaires (plus forte concentration de ressources dans le milieu) qui exercent un effet limitant sur les ravageurs (contrôle biologique des ravageurs). Ce mode de lutte biologique pourrait contribuer au développement de systèmes agricoles économes en produits phytosanitaires.

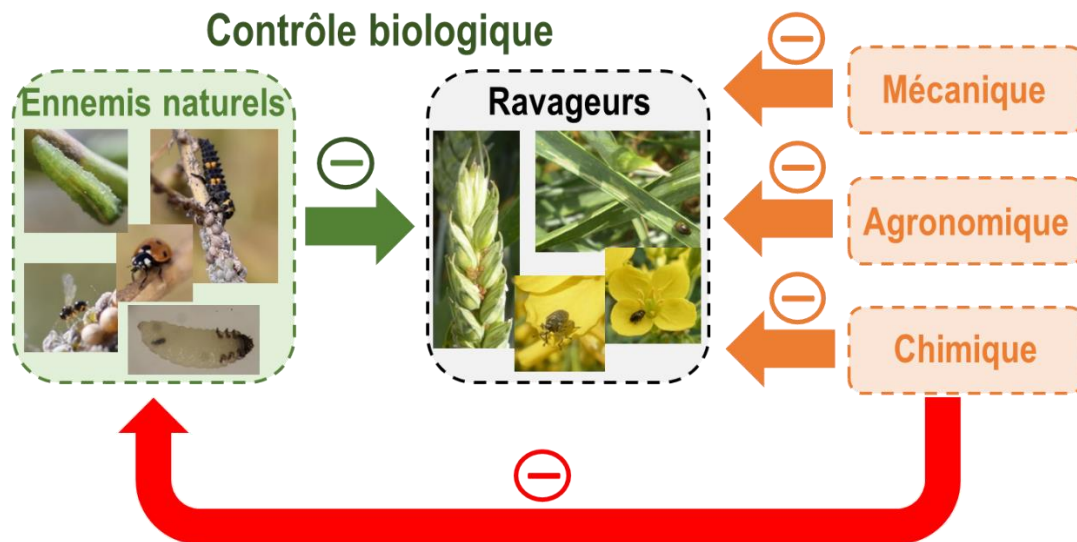


Figure 1 : Les moyens de lutte contre les ravageurs des cultures et leurs impacts sur les arthropodes.

Les bordures de parcelles agricoles et les arthropodes

Les bordures sont définies ici comme des espaces occupés par une végétation herbacée qui peut être spontanée ou semée (bandes fleuries, bandes enherbées) et qui s'étendent entre deux espaces cultivés (champs) ou entre un espace cultivé et un milieu d'un autre type : route, chemin, champ, haie, bosquets, fossé (Figure 2). Ces habitats semi-naturels font partie des IAE mais leur importance pour la biodiversité est souvent négligée car méconnue. Leur gestion en faveur des ennemis naturels des ravageurs représente un élément clé du contrôle biologique par conservation.

La végétation herbacée présente dans les bordures de parcelle fournit aux arthropodes des abris et des sites d'hivernage (Pywell et al., 2005 ; Griffiths et al., 2008), des plantes hôtes (cas des herbivores) et d'autres ressources comme des proies alternatives pour les ennemis naturels (Bianchi et al., 2006 ; Griffiths et al., 2008). De nombreux ennemis naturels utilisent également le pollen et le nectar fournis par les plantes entomophiles (visitées par les insectes) comme ressources alimentaires complémentaires (Gurr et al., 2005 ; Fiedler et al., 2008). Le nectar floral est par exemple une ressource alimentaire importante pour de nombreux hyménoptères parasitoïdes, syrphes ou chrysopes à qui il fournit le sucre nécessaire au métabolisme des adultes tandis que les larves sont carnivores (Landis et al., 2000 ; Wäckers, 2004 ; Langoya & Van Rijn, 2008).

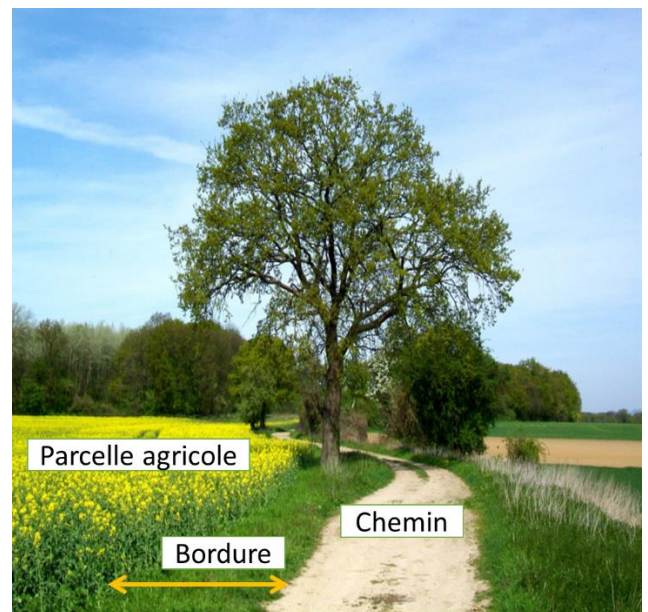


Figure 2 : Bordure de parcelle agricole

Dispositif expérimental

L'objectif de notre étude était de mettre en évidence l'importance des bordures de parcelle agricole herbacées pour la lutte biologique contre les principaux ravageurs des cultures d'hiver de blé et colza. Pour cela, deux expérimentations ont été menées chez des agriculteurs prévoyant une culture du blé et/ou de colza, autorisant l'accès à leurs parcelles, et acceptant de répondre à un questionnaire concernant leurs pratiques. Parmi ces agriculteurs, huit ont également accepté de travailler le sol et de préparer le lit de semences pour l'implantation de bandes herbacées et fleuries semées sur une bordure de champ.

La première expérimentation avait pour objectif d'évaluer l'influence d'une bande herbacée de végétation spontanée jouxtant les parcelles cultivées sur le niveau de contrôle biologique des ravageurs présents dans la culture. Pour ce faire, des relevés floristiques et entomologiques ont été effectués

sur 32 parcelles de blé et 32 parcelles de colza du Maine-et-Loire, aux printemps et étés 2014 et 2015.

La seconde expérimentation avait pour objet de comparer les influences respectives de trois types de bandes herbacées (fleuries multi-espèces, enherbée et spontanée) implantées en bordure de culture sur le contrôle biologique des ravageurs. Installées en 2014 le long de 8 parcelles en Anjou et Ille-et-Vilaine, elles ont été maintenues deux ans sur une succession colza (2014) - blé (2015) avec une fauche tardive. Les relevés botaniques et entomologiques ont été réalisés aux mêmes périodes que dans la première expérimentation.

Les ravageurs principaux et leurs ennemis naturels en cultures de blé et de colza

Lors de cette étude nous avons dénombré les insectes et évalué les dégâts des ravageurs dans les parcelles des deux cultures. Dans le blé, les pucerons (toutes espèces), les larves de criocères (*Oulema spp.*) et les dégâts imputables aux larves de criocères ont été quantifiés (Figure 3a). Dans le colza, les ravageurs suivis étaient les pucerons (toutes espèces), les méligèthes (*Meligethes aeneus*) et les charançons. Nous avons également quantifié les dégâts des charançons des tiges (*Ceuthorhynchus napi*) et des siliques (*Ceutorhynchus assimilis*) (Figure 3b). Dans les deux cultures, les ennemis naturels suivis par comptage étaient les coccinelles (larves et adultes) et les syrphes (larves et adultes) prédateurs des pucerons. L'activité des parasitoïdes a été estimée par le taux de parasitisme des pucerons (par le dénombrement des momies) dans le blé et le colza et le taux de parasitisme des larves de méligèthes dans le colza.

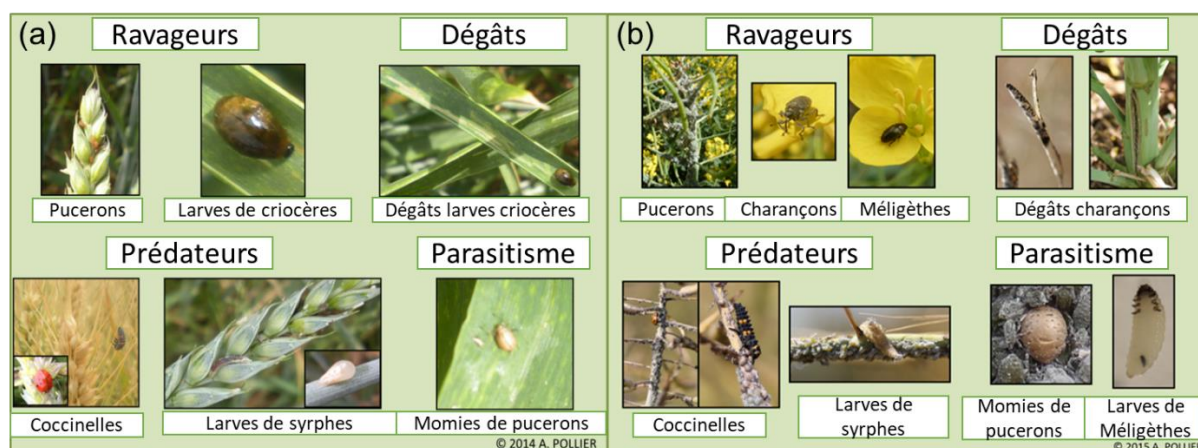


Figure 3 : Les ravageurs, les dégâts et les ennemis naturels suivis dans (a) le blé et (b) le colza au cours de cette étude.

L'importance de la végétation herbacée spontanée pour le contrôle biologique

Pour tenter de mettre en évidence des relations entre la composition végétale des bordures de parcelle agricole et les abondances d'arthropodes observés dans les cultures, la végétation spontanée a été caractérisée par trois variables (Pollier et al., 2018) établies sur la base des relevés botaniques : la diversité végétale (nombre d'espèces), le couvert en plantes entomophiles en fleurs et le couvert en plantes de la même famille que la culture en place (Brassicaceae pour le colza et Poaceae pour le blé). Ces dernières peuvent attirer les mêmes ravageurs que les cultures, augmentant le risque de dégâts. Les valeurs prises par ces variables ont été mises en relation avec les données d'abondance entomologique correspondantes, recueillies dans la bordure et dans le champ, à 5m et 50m de distance.

Pour le blé, le couvert en plantes entomophiles en fleurs dans la bordure au moment du relevé était corrélé positivement avec l'abondance des larves de syrphes (prédatrices de pucerons) à 5m dans le champ, des coccinelles (adultes et larves) à 50m ainsi qu'avec le parasitisme des pucerons à 5m (Figure 4a). La diversité de la bordure et le couvert en Poaceae n'étaient pas corrélés significativement avec les variables entomologiques. Dans les parcelles de blé suivies, les ennemis naturels étaient donc plus abondants et actifs lorsque les bordures étaient riches en plantes entomophiles en fleurs.

Pour le colza, l'augmentation de la diversité végétale ou du couvert en Brassicaceae dans la bordure s'accompagnait d'une réduction des dégâts des charançons des tiges, observés à 5m dans le champ. Cependant, une plus grande diversité était également corrélée à un plus faible taux de parasitisme des larves de méligèthes à 5m et 50m et à une plus forte densité des pucerons comptabilisés à 50m dans la parcelle. Enfin, l'importance du couvert en plantes entomophiles était corrélée négativement avec l'abondance des pucerons à 5m et le parasitisme des larves de méligèthes à 5m mais positivement avec l'abondance des coccinelles à 50m dans le champ (Figure 4b).

La végétation spontanée de bordure semble donc exercer un effet important sur les ravageurs et/ou leurs auxiliaires dans les premiers mètres de la parcelle. Cet effet se dilue en plein champ. Les plantes entomophiles en fleurs, qui fournissent des ressources alimentaires précieuses pour les ennemis naturels (pollen, nectar floral et extra-floral), favorisent généralement le contrôle biologique des ravageurs dans le blé et le colza. En revanche, un accroissement de la diversité végétale présente dans les bordures de parcelle n'améliore pas le contrôle biologique. Contrairement à notre hypothèse, le couvert en plantes de la même famille n'a pas d'influence sur le contrôle biologique (blé), voire une influence légèrement positive (colza).

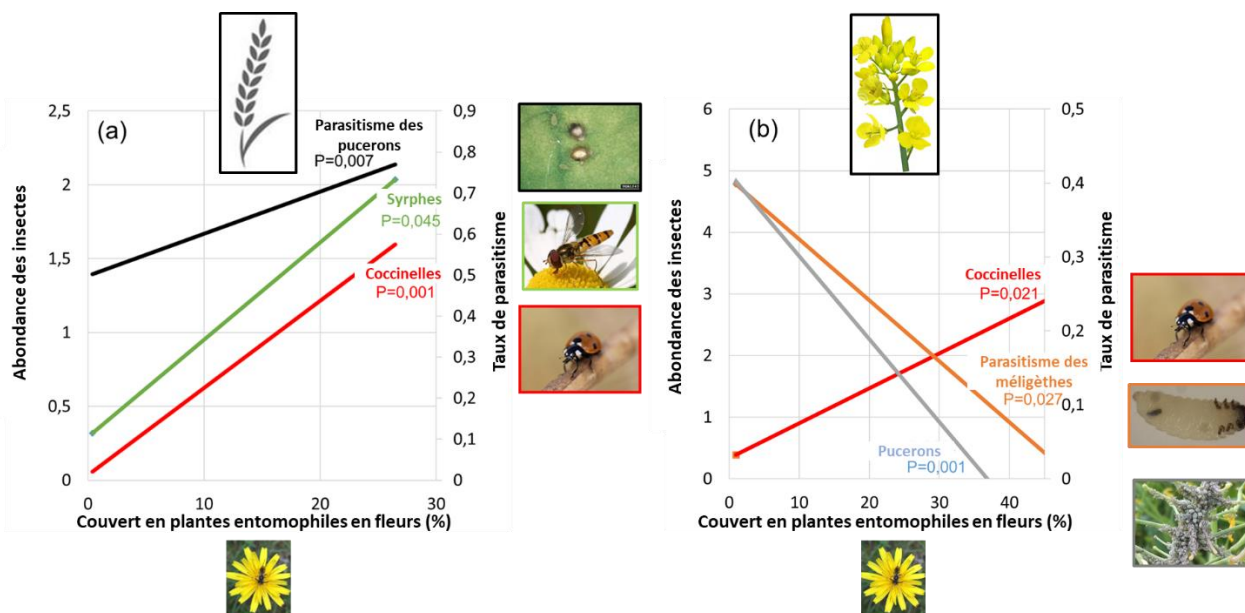


Figure 4 : Relation entre l'importance du couvert en plantes entomophiles en fleurs et les abondances des insectes présents ou le taux de parasitisme dans (a) le blé et (b) le colza à 5m.

Gestion de la végétation herbacée en bordure pour accroître le contrôle biologique

Lors de la seconde expérimentation (Pollier et al., 2019), trois bandes différentes ($l=5m$; $L=30m$) ont été implantées sur une même bordure de huit parcelles. Les trois types de bandes herbacées ont été obtenus (1) en laissant se développer une végétation spontanée (modalité SV) herbacée (stock semencier indigène du sol), (2) par le semis d'un mélange de deux poacées Ray-grass *Lolium perenne* et Fétuque *Festuca arundinacea*, commercialisé en France (modalité GS) et (3) par le semis d'un mélange de 32 espèces végétales appartenant à 14 familles (modalité WS). Ce mélange était constitué de plantes indigènes, annuelles et pérennes, incluant des espèces couvrantes et des espèces entomophiles choisies pour offrir une longue période de floraison. Des comptages et observations d'arthropodes (ravageurs et auxiliaires) ont été réalisés dans les bandes et à des distances de 5 m et de 30 m vers l'intérieur des parcelles de blé, la première année, et de colza, l'année suivante. La prédation des pucerons a également été estimée en exposant des individus-proies fixés à un support déposé dans la végétation (bandes et culture). Les deux années la diversité végétale comme le couvert en plantes entomophiles en fleurs étaient statistiquement supérieurs dans les bandes multi-espèces par rapport aux deux autres bandes.

En parcelles de colza (Figure 5a), l'abondance des pucerons était supérieure dans les bandes multi-espèces par rapport aux autres bandes mais en général relativement faible en face de ces bandes (à 5m et 30m dans la culture). Les espèces de pucerons rencontrés dans les bordures n'attaquaient généralement pas le colza et représentaient donc des proies alternatives pour les insectes auxiliaires, tels que les syrphes et les carabes. L'abondance de ces prédateurs était d'ailleurs supérieure dans les modalités multi-espèces, au sein des bandes comme dans la culture. Concomitamment, la prédation des pucerons dans les bandes multi-espèces (WS) mais aussi à 5m

de ces bandes était significativement supérieure par rapport aux autres modalités.

En parcelles de blé (Figure 5b), des différences significatives ont également été observées pour les ennemis naturels. Il y avait plus de syrphes et de coccinelles dans les bandes multi-espèces et à 5m de ces bandes par rapport aux autres modalités. Cependant nous n'avons pas observé d'effet correspondant et homogène sur l'abondance et la prédation des pucerons. Dans les bordures de blé, nous avons également observé les relations entre plantes entomophiles semées et insectes auxiliaires d'intérêt. La Marguerite *Leucanthemum vulgare* et la Tanaisie *Tanacetum vulgare* étaient souvent visitées par les parasitoïdes. Les coccinelles ont été observées très souvent sur Dactyle *Dactylis glomerata* et Bleuets *Centaurea cyanus*. Enfin, les syrphes affectionnaient particulièrement la Mauve *Malva sylvestris* et l'Achillée *Achillea millefolium*. La végétation spontanée qui a poussé naturellement dans les bandes multi-espèces semblait très attractive pour les pucerons non ravageurs du blé, toutes espèces confondues. Citons notamment la Vesce *Vicia sativa*, la Patience *Rumex obtusifolius*, le Gaillardet *Galium aparine* et la Cirse *Cirsium vulgare*. L'ensemble des résultats obtenus au cours de cette seconde expérimentation indique que les ressources offertes par les bandes multi-espèces augmentent probablement l'abondance locale des auxiliaires. Cette augmentation favoriserait un meilleur contrôle biologique à proximité des bandes, en particulier des populations de pucerons. Les espèces semées joueraient un rôle important dans l'attraction des ennemis naturels que complèteraient les espèces spontanées en accueillant des proies alternatives.

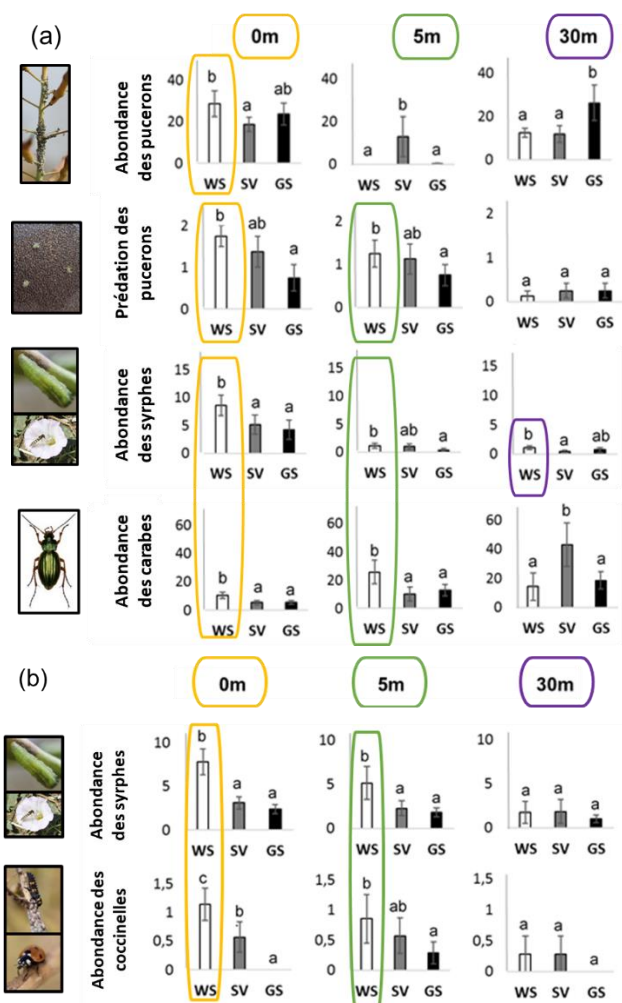


Figure 5 : Abondance des arthropodes dans les bandes (jaune) multi-espèces (WS), de végétation spontanée (SV), enherbée (GS) et à 5m (vert) et à 30m (violet) de ces bandes dans les parcelles voisines de a) colza et b) blé. Dans chaque histogramme, des lettres différentes indiquent des différences statistiquement significatives.

Les préconisations

Les bordures herbacées de nos cultures sont des milieux peu connus mais qui semblent être très intéressantes par le rôle qu'elles peuvent jouer pour amplifier le contrôle biologique naturel des ravageurs des cultures. La gestion actuelle de ces bordures (coupes rases, répétées, précoces) ne permet pas d'utiliser au mieux les fonctionnalités de ces milieux (services écosystémiques). En termes de gestion des agrosystèmes, ce sont des milieux sur lesquels il est facile d'intervenir afin de favoriser la lutte biologique par conservation. Plusieurs préconisations peuvent être proposées afin d'améliorer l'impact de cette végétation sur le contrôle biologique dans une démarche agroécologique : 1) augmenter les surfaces des bordures herbacées sur les exploitations agricoles pour accroître la quantité globale de ressources offertes aux ennemis naturels ; 2) diminuer la largeur des parcelles (par exemple à 3 passages de pulvérisateurs) ou implanter des bandes multi-espèces au sein même des parcelles agricoles, de manière à réduire la distance moyenne entre la culture à protéger et la bande herbacée ; 3) favoriser une fauche tardive de la végé-

tation après la floraison des plantes entomophiles pour accroître la quantité et étendre la durée de disponibilité des ressources florales fournies aux ennemis naturels; 4) éviter de traiter ou fertiliser à proximité immédiate des bordures de parcelles afin de diminuer la dérive des intrants utilisés et leurs impacts sur la végétation et les arthropodes vivants dans les bordures ; 5) établir un diagnostic de la végétation des bordures à l'aide d'outils existants (Le Bris, 2016) afin d'orienter la composition de la bande herbacée pour accroître la contribution d'espèces végétales particulièrement favorables au contrôle biologique ; 6) encourager la présence d'espèces adaptées à un objectif de gestion qui pourra poursuivre plusieurs objectifs simultanément incluant l'augmentation du contrôle biologique mais également, par exemple, le soutien à la pollinisation, la maîtrise des flux de polluants vers le milieu naturel ou la fourniture d'habitat à des espèces d'intérêt cynégétique ou patrimonial.

Remerciements

Nous remercions E. Chenu pour son aide technique sur le terrain et en laboratoire, ainsi que L. Guillomo, T. Sollet, A. Saphore and S. Le Barazer pour leur aide lors de la collecte des données. Nous remercions les agriculteurs pour leur participation et leur hospitalité. Ce projet a été financé par l'Agence Nationale de la Recherche (ANR-12-AGRO-0006, "PEERLESS") et la chaire « Agriculture Ecologiquement Intensive (AEI) ». Nous souhaitons pour finir remercier T. Papillon, pour l'opportunité qu'il nous a offerte en nous proposant d'écrire dans cette revue.

Bibliographie

- Bianchi FJJA, Booij CJH & Tscharntke T (2006) Sustainable pest regulation in agricultural landscapes: a review on landscape composition, biodiversity and natural pest control. *Proceedings of the Royal Society of London B: Biological Sciences* 273:1715–1727.
- Fiedler AK, Landis DA & Wratten SD (2008) Maximizing ecosystem services from conservation biological control: The role of habitat management. *Biological Control* 45:254–271.
- Griffiths GJK, Holland JM, Bailey A & Thomas MB (2008) Efficacy and economics of shelter habitats for conservation biological control. *Biological Control* 45:200–209.
- Gurr GM, Wratten SD, Tylianakis J, Kean J & Keller M (2005) Providing plant foods for natural enemies in farming systems: balancing practicalities and theory. *Plant-Provided Food for Carnivorous Insects*. Cambridge University Press.
- Gurr GM, Wratten SD & Luna JM (2003) Multi-function agricultural biodiversity: pest management and other benefits. *Basic and Applied Ecology* 4:107–116.
- Landis DA, Wratten SD & Gurr GM (2000) Habitat Management to Conserve Natural Enemies of Arthropod Pests in Agriculture. *Annual Review of Entomology* 45:175–201.
- Langoya LA & Van Rijn PCJ (2008) The significance of floral resources for natural control of aphids. *Institute for Biodiversity and Ecosystem Dynamics (IBED)*.
- Le Bris C. (2016) Les bordures extérieures de champs en Beauce, des espaces à valoriser: ne laissons pas la biodiversité

au bord du chemin. *Agronomie, Environnement et Sociétés*:
Volume 6 / Numéro 1.

Pollier A, Tricault Y, Plantegenest M & Bischoff A (2019) Sowing of margin strips rich in floral resources improves herbivore control in adjacent crop fields *Agricultural and Forest Entomology*, 21, 119–129.

Pollier A, Guillomo L, Tricault Y, Plantegenest M & Bischoff A (2018) Effects of spontaneous field margin vegetation on the regulation of herbivores in two winter crops. *Basic and Applied Ecology*.

Pywell RF, James KL, Herbert I, Meek WR, Carvell C, Bell D & Sparks TH (2005) Determinants of overwintering habitat quality for beetles and spiders on arable farmland. *Biological Conservation* 123:79–90.

Rousseaux A, Seychal L & Sarthou JP (2018). Dictionnaire d'Agroécologie : <https://dicoagroecologie.fr/encyclopedie/lutte-biologique-par-conservation/>

Wäckers F. (2004) Assessing the suitability of flowering herbs as parasitoid food sources: flower attractiveness and nectar accessibility. *Biological Control* 29:307–314