



**HAL**  
open science

## Approche multi-niveaux de la gestion des bio-agresseurs : moyen d'analyse des expérimentations du Groupe de Recherche en Agriculture Biologique

Vianney Le Pichon, Lionel Romet, Jérôme Lambion

► **To cite this version:**

Vianney Le Pichon, Lionel Romet, Jérôme Lambion. Approche multi-niveaux de la gestion des bio-agresseurs : moyen d'analyse des expérimentations du Groupe de Recherche en Agriculture Biologique. Innovations Agronomiques, 2009, 4, pp.91-99. 10.17180/cc1e-pq21 . hal-02656218

**HAL Id: hal-02656218**

**<https://hal.inrae.fr/hal-02656218v1>**

Submitted on 29 May 2020

**HAL** is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.



Distributed under a Creative Commons Attribution - NonCommercial - NoDerivatives 4.0  
International License

## **Approche multi-niveaux de la gestion des bio-agresseurs : moyen d'analyse des expérimentations du Groupe de Recherche en Agriculture Biologique.**

V. Le Pichon, L. Romet, J. Lambion

Groupe de Recherche en Agriculture Biologique, Agroparc, BP 1222, FR 84 911, Avignon cedex 9

Correspondance : direction@grab.fr

***Pour accompagner les agriculteurs vers des pratiques alternatives et une gestion durable des agrosystèmes, il est important que les acteurs de la recherche agronomique et de l'expérimentation disposent d'outils d'analyse et de pilotage des actions à conduire. Le Groupe de Recherche en Agriculture Biologique propose une approche multi-niveaux basée sur sa longue expérience.***

### **Résumé :**

La gestion des bio-agresseurs repose, selon les principes de l'agriculture biologique, sur une approche globale de l'agrosystème en lien avec les écosystèmes environnants. Cependant la demande par les producteurs de solutions de protection rapidement opérationnelles peut amener l'expérimentateur à privilégier la recherche de mesures basées sur les produits phytosanitaires. Depuis 30 ans, le Groupe de Recherche en Agriculture Biologique (GRAB) conduit des expérimentations en productions végétales biologiques. Il a cherché à développer une grille d'analyse de ses résultats pour les situer vis-à-vis des principes de l'approche globale des écosystèmes. Cette analyse s'est inspirée de différentes approches multi-niveaux de la protection des cultures. Elle hiérarchise les expérimentations en 3 niveaux suivant le caractère plus ou moins direct de la protection vis à vis des bio-agresseurs. Le nombre d'expérimentations conduites par niveau a ainsi été suivi pendant neuf années. Des expérimentations dans chacun des niveaux ont montré des résultats d'efficacité. Mais les limites rencontrées, ont engendré un accroissement des recherches du GRAB vers les niveaux d'approche global du système. Cette analyse multi-niveaux s'avère prometteuse pour piloter le choix des futures expérimentations d'une station ou d'une filière. Elle peut permettre de veiller à l'équilibre entre niveaux, et d'anticiper les compétences et les partenariats nouveaux requis par les approches globales.

**Mots clés :** protection des cultures, gestion des bio-agresseurs, analyse multi-niveaux, expérimentation, agriculture biologique, modèle ESR

### **Abstract: Multi-level approach to pest management: Analysis grid of the experimental results of the Organic Farming Research Group (GRAB)**

Within the framework of organic farming, the management of bioagressors is based on a global approach using a set of environmentally-friendly methods. Nevertheless, the demand by producers for rapidly-operational protection solutions may lead researchers to focus on measures such as the use of phytosanitary products. The Organic Farming Research Group (GRAB) has been conducting experiments in the area of organic crop production for the past 30 years. It has attempted to develop an analysis grid of its results in order to put them in perspective within the framework of a global organic approach. This analysis is based on various multi-level crop protection approaches. It determines priorities for experiments at three levels, according to the direct impact of the pest protection. The number of experiments carried out by level was then monitored over nine years. Experiments at each of the levels showed effective results. However, the limits encountered led to an increase in GRAB research at the global approach levels of the system. This multi-level analysis appears to be promising for determining the choice of future experiments for an experimental station or a sector. It must make it

possible to monitor the balance between levels and to anticipate new partnerships and know-how required by these global approaches.

**Keywords:** crop protection; pest management; multi-level analysis; experiment; organic farming; ESR model.

---

## Introduction

La gestion des bio-agresseurs repose selon les principes de l'agriculture biologique sur une approche globale de l'agrosystème en lien avec les écosystèmes environnants. La traduction réglementaire de ces principes en Europe (directive CEE n° 2092/91 – annexe I) indique clairement que l'utilisation de produits phytosanitaires ne peut intervenir qu'en cas de danger immédiat menaçant la culture. D'une manière plus générale, les limites d'une approche consistant à lutter contre un ravageur avec une seule technique sont maintenant reconnues en agronomie (Bellon *et al.*, 2007). Ces limites peuvent être à l'échelle de l'exploitation agricole en terme d'efficacité dans le temps (évolution des résistances et dérives des espèces ciblées) ou pour son environnement (pollutions phytosanitaires des eaux de lessivage, impact sur les écosystèmes voisins).

Cependant, la nécessité économique pour les producteurs de trouver des solutions de protection rapidement opérationnelles, y compris en agriculture biologique, peut amener l'expérimentateur à privilégier la recherche de mesures basées sur les produits phytosanitaires.

Depuis 30 ans (1979), le Groupe de Recherche en Agriculture Biologique (GRAB) conduit des expérimentations en productions végétales biologiques dans le Sud-Est de la France. Le choix de ses actions de recherche appliquée est effectué par les ingénieurs d'expérimentations et les agriculteurs biologiques administrateurs de la structure à partir des besoins relevés auprès des agriculteurs et des conseillers techniques sur le terrain et en fonction des moyens disponibles ou obtenus auprès des financeurs publics.

Les actions du GRAB dans le domaine de la gestion des bio-agresseurs relèvent tant d'approches du type phytosanitaire que d'approches des agroécosystèmes. Nous entendons par ce dernier terme, un agrosystème prenant en compte les écosystèmes non agricoles environnant l'exploitation, en dépassant ainsi l'approche trop souvent liée à la parcelle du mot agrosystème. Appliquée à la gestion des bio-agresseurs, cette approche ne lutte plus contre un ravageur, mais recherche un équilibre avec l'ensemble des bio-agresseurs au sein de l'agroécosystème

Notre étude a cherché à développer une grille d'analyse des expérimentations conduites au GRAB sur les neuf dernières années (2000-2008) pour les hiérarchiser par niveau, les situer vis-à-vis du principe d'approche globale des systèmes préconisée par l'Agriculture Biologique et pour disposer d'un outil simple de pilotage des futures expérimentations en fonction des niveaux que l'on cherche à privilégier.

## Les modèles existants d'approche multi-niveaux de la gestion des bio-agresseurs

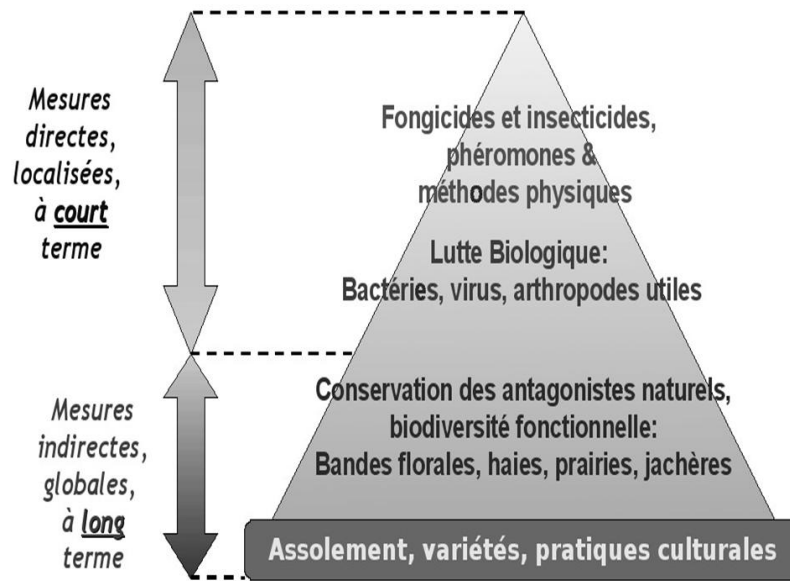
Plusieurs modèles existent pour rendre compte des différentes façons de gérer la protection des cultures. Nous nous sommes intéressés en particulier à la proposition théorique dite ESR (Efficience, Substitution, Reconception) encore appelée 3 R (Réduction, Remplacement, Reconception) formalisée par Hill (Hill, 1985 ; Hill et MacRae, 1995). Elle peut être décrite de manière synthétique comme suit (Tableau 1).

|   | Objectifs et enjeux   | Exemples   |
|---|---|--|
| E | <p>Améliorer l'<b>Effizienz</b> des intrants.</p> <p>Accroître l'efficacité de pratiques conventionnelles afin de réduire l'usage et la consommation d'intrants coûteux, rares et dommageables pour l'environnement</p> <p><i>mais sans réduire la dépendance par rapport à des intrants externes.</i></p>                                | <p>Approche largement utilisée dans la recherche agronomique, donnant lieu à des développements technologiques et pratiques :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• densités de plantation</li> <li>• machinisme</li> <li>• observations-suivis de ravageurs pour améliorer l'emploi de pesticides,</li> <li>• amélioration du « timing » des interventions culturales</li> </ul> |
| S | <p><b>Substituer</b> les intrants chimiques par des intrants biologiques.</p> <p>Remplacer les intrants et pratiques conventionnels (intensifs en ressources externes et/ou dégradant l'environnement) par des pratiques alternatives.</p> <p><i>A ce niveau, la structure du système est peu modifiée.</i></p>                           | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Utilisation de produits plus bénins en termes d'impact environnemental</li> <li>• Contrôle biologique, lâchers inondatifs d'auxiliaires</li> <li>• Fixation symbiotique, rotations et engrais verts pour remplacer l'azote</li> <li>• Travail du sol minimal</li> </ul>   |
| R | <p><b>Reconcevoir</b> le système comme un agroécosystème soutenant : sa propre fertilité, une régulation naturelle des ravageurs et la productivité agricole.</p> <p>Éliminer les causes des problèmes qui se manifestent en E et S (prévention).</p> <p><i>Fonctionner sur la base d'un nouvel ensemble de processus écologiques</i></p> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Manipulation d'habitats (lutte biologique par conservation, avec auxiliaires généralistes)</li> <li>• Définition de problèmes et de moyens de résolution</li> <li>• Études de conversions (compréhension de facteurs limitants dans le contexte de structure et fonction d'agroécosystèmes)</li> </ul>  |

**Tableau 1** : Modèle ESR et exemples (d'après Hill *et al.*, 1995; cité par Bellon *et al.*, 2007)

Ce modèle sous-entend une transition d'une agriculture conventionnelle vers une agriculture écologique. Mais, ces trois types d'approches peuvent aussi s'appliquer à l'agriculture biologique dans sa recherche de réduction d'utilisation d'intrants externes même naturels, de substitution de produits phytosanitaires par des processus biologiques ou de reconception de la protection des cultures par une approche agroécosystémique. D'autres auteurs prolongent ce modèle en dépassant le sujet de la protection des cultures. Gliessman (2007) y ajoute un quatrième niveau qui établit un lien entre production et alimentation. Boody et De Vore (2006) proposent une reconception de l'agriculture elle-même avec une approche par « bassin alimentaire » en y adjoignant la notion de marché de services environnementaux rendus par l'agriculture. Mais, ces approches, même si elles peuvent avoir un impact sur la gestion des bio-agresseurs, semblent plus fécondes pour la définition de politique agricole que pour l'objet de notre étude.

Nous nous sommes intéressés à un autre modèle plus directement lié à la protection des cultures (Figure 1). Il présente les différentes stratégies de gestion des bio-agresseurs en les classant des mesures les plus directes (à application localisée et à effet à court terme), à celles plus indirectes (utilisant la globalité de l'agroécosystème et à effet sur le long terme). L'ensemble forme une pyramide qui signifie que plus l'on cherche à utiliser des stratégies indirectes, plus les mesures possibles sont nombreuses.



**Figure 1** : Pyramide des mesures de protection des cultures (d'après Pfiffner, 2005)

### La construction d'un modèle d'analyse multi-niveaux adapté à une station d'expérimentation

A partir des concepts précédents, la méthode utilisée au GRAB pour hiérarchiser les expérimentations démarre du niveau des méthodes directes et aboutit à celui de la reconception de la protection dans un agroécosystème.

La méthode d'analyse devait aussi permettre de hiérarchiser simplement les actions de recherche pour disposer d'un outil rapidement fonctionnel et facilement utilisable pour le pilotage futur de ces actions par les expérimentateurs et les agriculteurs administrateurs de la station.

Nous avons donc hiérarchisé les expérimentations en examinant le caractère direct de la stratégie retenue pour la gestion des bio-agresseurs, nous avons retenu 3 niveaux (Tableau 2).

|  |  |
|--|--|
| <p><b>Niveau 1</b><br/>Mesures de <b>Protection</b> directes</p> | <ul style="list-style-type: none"> <li>- réduction de doses d'intrants autorisés en AB (Cuivre) ou substitution (Roténone)</li> <li>- application de produits naturels (dont argile, phytothérapie, antagonistes)</li> <li>- protection mécanique (filet, paillage)</li> <li>- lutte biologique</li> </ul> |
| <p><b>Niveau 2</b><br/>Mesures de <b>Gestion</b> indirectes</p>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>- utilisation combinée de méthodes à effets partiels ou indirects</li> <li>- protection indirecte (limitation inoculum, biodiversité fonctionnelle)</li> </ul>  |
| <p><b>Niveau 3</b><br/>Approche de l'<b>Agroécosystème</b></p>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>- reconception des itinéraires techniques (choix variétaux et d'implantation, couverture végétale)</li> <li>- gestion de la fertilité du sol (sensibilité bio-agresseurs)</li> <li>- approche globale biodynamique</li> </ul>                                       |

**Tableau 2** : Grille d'analyse à 3 niveaux des expérimentations du GRAB

### **Exemples d'expérimentation de protection directe (Niveau 1)**

Toutes les expérimentations conduites au GRAB relèvent du cahier des charges de l'agriculture biologique (CEE n°2092/91). Il n'y a pas de ce fait de recherche de produits naturels de substitution à l'utilisation de molécules chimiques de synthèse pour lutter contre un ravageur. Mais les agriculteurs souhaitent cependant que l'on trouve le moyen de limiter les dégâts d'un ravageur. Il y a donc des actions de recherche d'efficacité de produits naturels existants ou de réduction de dose d'application (exemple du cuivre en viticulture).

Les travaux du GRAB ont mis en évidence depuis trente ans l'efficacité de nombreux produits naturels compatibles avec le cahier des charges bio. Ces travaux ont ainsi permis de faciliter leur homologation et leur utilisation en France (pyréthres sur cicadelle de la flavescence dorée, argile sur puceron cendré du pommier,...). En parallèle de ces essais de préparations phytosanitaires, de nombreux essais ont concerné la lutte biologique classique et d'autres méthodes de protection mécanique. Certaines de ces méthodes s'avèrent très efficaces. Le dispositif de filet Alt'Carpo, élaboré avec la Chambre d'Agriculture de Vaucluse, a montré une bonne protection contre le carpocapse du pommier (*Cydia pomonella*), principale difficulté technique pour cette culture d'importance économique majeure (Romet et Severac, 2008).

Il est donc possible de trouver des solutions de Protection (niveau 1) aux problèmes de bio-agresseurs rencontrés sur les exploitations. Cependant, des limites existent. Certains pathogènes comme le mildiou de la laitue (*Bremia lactucae*) ne peuvent être contrôlés grâce aux produits. Plus de 15 produits avec des modes d'action différents (produits minéraux, stimulateurs des défenses naturelles, antagonistes) ont été testés pendant 4 ans dans des conditions expérimentales optimales, sans mettre en évidence de protection satisfaisante (Lambion, 2007). Un produit pour limiter ce pathogène pourrait être trouvé mais sa gestion à long terme passe par d'autres stratégies.

Par ailleurs, des contournements ou des résistances peuvent aussi apparaître avec des produits naturels (Sauphanor *et al.*, 2006). De plus, le peu d'intérêt des firmes phytosanitaires pour développer des gammes utilisables en bio compte tenu de la taille réduite du marché concerné et des coûts incompressibles d'homologation est une limite pratique supplémentaire à ce type d'essais.

### **Exemples d'expérimentation de gestion indirecte (Niveau 2)**

Le GRAB a montré que des mesures indirectes de gestion des bio-agresseurs, parfois combinées entre elles, apportaient une protection satisfaisante. Durant la saison hivernale, la tavelure se conserve principalement sur les feuilles mortes au sol, et celles-ci constituent la source de l'inoculum primaire, responsable des contaminations au printemps suivant. La destruction de ce matériel végétal apparaît, en toute logique, comme une des clés de la réussite de la protection contre la tavelure. Pour tester cette hypothèse, un essai dans un verger commercial biologique de la Drôme a été réalisé pendant 2 années sur la variété Smoothee. L'objectif de l'étude était d'évaluer l'influence combinée du retrait des feuilles situées sur l'inter-rang et de l'enfouissement par buttage des feuilles laissées sur le rang, sur la réduction de l'inoculum primaire et le développement des épidémies de tavelure (Gomez *et al.*, 2007).

Concernant la sévérité d'attaque de tavelure sur fruits, les résultats montrent une réduction du nombre de taches sur fruits de 74% dans la partie balayée-buttée à la récolte 2003 et de 68% en 2004. Ces résultats sont en relation directe avec la forte diminution de la projection d'ascospores dans la zone balayée-buttée.

Un autre thème pouvant être considéré comme relevant de la Gestion (niveau 2) est la biodiversité fonctionnelle. La protection de la culture est alors assurée indirectement par un aménagement paysager. Cette technique prometteuse consiste à réintroduire de la diversité végétale sur l'exploitation pour favoriser le maintien et le développement d'une faune auxiliaire autochtone. Les travaux sont

relativement avancés au GRAB en arboriculture et oléiculture, pour protéger les vergers contre le carpocapse et la mouche de l'olive (Warlop, 2006). En maraîchage, les travaux consistent à favoriser la présence de punaises prédatrices (mirides et anthocorides) qui vont participer au contrôle d'un grand nombre de ravageurs des cultures maraîchères (pucerons, acariens, thrips, aleurodes...). Les premiers résultats laissent entrevoir un bon potentiel : certaines espèces de plantes comme *Calendula officinalis* ou *Dittrichia viscosa* hébergent naturellement les auxiliaires recherchés.

Les méthodologies pour ce type d'essai sont cependant compliquées à mettre en œuvre car un dispositif classique (répétitions, microparcelles, statistiques) est impossible à envisager étant donné la lourdeur des identifications, les échelles de travail (reproductibilité dans le temps, influence du paysage...) et les connaissances nécessaires (entomologie, botanique...).

### **Exemple d'expérimentations de type agroécosystème (Niveau 3)**

Pour limiter le recours à des mesures de Protection ou de Gestion, il convient de réfléchir aux impacts de l'itinéraire technique ou de l'assolement sur la protection des cultures dès leur conception. Ainsi, à l'implantation d'un verger, le choix de la variété la plus adaptée aux conditions pédo-climatiques locales permet un développement optimal de la plante qui sera du fait plus apte à combattre les attaques des bio-agresseurs. La prise en compte des tolérances ou des résistances variétales demeure indispensable, notamment pour les cultures pérennes, qui restent en place plusieurs dizaines d'années. Une sélection participative de variétés de pêchers a été mise en place par le GRAB, en collaboration avec l'ENGREF, l'INRA de Gothenon et d'Avignon, grâce à une forte implication des producteurs répartis dans différentes régions de France. Cette sélection a permis de proposer une large gamme de variétés conciliant qualité gustative et résistances aux principaux bio-agresseurs (Warlop *et al.*, 2006).

De même, des observations d'abord empiriques sur le terrain complétées par des essais en station expérimentale ont permis de mettre en évidence le lien entre la nutrition de la plante et sa sensibilité aux ravageurs. Les essais du GRAB ont montré (Libourel, 2007) que le type de sol (sable argilo-limoneux caillouteux à Gothenon, ou limon argileux calcaire à Cantarel) influençait le niveau d'attaque de puceron sur pommier. Le choix de la parcelle pour la création du verger s'avère donc stratégique dès la conception.

### **Analyse multi-niveaux de 9 ans d'expérimentations au GRAB**

Après avoir classé les expérimentations conduites au GRAB de 2000 à 2008 suivant les 3 niveaux décrits précédemment, nous avons analysé leur part respective par niveau et par année, soit en nombre d'actions (Figure 2), soit en coût de réalisation (Figure 3).

Il apparaît que les expérimentations de Protection (niveau 1) représentent la majorité des actions du GRAB. Leur nombre est stable jusqu'en 2006 (20 par an) puis décroît fortement (15 en 2008). Les expérimentations de Gestion (niveau 2) se maintiennent autour de cinq actions par an. Depuis 2000, celles de niveau 3 (Agroécosystème) connaissent une augmentation significative à raison de 0,7 action menée en plus chaque année.

Cette analyse prend aussi en compte le coût de réalisation des expérimentations. Il est principalement lié au temps passé et rémunéré des ingénieurs d'expérimentation. On constate une croissance des ressources consacrées aux expérimentations des niveaux 2 et 3, et une nette diminution du niveau 1. Cela illustre bien le fait que le degré de complexité des essais s'accroît avec les niveaux les plus élevés, ce qui implique, pour un même nombre d'actions, plus de ressources (temps, financement...). Ainsi, des essais concernant la biodiversité fonctionnelle (Gestion - niveau 2) nécessitent plus de ressources car le temps consacré à la bibliographie, l'échantillonnage, l'identification peut être très important. En outre, la nécessité de réaliser des essais multi-sites et pluri-annuels pour tenter

d'appréhender le fonctionnement global du système "ferme" entraîne un besoin de ressources supérieur aux essais de niveau 1.

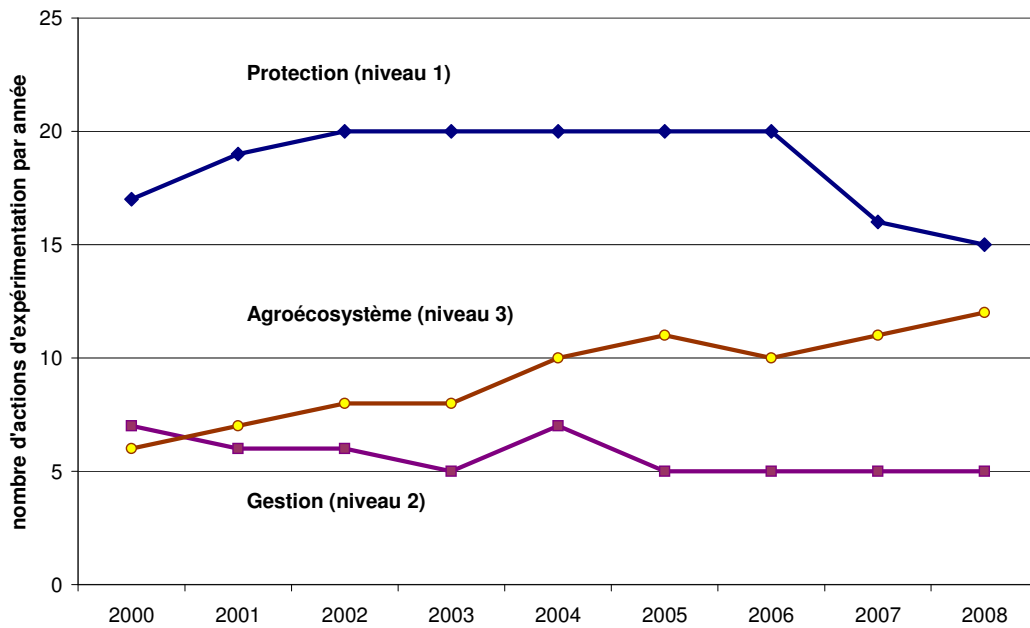


Figure 2 : Evolution du nombre d'expérimentations par niveau de 2000 à 2008.

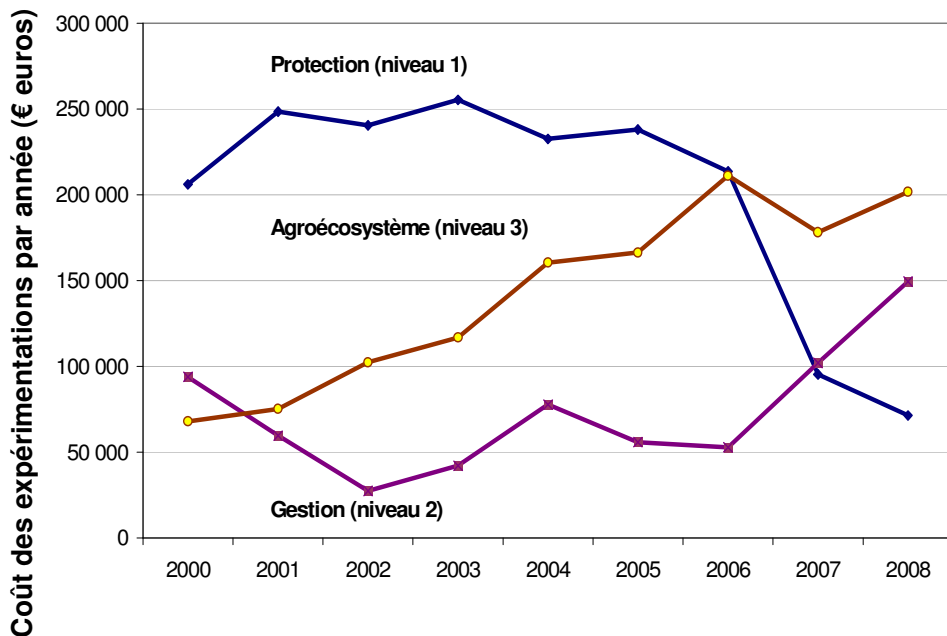


Figure 3 : Evolution du coût des expérimentations par niveau de 2000 à 2008



## **Discussion : un outil d'analyse qui doit rester simple pour le pilotage**

L'approche multi-niveaux de la gestion des bio-agresseurs sur laquelle est basé cet outil d'analyse peut donner lieu à de multiples réflexions et perspectives.

Tout d'abord la classification des expérimentations peut s'avérer difficile suivant le point de vue. Par exemple, des recherches sur l'optimisation de la fertilisation ont un impact global sur la sensibilité des plantes aux bio-agresseurs, mais cela n'est pas toujours l'objectif premier de l'essai.

Il pourrait aussi être intéressant d'introduire des niveaux supplémentaires. L'utilisation de biocides, de protection mécanique ou de lâcher d'auxiliaires, classées dans le premier niveau dans notre approche, n'ont évidemment pas le même impact sur l'agroécosystème.

Par ailleurs, la présentation des niveaux pourrait être inversée (Wyss *et al.*, 2005 et Zehnder *et al.*, 2007). Cela refléterait mieux les priorités à donner aux stratégies de gestion des bio-agresseurs pour un agriculteur. L'approche Agroécosystème deviendrait le premier niveau, la Gestion indirecte puis la Protection directe ne devant intervenir qu'en cas d'insuffisance des stratégies précédentes.

D'autre part, nous nous sommes principalement placés du point de vue de la protection des cultures. Ce n'est bien entendu pas le seul sujet d'expérimentation agronomique pour aider les agriculteurs à optimiser leur production, leur revenu et leur insertion dans les écosystèmes environnants leur ferme.

Sans négliger la pertinence de ces réflexions, il nous semble important de ne pas perdre de vue l'objectif de disposer d'un outil simple d'analyse pour le choix des essais à conduire dans une station d'expérimentation et pour susciter le débat entre agriculteurs, expérimentateurs et chercheurs. La classification en niveau n'est pas une fin en soi, mais un support d'analyse. De même, la multiplication des niveaux risquerait de faire perdre la lisibilité de l'analyse.

## **Conclusion : un outil pédagogique**

Cette analyse multi-niveaux de la gestion des bio-agresseurs en expérimentation montre tout son intérêt comme outil d'aide à la décision pour le choix des essais à conduire dans une station. Après l'évaluation d'actions passées, nous allons donc maintenant l'utiliser comme élément de présentation de nos propositions d'essais. Cet outil semble en effet pertinent pour veiller à la priorité à donner aux approches globales. Celles-ci nécessitent en plus d'être anticipées étant données les ressources supplémentaires qu'elles peuvent exiger, que ce soit en termes de temps et donc de financements, de connaissances, de compétences ou de partenariats chercheur-expérimentateur-agriculteur.

La recherche de stratégies de protection directe ne doit pas pour autant être négligée car elles peuvent s'avérer efficaces et pertinentes lorsque les stratégies précédentes ne sont pas suffisantes. Par ailleurs, la possibilité de disposer d'une « panoplie » de différents types de mesures peut permettre de répondre aux besoins de plusieurs types d'agriculteurs, y compris en agriculture biologique, (Sylvander *et al.*, 2006), ou de faciliter leur transition vers une gestion de plus en plus globale de leur agroécosystème.

L'équilibre dans la recherche des différentes stratégies doit sans doute aussi être réfléchi à l'échelle d'une filière ou d'une région entre les différents acteurs de la recherche et de l'expérimentation.

Enfin, cet outil d'analyse peut aussi être un moyen de présentation des enjeux agricoles dans les nécessaires échanges entre les agriculteurs, les agronomes et le reste de la société (Chevassus-au-Louis, 2006), pour piloter le futur de la recherche agronomique. Privilégier une agriculture durable, apportant des services environnementaux au reste de la société, nécessite aussi de renforcer les ressources à consacrer à une recherche trans-disciplinaire plus complexe.

## Références bibliographiques

- Bellon S., Deverre C., Lamine C., 2007. Des paradigmes en matière de protection des cultures. Séminaire Gedupic 28/03/2007.
- Boody G., De Vore B., 2006. Redesigning Agriculture. *BioScience* 56. 839-844.
- Chevassus-au-Louis B., 2006. Refonder la recherche agronomique: leçons du passé, enjeux du siècle. Leçon inaugurale du groupe ESA, Angers, 27/9/06, 30p.
- Gliessman S.R., 2007. Agroecology. The Ecology of Sustainable Food Systems. Second Edition. CRC Press. Taylor & Francis Group.
- Gomez C., Brun L., Chauffour D., De Le Vallée D., 2007. Effect of leaf litter management on scab development in an organic apple orchard. *Agriculture Ecosystems & Environment* 118, 249-255.
- Hill S.B., 1985. Redesigning the food system for sustainability. *Alternatives*, 12(3-4): 32-36.
- Hill S.B., MacRae R.J., 1995. Conceptual frameworks for the transition from conventional to sustainable agriculture. *Journal of Sustainable Agriculture* 7, 81-87.
- Lambion J., 2007. Laitues sous abris : comment faire face au mildiou ? *Biofil*, 2007, no. 50. p. 40-43.
- Libourel G., 2007. Approche des effets de la nutrition de la plante sur les insectes qui s'en nourrissent. Annales "journées techniques nationales fruits et légumes biologiques" ITAB-GRAB, 4-5 décembre 2007, Caen (France).
- Pfiffner L., Luka H., Schlatter C., 2005. Funktionelle Biodiversität, Schädlingsregulation gezielt verbessern [Functional biodiversity, targeted regulation of pests]. *Ökologie und Landbau* 134, 51-53.
- Romet L., Severac G., 2008. Alt'Carpo, une alternative efficace (suite et pas fin!). *Phytoma-La défense des végétaux* 612, 16-20.
- Sauphanor B., Berling M., Toubon J.F., Reyes M., Delnatte J., Allez P., 2006. Carpopapse des pommes en vergers AB du Sud-Est, cas de résistance au virus de la granulose. *Phytoma-La défense des végétaux* 590, 24-4.
- Sylvander, B., Bellon S., Benoît M., 2006. Facing the organic reality: the diversity of development models and their consequences on research policies. Organic Joint Congress, May 30-31, 2006, Odense, Denmark.
- Warlop F., 2006. Limitation des populations de ravageurs de l'olivier par le recours à la lutte biologique par conservation. *Cahier Agricultures* 15, 449-455.
- Warlop F., Gomez C., Pascal T., 2006. Selection under organic farming of taphrina deformans tolerant peach cultivar. Annales du colloque OILB 2006, Balandran (France).
- Wyss E., Luka H., Pfiffner L., Schlatter C., Gabriela U., Daniel C., 2005. Approaches to pest management in organic agriculture: a case study in European apple orchards. Paper presented at "IPM in Organic Systems", XXII International Congress of Entomology, Brisbane, Australia, 16. August 2004; Published in Cab International: Organic-Research.com May 2005, 33-36.
- Zehnder G., Gurr G.M., Kühne S., Wade M.R., Wratten S.D., Wyss E., 2007. Arthropod Pest Management in Organic Crops. *Annu. Rev. Entomol.* 52, 57-80.