

Réseau des muséums  
de la région Centre

ISSN en cours

# SYMBIOSES LYCÉENNES

Quand les lycées et la recherche en région Centre  
se rencontrent sur les Sciences de la Vie et de la Terre !

CAHIER N°6

## SOMMAIRE

- Introduction
- L'évolution des pratiques agronomiques
- La lutte biologique
  - > Premier exemple historique
  - > Exemple actuel efficace
  - > Les pièges de type Barber
  - > Classification sommaire des insectes
  - > Les risques avec les auxiliaires exotiques
  - > Exemple d'émergence d'un ravageur
  - > Haies et bandes enherbées
- Références bibliographiques

### Mots clefs :

agriculture durable  
agrosystèmes  
auxiliaires  
lutte biologique  
carabes  
bandes enherbées

## Biodiversité...

Plus la diversité des êtres vivants présents dans les sols est grande, plus la biodiversité à la surface des sols le sera.

La diversité pédologique influencera directement la diversité biologique des sols.

# Lutte biologique et agronomie durable

Daniel ROUGON <sup>(1)</sup> & Michel BINON <sup>(2)</sup>



Le Gault-Saint-Denis (28)

Lorsqu'on parle d'**agriculture durable** ou d'**agriculture de conservation**, le terme "durable" signifie que les sols restent capables de produire chaque année au moins la même quantité de matière végétale et ceci sur le long terme.

Or, on sait que plus la biodiversité d'un écosystème est grande, plus la productivité de cet écosystème est élevée. La conservation d'une diversité maximale dans les agrosystèmes est donc à envisager comme vitale.

(1) Daniel Rougon. 2, rue Lamarck. 45100 ORLEANS

(2) Michel Binon. Muséum d'Orléans. Rue Marcel Proust. 45000 ORLEANS

Photos : © J. C. Gagnepain ; Pierre Boudier, muséum de Chartres, pierre.boudier@ville-chartres.fr ; Laurent Arthur, muséum de Bourges, laurent.arthur@ville-bourges.fr.

# L'évolution des pratiques agronomiques

**Depuis des millénaires, l'homme devenu agriculteur a progressivement modifié les milieux et artificialisé les agroécosystèmes ou agrosystèmes. Même si ces agrosystèmes ont été modifiés et simplifiés par l'homme, il n'en demeure pas moins que ce sont des écosystèmes qui obéissent aux lois écologiques. Même des agrosystèmes basés sur une monoculture intensive fonctionnent selon les mêmes principes écologiques que les écosystèmes naturels.**

Pour nourrir l'humanité au cours du siècle dernier, on s'est orienté vers une agriculture que l'on qualifie d'intensive ou de productiviste, pour laquelle on réalise une monoculture sur de grandes parcelles (jusqu'à 100 hectares et plus) en pratiquant des labours profonds et en laissant le sol à nu pendant une période de l'année.

Par opposition, une agriculture extensive est caractérisée par des pratiques culturales plus respectueuses du milieu, la recherche d'un rendement à l'hectare élevé n'étant pas l'objectif premier.

Notons de suite qu'en créant de grandes étendues d'une seule espèce végétale cultivée, "l'homme a créé le **ravageur**" ! En effet, l'animal phytophage trouvant soudainement de grands espaces couverts par sa plante nourricière, se met à proliférer. En l'absence de facteurs de régulation de ses populations dans cet écosystème artificiel (prédateurs, parasites, parasitoïdes) le ravageur pullule et échappe à tout contrôle biologique.



Ouzouer-le-Doyen (41)

**Pour limiter les populations de ces ravageurs et donc leurs dégâts, l'homme a utilisé des produits que l'on qualifie de pesticides.**

**Il s'agit de toute molécule tuant les êtres vivants responsables de pertes dans les cultures (produits phytosanitaires).**

**Or, ces produits tuent aussi bien les ravageurs que le reste des êtres vivants présents sur les parcelles traitées.**

**Ce type d'agriculture amène progressivement un appauvrissement majeur de la biodiversité, ce qui déstabilise complètement l'agrosystème. Le premier ravageur éradiqué laisse la place à un autre ravageur ou à une maladie qu'il faudra à nouveau combattre avec de nouvelles molécules chimiques...**

## Agriculture raisonnée

Face à cette course aux molécules performantes pour éliminer les ravageurs, l'homme a réagi depuis une vingtaine d'années en envisageant de manière raisonnée les traitements phytosanitaires dans les cultures. On parle alors d'agriculture raisonnée, qui raisonne sur les traitements : utilisation de molécules à spectre étroit et à la bonne dose, à la période d'activité favorable du ravageur et lorsque celui-ci est bien présent dans la parcelle.

## Agriculture biologique

En agriculture biologique, on s'interdit d'utiliser des molécules chimiques. Dans les écosystèmes équilibrés, une riche faune participe à un fonctionnement harmonieux, sans aucune pullulation de quelque espèce que ce soit. L'agriculture biologique, se basant sur ces lois écologiques, tend à créer des agrosystèmes équilibrés.

## Lutte biologique

Face à de très graves problèmes de ravageurs, l'homme est quelquefois amené, non pas à utiliser des molécules chimiques qui n'arrivent pas à maîtriser les ravageurs, mais à introduire un être vivant capable de réduire et contrôler les populations des ravageurs. Dans la lutte biologique, on utilise un être vivant pour maîtriser un autre être vivant.

## Lutte biologique intégrée

La lutte biologique intégrée vise, non pas à introduire une espèce exotique, mais à favoriser les espèces locales capables de limiter les populations de ravageurs. Pour cela, il faut aménager l'environnement immédiat des parcelles pour maintenir ces espèces qui sont considérées alors comme des **auxiliaires** des cultures.

## Production intégrée

Dans ce qu'on nomme production intégrée, on ajoute à la lutte biologique intégrée une gestion globale intégrant tous les facteurs de l'exploitation (rotations des cultures, assolement, fertilisation, labours superficiels, semis directs sous couverts végétaux). On favorise les techniques biologiques et biotechniques dans la lutte contre les ravageurs et on s'autorise, en dernier recours, pour sauvegarder la récolte et pour que l'agriculteur ait un revenu, à employer des molécules chimiques. La production intégrée amène une moindre utilisation des intrants (engrais, produits phytosanitaires, carburants, main d'œuvre) et donc un coût moindre pour l'agriculteur, ce qui lui permet d'obtenir un bénéfice à l'hectare plus important.

# Lutte biologique : des auxiliaires

## Premier exemple historique de lutte biologique réussie

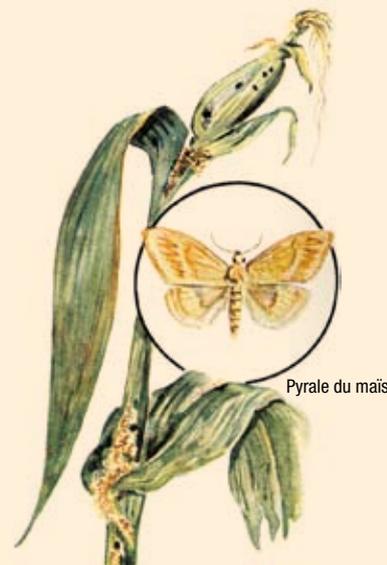
En 1869, une **cochenille** d'origine australienne, *Icerya purchasi*, a été introduite dans les vergers d'agrumes de Californie et, rapidement, a causé d'importants dégâts. Pour lutter contre ce ravageur, on a importé en 1888 un prédateur d'Australie, la **coccinelle** *Rodolia cardinalis* (encore appelée *Novius cardinalis*), qui s'est avérée très efficace pour réguler, en quelques années, les populations de la cochenille. Quelques années plus tard, le ravageur a été introduit sur le pourtour de la Méditerranée. L'introduction du même prédateur fut également un succès complet dans cette autre région du globe.

## Un exemple actuel de lutte biologique efficace

Durant les cinquante dernières années, en France et en Europe, les surfaces cultivées pour le maïs se sont accrues considérablement, provoquant l'émergence d'un ravageur de première importance : la **pyrale du maïs** (*Ostrinia nubilalis*), un petit lépidoptère.

La lutte chimique a permis d'éliminer la pyrale mais a déplacé le problème, car d'autres ravageurs du maïs (pucerons) ont pu se développer, en l'absence de leurs prédateurs naturels, éliminés par le traitement phytosanitaire.

Une petite guêpe parasitoïde appelée **trichogramme** (*Trichogramma brassicae*), originaire de Moldavie, est aujourd'hui utilisée en lutte biologique et régulièrement lâchée dans les cultures de maïs. La femelle du trichogramme pond à l'intérieur des pontes de la pyrale. Le cycle court du parasitoïde permet son émergence en tuant l'œuf du papillon. Après de nombreuses années de recherche et une évolution des techniques d'élevage, de conditionnement et de lâcher, cette lutte est devenue aussi efficace, sinon plus, que la lutte chimique et à un prix de revient équivalent ou moindre. En outre, le bénéfice environnemental est évident.

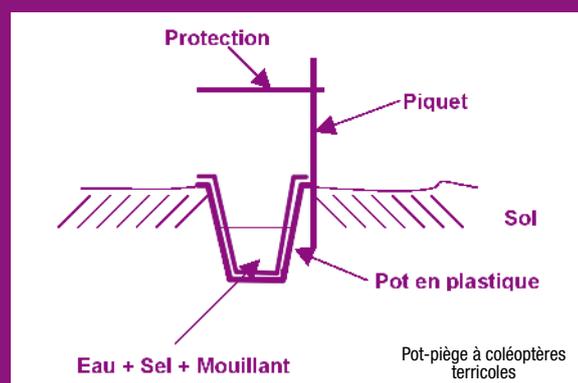


## Une technique pour l'étude de la biodiversité : l'exemple des pièges de type Barber

**Afin d'inventorier l'entomofaune se déplaçant sur le sol dans les écosystèmes, on peut utiliser des pots-pièges que l'on appelle aussi pièges Barber, du nom de leur inventeur.**

**Il s'agit de gobelets enterrés au ras du sol.**

On utilise en général deux gobelets imbriqués l'un dans l'autre et protégés par une plaque évitant la pénétration de l'eau de pluie. Ces pots contiennent de l'eau, du sel pour éviter la formation d'un voile bactérien à la surface du liquide et un mouillant (type liquide vaisselle non parfumé) pour retenir les insectes et éviter leur envol (voir figure). Ces pièges sont alignés par cinq, distants entre eux de dix mètres, afin de pouvoir traiter statistiquement les données recueillies. Sur le terrain, des séries de cinq pièges sont disposées au centre et en bordure de la parcelle ainsi que dans les bandes enherbées et les haies. Cette disposition permet de suivre, au cours de l'année, les fluctuations de la biodiversité en ces différents points de l'agrosystème. De plus, on peut ainsi observer les déplacements des espèces au cours des différentes saisons.



Il est nécessaire d'effectuer le relevé des pots-pièges une fois par semaine sur une période minimale de trois mois (avril, mai, juin pour nos régions). La durée idéale pour une campagne de piégeage serait du premier avril au trente octobre environ.

Tous les insectes sont collectés et conservés en piluliers. Le liquide conservateur est l'alcool à soixante dix degrés. Les exemplaires ainsi récoltés sont ensuite étudiés sous la loupe binoculaire et identifiés. L'identification

est une étape obligatoire, longue et nécessitant souvent le recours à des entomologistes spécialistes des familles représentées.

Les résultats apparaissent d'abord sous une forme qualitative : c'est la richesse spécifique du milieu (liste des espèces). L'aspect quantitatif prend en compte le nombre d'individus par espèce, ce qui permet de calculer deux autres indices de diversité qui sont l'indice de Shannon et l'équitabilité. Ces trois indices de diversité permettent de

comparer soit le même milieu sur plusieurs années, soit de comparer des milieux différents.

Cette technique est particulièrement adaptée au suivi des populations de deux familles auxiliaires de coléoptères : les carabidés et les staphylinidés. Elle peut être utilisée aussi bien en grandes cultures qu'en arboriculture.

# es pour détruire les ravageurs

## Classification sommaire des insectes, les principaux ordres et leur intérêt économique :

L'étymologie des noms d'ordre est donnée pour une meilleure compréhension de la classification.

<b>ODONATES</b> libellules et demoiselles	odon = dent et nate, déformation de gnathos = mâchoire. Larves aquatiques, adultes avec de très gros yeux et abdomen très long. Insectes carnassiers. Insectes bio-indicateurs de l'état d'un milieu aquatique.
<b>DICTYOPTERES</b> blattes, mantes	dictyo = réseau et pteron = aile. Ailes très nervurées, antennes très fines et longues. Les blattes peuvent véhiculer des agents pathogènes (virus ou bactéries).
<b>ORTHOPTERES</b> criquets, sauterelles, grillons	ortho = droit et pteron = aile. Troisième paire de pattes adaptée au saut, insectes stridulants. Certains criquets, capables de grégarisme, sont des fléaux majeurs pour l'agronomie dans les régions semi-arides.
<b>DERMAPTERES</b> perce-oreilles ou forficules	derma = peau et pteron = aile. Organes abdominaux en forme de pince, ailes ne recouvrant pas la totalité de l'abdomen au repos.
<b>COLEOPTERES</b> coccinelles, hannetons, etc.	coleo = étui et pteron = aile. Ailes antérieures durcies protégeant les ailes postérieures membraneuses servant au vol. Ordre majeur d'insectes renfermant des ravageurs et des auxiliaires.
<b>TRICHOPTERES</b> phryganes ou porte-bois	trichos = poils et pteron = aile. Larves aquatiques vivant dans des fourreaux, adultes à ailes recouvertes de soies. Insectes bio-indicateurs de la qualité des milieux aquatiques.
<b>LEPIDOPTERES</b> papillons	lepidos = écailles et pteron = aile. Larves (chenilles) végétariennes, adultes à ailes recouvertes d'écailles. Chenilles phytophages très voraces, ravageuses de cultures ou de peuplements forestiers.
<b>DIPTERES</b> moustiques, mouches, taons, etc.	di = deux et pteron = aile. Une seule paire d'ailes fonctionnelles pour le vol, deuxième paire d'ailes transformée en haltères ou balanciers (organes de navigation). Nombreuses espèces d'intérêt médical (parasites ou vecteurs de maladies). Certaines espèces (parasitoïdes*) auxiliaires utilisées dans la lutte biologique.
<b>HYMENOPTERES</b> abeilles, guêpes, fourmis, etc.	hymen = membrane et union (union des ailes antérieures et postérieures en vol) et pteron = aile. Ailes couplées pendant le vol, aiguillon venimeux chez certaines espèces. Impact primordial dans la pollinisation (bourdons, abeilles), production agricole (miel, etc.), auxiliaires (parasitoïdes*).
<b>HETEROPTERES</b> punaises	hetero = différent et pteron = aile. Ailes posées à plat sur l'abdomen, ailes antérieures coriaces à la base et membraneuses à l'extrémité, présence d'un rostre piqueur-suceur. Certaines espèces, hématophages, sont vecteurs de maladies humaines et animales.
<b>HOMOPTERES</b> cigales, cicadelles, psylles, pucerons, cochenilles	homo = uniforme et pteron = aile. Ailes en toit sur l'abdomen au repos, présence d'un rostre piqueur-suceur (pour aspirer la sève des plantes). Nombreux ravageurs des cultures et des forêts. C'est l'ordre posant les problèmes les plus complexes en terme d'agronomie.

\*Parasitoïde : c'est un insecte parasite à l'état larvaire qui tue son hôte lors de l'émergence du stade adulte.



**Trois ordres d'insectes  
sont installés sur cette pivoine...  
A votre avis lesquels ?**

**Réponse :**

*un coléoptère, un hétéroptère et un diptère*

# Lutte biologique : des auxiliaires pour détruire les ravageurs

## Les risques de la lutte biologique à l'aide d'auxiliaires d'origine exotique

L'histoire nous fournit de nombreux exemples d'espèces exotiques, introduites pour différentes raisons (pisciculture, chasse, horticulture, agrément, etc.), qui se sont révélées par la suite envahissantes et sources de déséquilibre pour l'environnement. De plus, l'accélération des échanges commerciaux à travers le monde facilite le transport d'espèces animales ou végétales qui parviennent parfois à s'acclimater durablement hors de leur région d'origine.

La lutte biologique, lorsqu'elle est pratiquée avec des espèces exotiques, peut être aussi à l'origine de ce type d'acclimatation non souhaitée.

Un exemple récent nous en est fourni par la **Coccinelle asiatique multicolore *Harmonia axyridis*** (Pallas, 1773). Importée en France pour la première fois en 1982, en provenance de Chine, pour lutter contre plusieurs espèces de pucerons, cette espèce, par sélection, a livré une souche baptisée "sédentaire", incapable de voler. Cependant, depuis quelques années, on observe, à partir de la Belgique puis du Nord de la France, une colonisation progressive, vers le Sud, du territoire national. Or, cette espèce particulièrement vorace menace, à la fois par la concurrence alimentaire et par la prédation sur les larves, nos espèces indigènes de coccinelles. Cet exemple nous montre que l'utilisation d'espèces exotiques en lutte biologique nécessite d'importantes études écologiques préalables afin de minimiser ce type de risque.

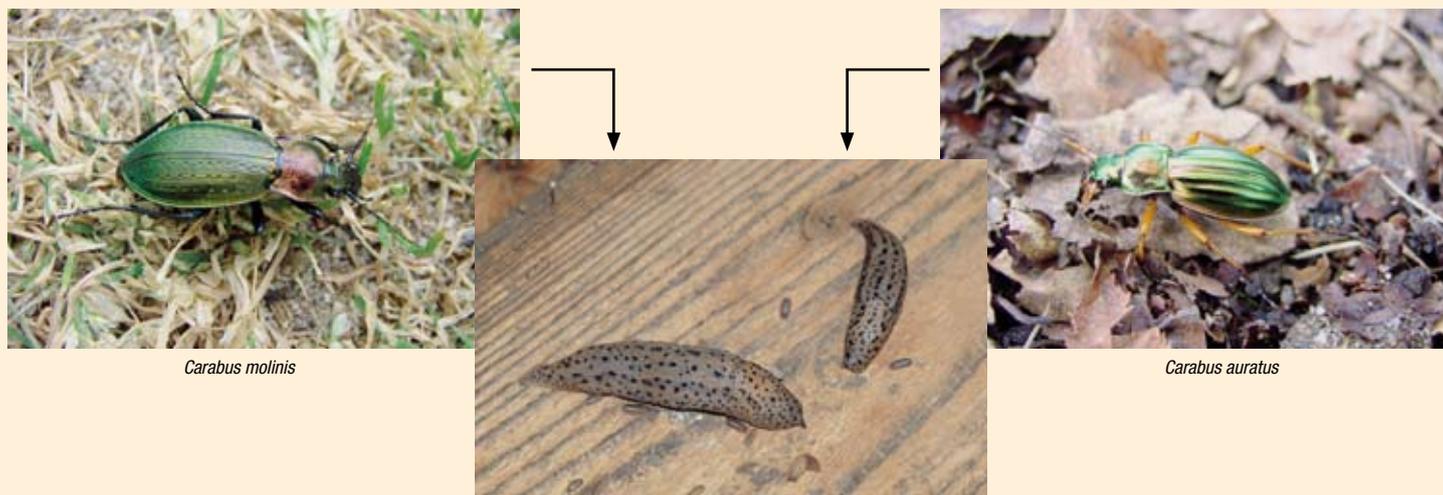
## Un exemple d'émergence d'un ravageur et de lutte biologique

Dans les années 1980, un problème de ravageur a émergé dans les grandes cultures européennes : un mollusque, en l'occurrence la limace grise principalement, cause d'importants dégâts sur les jeunes cultures, nécessitant quelquefois un deuxième semis pour compenser les pertes catastrophiques lors du premier semis. Pourquoi cette prolifération brutale de ce ravageur ? Deux facteurs principaux :

- l'utilisation d'insecticides a provoqué la disparition dans les parcelles de deux espèces de carabes se nourrissant de limaces : *Carabus auratus* (le carabe doré ou jardinière\*) et *Carabus monilis*.
- les labours profonds, mettant à nu les larves de ces carabes, provoquent une mortalité notable à ce stade du cycle.

**Ces deux facteurs ont contribué à réduire drastiquement les populations de ces deux carabes qui ne peuvent plus réguler les populations de limaces.**

\*Jardinière : l'autre nom vernaculaire du carabe doré démontre que cette espèce est considérée depuis fort longtemps comme l'alliée du jardinier.



Les niches écologiques de ces deux grandes espèces de carabes étant vides, de petites espèces opportunistes et généralistes de carabes se sont progressivement installées. Ces espèces ont un régime alimentaire beaucoup plus large et n'exercent pas une pression de prédation aussi forte sur les limaces et, de ce fait, n'arrivent pas à contrôler leur prolifération.

Il faut noter, que pour survivre, les deux espèces de grands carabes caractéristiques de milieux ouverts, ont modifié leur comportement et se sont réfugiées dans les clairières et allées forestières.

Pour lutter contre les proliférations de limaces, des substances chimiques sont utilisées et perturbent le fonctionnement de l'écosystème. Afin de restaurer un agrosystème plus équilibré, il s'avère nécessaire de limiter l'emploi de pesticides et d'éviter les labours profonds.

Afin de favoriser le retour des prédateurs naturels des limaces, la création de **bandes enherbées** à la périphérie des parcelles cultivées est une étape primordiale dans le rétablissement d'une **biodiversité fonctionnelle** (toute espèce a une fonction d'équilibre et de régulation dans l'écosystème). L'entomofaune auxiliaire, présente dans les bandes enherbées, peut ainsi investir la parcelle adjacente lorsque le ravageur apparaît.

## Promouvoir les haies et les bandes enherbées



Le Gault-St-Denis (28)

L'agriculture la plus économe et la moins polluante se localise dans des agrosystèmes de polyculture en milieu bocager, c'est-à-dire dans un paysage formé de petites parcelles entourées de haies. La lisière forestière, composée des différents étages de végétation, est le milieu le plus riche floristiquement et faunistiquement. L'idéal est de reconstituer un tel milieu aux abords des parcelles. L'installation d'une haie et d'une bande enherbée associée permet cette reconstitution.

L'entomofaune auxiliaire s'installe ainsi durablement dans ce milieu, permettant une **lutte biologique intégrée**. La haie et la bande enherbée effectuent des "**lâchers d'auxiliaires**" vers la parcelle. Dans un cas de figure où une implantation de haie n'est pas possible, la bande enherbée seule se révèle tout de même d'un grand intérêt, en particulier en région de grandes cultures.

Les haies doivent être plantées d'espèces locales, avec un nombre moyen d'une douzaine d'espèces végétales différentes. Des recherches ont montré qu'une trop grande diversité d'espèces végétales fixe alors dans la haie un nombre important d'insectes phytophages.

Les bandes enherbées doivent avoir une largeur de deux à cinq mètres et être semées de quatre ou cinq espèces végétales herbacées. Au cours des premières années d'installation, des végétaux d'espèces herbacées locales s'implantent naturellement dans la bande enherbée.

La haie et la bande enherbée nécessitent, après installation, une gestion et un entretien : taille pour la haie, fauchage pour la bande enherbée. C'est le prix pour que ce milieu constitue une "**assurance biologique gratuite**" pour l'agriculteur.

**La nécessité de léguer des terres capables de subvenir aux besoins des générations futures est un défi pour le monde agricole et pour l'avenir des ressources alimentaires de l'humanité.**

### TP, TPE et autres Pistes :

- > Trichogrammes ou OGM ? Enquête chez des agriculteurs
- > Exposition : des Coccinelles pour votre jardin
- > L'écosystème autour d'un piège de Barber
- > Les jachères, question d'actualité
- > Modélisation mathématique de la bioaccumulation d'un pesticide

## Références documentaires

### Ouvrages généraux à consulter :

- BAUDRY J., JOUIN A., 2003. Coord. – *De la haie aux bocages. Organisation, dynamique et gestion*. INRA éditions, Paris, 435 p.
- BOURGUIGNON C., 2002. – *Le sol, la terre et les champs*. Sang de la Terre éditions, Paris, 190 p.
- CTIFL., 2000. – *Les haies composites réservoirs d'auxiliaires*. Centre technique interprofessionnel des fruits et légumes éditions, Paris, 116 p.
- DAJOZ R., 2002. – *Les Coléoptères Carabidés et Ténébrionidés : écologie et biologie*. Tec et Doc éditions, Paris, 521 p.
- DAJOZ R., 2006. – *Précis d'écologie*. Dunod éditions, Paris, 8<sup>e</sup> édition, 631 p.
- ENITA de Bordeaux, 2003. – *Agriculture biologique*. Synthèse Agricole éditions, Lavoisier, Paris, 312 p.
- GUET G., 2003. – *Mémento d'agriculture biologique*. Agridécisions éditions, Paris, 2<sup>e</sup> édition, 416 p.
- HÂNI F., POPOW G., REINHARD H., SCHWARTZ A., TANNER K., 2004. – *Protection des plantes en production intégrée. Grandes cultures*. Centrale des moyens d'enseignement agricole, Zollikofen (Suisse), 2<sup>e</sup> édition, 384 p.
- VIAUX P., 1999. – *Une 3<sup>e</sup> voie en Grande Culture ; Environnement, Qualité, Rentabilité*. Agridécisions éditions, Paris, 211 p.

### Publications régionales à consulter :

- BOUT A., DIWO-ALAIN S., ARNAUD I., 2006. – Impact des pratiques culturales sur la biodiversité des grandes cultures. Application aux Coléoptères Carabidae en Touraine. Symbioses, n.s., 17 : 59-63.
- PINEAU X., ALTEMAYER V., ROUGON C., DROUET J., MOREAU G. & ROUGON D., 2004. – Recherches entomologiques rurales : diversité, diffusion, dissémination, durabilité (RER 4 D). Les Coléoptères. Symbioses, n.s., 11 : 15-19.
- ROUGON D., 2001. – Biodiversité des Carabidae des grandes cultures en région Centre. Symbioses, n.s., 4 : 27-31.