

# **CONFERENCES PLENIERES**

**MERCREDI 17 DECEMBRE**



# APERÇU REGLEMENTAIRE ET PRATIQUE SUR L'USAGE DES PRODUITS PHYTOPHARMACEUTIQUES EN AB

**Monique Jonis**

ITAB, Mas de Saporta, 34 875 LATTES cedex. Tél. 04 67 06 23 93, fax : 04 67 06 55 75, e-mail : monique.jonis@itab.asso.fr website : www.itab.asso.fr

## RESUME

Traditionnellement, les journées techniques F & L sont l'occasion de faire le point sur les nouveautés survenues en matière d'usages des produits phytopharmaceutiques en AB. Suite à un petit rappel sur les procédures de mise en marché de ces produits, un point sera fait sur la Mise en marché des Préparations Naturelles Peu Préoccupantes (tout au long de l'année 2007, un groupe de travail animé par la DGAL a travaillé sur ce sujet), suivi par un autre point brûlant de l'actualité, l'interdiction annoncée de l'usage de la roténone. En annexe, un tableau récapitulatif des produits utiles à l'AB devrait faire l'objet d'une discussion notamment pour déterminer les matières actives sur lesquelles il est prioritaire de travailler.

## INTRODUCTION

Utiliser des produits de traitement peut présenter certains risques pour l'homme, les animaux et l'environnement. Les procédures d'évaluation et d'autorisation des produits visent à garantir l'efficacité des produits et à s'assurer d'un niveau de toxicité acceptable permettant de limiter les risques. Ces procédures sont normalement harmonisées au niveau communautaire. Cependant, des disparités dans les méthodes d'évaluation peuvent apparaître entre les différents pays, entraînant souvent des distorsions de concurrence. D'autres par pour les productions biologiques, la réglementation AB européenne vient se superposer aux règlements communautaires et nationaux sur l'utilisation des produits phytopharmaceutiques, ce qui complexifie les procédures et aboutit souvent à réduire le nombre de produits utilisables. Ce document a pour objet de rappeler les conditions de mise en marché des produits phytopharmaceutiques en AB et d'apporter un éclairage sur les principaux points d'actualité du moment : Préparation Naturelles Peu Préoccupante, roténone, produits prioritaires....

## 1 PRODUITS PHYTOSANITAIRES

### 1.1 Rappel sur la définition

*Article 2 de la directive 91/414 repris dans l'article 1 du décret n°94-359 du 5 mai 1994.*

« On entend par produits phytopharmaceutiques les substances actives et les préparations contenant une ou plusieurs substances actives qui sont présentées sous la forme dans laquelle elles sont livrées à l'utilisateur et qui sont destinées à :

- ✧ Protéger les végétaux ou les produits végétaux contre tous les organismes nuisibles ou à prévenir leur action, pour autant que ces substances ou préparations ne soient pas définies ci-après ;
- ✧ Exercer une action sur les processus vitaux des végétaux, pour autant qu'il ne s'agisse pas de substances nutritives ;
- ✧ Assurer la conservation des produits végétaux, pour autant que ces substances ou produits ne fassent pas l'objet de dispositions particulières du Conseil ou de la Commission concernant les agents conservateurs ;
- ✧ Détruire les végétaux indésirables ;
- ✧ Détruire les parties de végétaux, freiner ou prévenir une croissance indésirable des végétaux. »

## 1.2 Evaluation et Mise en Marché des produits

L'évaluation et l'autorisation des substances actives se réalisent au niveau communautaire. Par contre l'autorisation de mise sur le marché des préparations phytopharmaceutiques est réalisée par chaque état membre.

Les microorganismes sont concernés également par cette même réglementation, avec une adaptation spécifique des modalités d'autorisation des produits décrites dans la directive n°2001/36 qui modifie la directive n° 91/414.

Il n'existe par actuellement de réglementation concernant l'usage des macro-organismes.

Depuis juillet 2006, l'évaluation des produits phytopharmaceutique mis sur le marché à destination de la production végétale a été confiée à l'AFSSA<sup>9</sup>. Cet organisme est chargé de donner un avis quant à la Mise sur le Marché des produits phytopharmaceutiques, matières fertilisantes et support de culture. L'évaluation porte sur trois points principaux :

- ★ l'innocuité pour l'environnement et la santé publique (toxicité et éco-toxicité)
- ★ l'efficacité des produits (essais biologique)
- ★ la constance et la stabilité des produits

Au final, après évaluation et avis de l'AFSSA, c'est la DGAL qui donne ou non l'Autorisation de Mise en Marché d'un produit phytopharmaceutique. La procédure est la même pour els matières fertilisantes et les supports de culture, même si les exigences sont moins importantes.

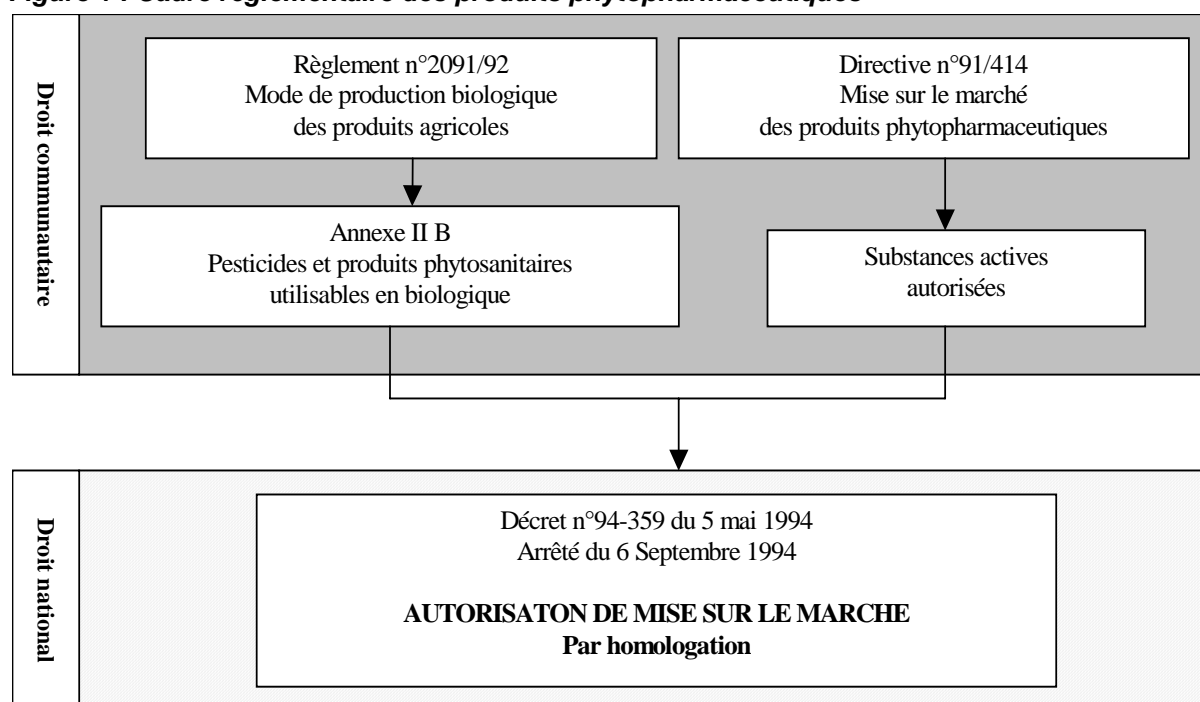
**Pour être utilisable en France par un agriculteur cultivant en biologique pour un usage donné, un produit phytosanitaire doit remplir trois conditions :**

**- être composé de substance(s) active(s) inscrite(s) pour l'usage considéré au règlement AB (annexe II B du règlement 2092/91)**

**- ET composé de substance(s) active(s) inscrite(s) en annexe 1 de la directive n°91/414/CEE**

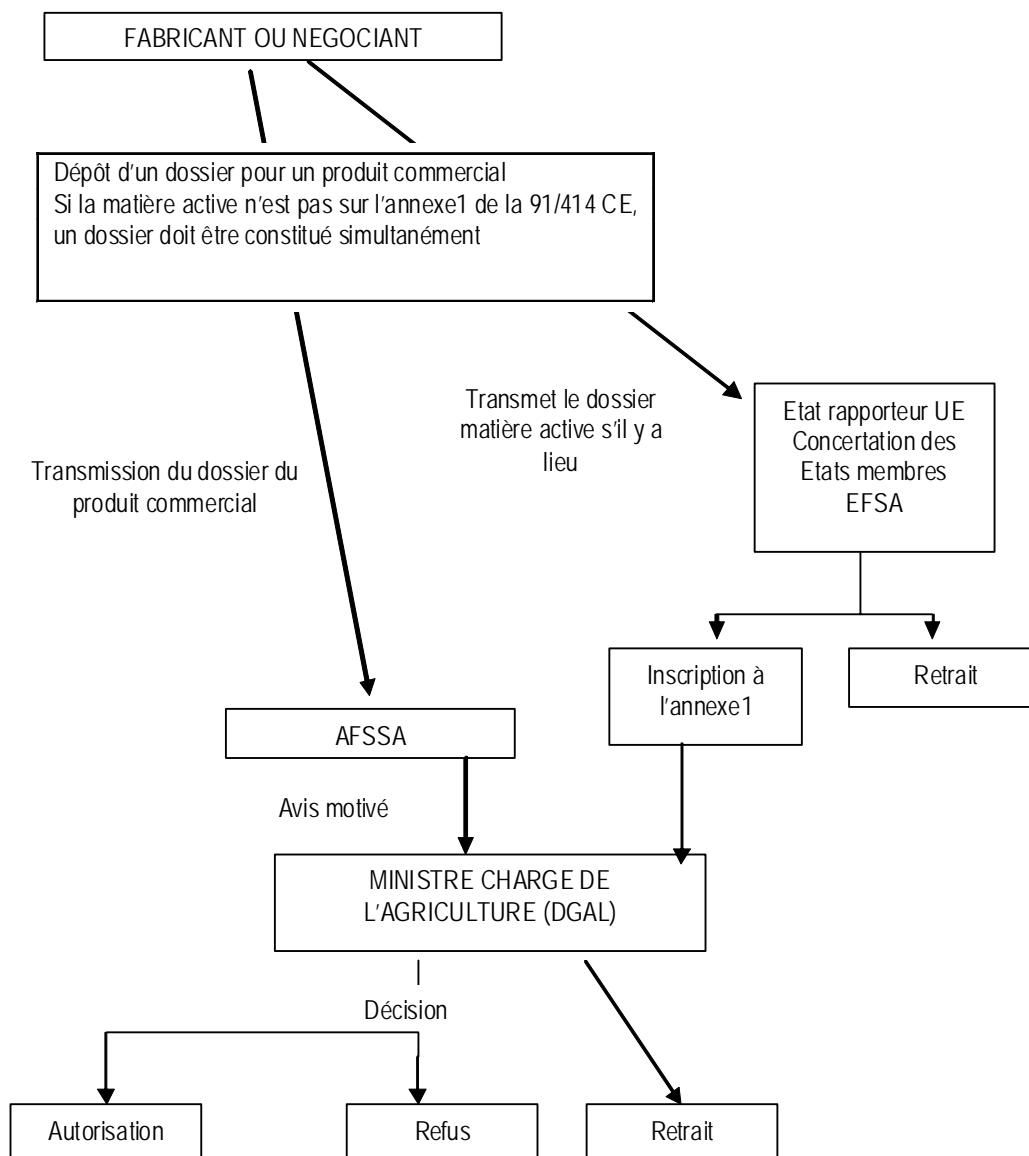
**- ET disposer d'une AMM, en France pour l'usage considéré.**

**Figure 1 : Cadre réglementaire des produits phytopharmaceutiques**



<sup>9</sup> AFSSA : Agence Française de la Sécurité Sanitaire des Aliments

**Figure 2 : Schéma simplifié, descriptif de la procédure d'évaluation des produits phytopharmaceutiques**



## **2 CAS DES PREPARATIONS NATURELLES PEU PREOCCUPANTES (PNPP)**

### **2.1 Préparations dont la formulation est du domaine public**

« On entend par préparation naturelle peu préoccupante toute préparation à vocation phytopharmaceutique, élaborée exclusivement à partir d'un ou plusieurs élément naturel (végétal, minéral), et obtenue par un procédé accessible à tout utilisateur final. On entend par « procédé accessible » tout procédé pour lequel l'utilisateur final est capable de réaliser toutes les étapes de la préparation. Néanmoins, la matière première peut avoir été acquise auprès d'entreprises extérieures lorsque celles-ci sont seules capables de la fournir et si ces dernières ne réalisent pas elles-mêmes la préparation. Le ou les végétaux, ou autres éléments naturel, à partir desquels sont élaborées PNPP répondent aux conditions suivantes:

- ☉ être non transformés ou uniquement par des moyens manuels mécaniques ou gravitationnels, par dissolution dans l'eau, par flottation, par extraction par l'eau, par distillation à la vapeur ou par chauffage (uniquement pour éliminer l'eau).

- ⊗ avoir fait l'objet d'une procédure d'inscription en application des articles R. 253-5 et suivants du code rural à compter du 31 décembre 2008 et n'avoir fait l'objet d'aucune décision défavorable relative à leur inscription.
- ⊗ ne pas être identifiés comme toxique, très toxique, cancérigène, mutagène, tératogène etc...
- ⊗ ne pas faire l'objet de restrictions pour leur vente directe au public.

La mise sur le marché des ces PNPP fera l'objet d'une autorisation délivrée par le ministre chargé de l'agriculture, le cas échéant après avis de l'AFSSA. Cette autorisation de mise sur le marché vaut pour chaque préparation obtenue par un procédé similaire à celui en vertu duquel l'autorisation a été délivrée.

Ces PNPP font l'objet d'un décret (en cours de validation) proposant une procédure simplifiée pour leur mise en marché et répondant aux attentes exprimées par l'amendement du code rural (produits du type purins de plantes, poudre de roche...) Les préparations visées par ce décret, doivent répondre à deux grands principes :

- ⊗ leur intérêt et leur innocuité pour l'environnement, l'utilisateur et le consommateur
- ⊗ des formulations qui appartiennent au domaine public, c'est-à-dire qu'elles ne sont pas protégées et sont utilisables par tous

## 2.2 Préparations dont la formulation est protégée

Les PNPP élaborées à partir d'un procédé spécifique pour lequel l'industriel souhaite avoir une protection de ses données et qui sont reconnues utiles comme moyens alternatifs aux produits de synthèse, ne peuvent pas entrer dans le décret précédemment mentionné. Un groupe de travail animé par la DGAL est chargé de rédiger les propositions françaises en matière de simplification des procédures nécessaires à l'obtention des AMM pour diminuer les exigences au niveau des études et expérimentations du dossier d'AMM et d'inscription à l'annexe I des substances actives.

## **3 ACTUALITE DE L'UTILISATION DES PRODUITS : CAS DE LA ROTENONE**

En l'absence d'un dossier suffisamment argumenté, la rotenone n'a pas été inscrite à l'annexe 1 de la directive communautaire 91/414 CE. Or seules les substances inscrites à cette annexe peuvent être utilisées en tant que phytopharmaceutiques dans les pays de l'Union. C'est-à-dire qu'à court terme l'usage de la rotenone ne sera plus autorisé sur l'ensemble du territoire de l'UE.

Cependant les Services de la Protection des Végétaux en association avec l'ITAB ont fait une demande d'usages essentiels<sup>10</sup> pour la viticulture, l'arboriculture et le maraîchage faisant valoir qu'il n'existait pour le moment en France aucune alternative disponible à l'usage de la rotenone dans ces trois secteurs.

La procédure d'usages essentiels à été validée pour la viticulture (lutte contre la cicadelle de la flavescence dorée) et l'arboriculture (lutte contre les pucerons), c'est à dire que l'usage de la rotenone restera possible en viticulture et en arboriculture jusqu'en 2012.

La procédure d'usages essentiels n'a pas été acceptée pour les légumes en raison des risques de résidus notamment sur les légumes feuilles comme les salades. Depuis octobre 2008, il n'y a plus d'insecticides homologués sur légumes en AB. Pour le moment l'alternative la plus pertinente pour remplacer la rotenone dans les délais impartis est le

<sup>10</sup> Usage essentiel : lorsque qu'une substance active va être retirée du marché, il est possible de faire valoir qu'elle est indispensable pour certain(s) usage(s), car il n'existe pas d'alternative disponible. Sous réserve que des recherches soient mise en place pour trouver une substance de remplacement, l'interdiction de l'usage de la substance retirée est ajournée (le plus souvent pour un délai de 3 ans) pour les usages considérés comme essentiels.

pyrèthre (déjà présent dans des préparations commerciales, en mélange avec la roténone, ou pur dans des usages jardin). Deux axes d'action semblent envisageables :

- la voie de l'extension d'homologation. En effet deux dossiers de demande d'AMM pour les pyrèthres sont en cours (l'AMM devrait être délivrée début 2009), pour le moment cela ne concerne que la cicadelle de la flavescence dorée de la vigne mais il est possible de travailler sur des dossiers d'extension d'homologation sur légumes (notamment pucerons). La DGAL et les services de la protection de Végétaux, conscient de l'urgence du problème apportent leur soutien à cette démarche.
- la voie de la reconnaissance mutuelle. Cette procédure consiste à utiliser une AMM existant dans un pays de l'Union pour la faire reconnaître dans un autre. Un des pyrèthres en cours d'homologation est le même que celui commercialisé en Italie et homologué sur légumes.

Néanmoins ces procédures ne sont envisageables que lorsque les pyrèthres seront inscrits à l'annexe 1 de la directive 91/414, c'est-à-dire pas avant janvier 2009, la totalité des réévaluations devant être terminées pour cette date.

Dernier élément d'inquiétude, le fabricant de roténone (société Saphyr basée à Antibes), seul producteur de cette molécule pour toute l'Europe, annonçait son intention d'arrêter la production. En cas d'arrêt de la production de roténone, les procédures d'usages essentiels ne seraient pas d'un grand recours. L'urgence est donc d'arriver à se passer de la roténone dans les plus brefs délais.

Il est rappelé que la roténone, comme les pyrèthres, comme tous les produits biocides, ne doivent être utilisés qu'en dernier recours et lorsque toutes les mesures agronomiques et prophylactiques ont été mises en œuvre, que ces substances bien que naturelles et rapidement biodégradées, ne sont pas anodines sur l'environnement (et notamment les auxiliaires) lorsqu'elles sont utilisées de façon part trop fréquentes.

## **CONCLUSION**

En raison des articulations complexes entre les différents niveaux réglementaires, la gamme de produits phytopharmaceutiques utilisables par les producteurs biologiques reste trop restreinte notamment au regard des autres pays de l'UE. Des produits simples, facile d'utilisation et sans conséquences pour l'utilisateur, le consommateur et l'environnement sont aujourd'hui encore trop difficilement utilisables pour des raisons réglementaires bien sûr mais également pour des raisons de manques de références. En effet, les modalités d'application (doses, nombre de passage, moment d'application etc...) et par conséquent l'efficacité de ces produits et notamment les SDN (stimulateurs de défense naturelles) sont souvent encore trop aléatoires pour représenter une alternative fiable aux produits biocides. Des recherches sont donc nécessaires pour mieux connaître ces produits, les faire reconnaître et pouvoir les utiliser en toute légalité.





# EXIGENCES DE LA FILIERE BIOLOGIQUE SUR LA QUALITE DE SES PRODUITS

## FOCUS SUR LES RESIDUS DE PESTICIDES

**Cyprien KERAVAL - Synabio**

28 rue de la chapelle

75018 Paris

01 48 04 01 49

*synabio@synabio.com*

### RESUME

L'absence de pesticides dans les produits biologiques est une exigence des opérateurs de la filière biologique. Les études menées par le Setrab en 1997 et en 2000 sur ce sujet et, également, l'objectif du nouveau règlement européen d'un risque de contamination nul, en sont deux preuves.

Le Synabio (Syndicat national des transformateurs de produits biologiques) a une mission de soutien de ses adhérents dans cette démarche. Ainsi, il a réalisé en 2008 dans le cadre de son programme « Qualité » une étude portant sur les résidus des pesticides dans les matrices issues de la production et de la transformation des fruits et légumes. Cette étude a été cofinancée par VINIFLHOR, l'office national interprofessionnel des fruits, des légumes, des vins et de l'horticulture. Elle fait suite à l'état des lieux équivalent effectué sur les grandes cultures en 2007, étude quant à elle co-financée par l'ONIGC.

2614 résultats ont été collectés auprès de 27 entreprises et de l'ensemble des organismes certificateurs.

La présence de pesticides n'a pas été détectée dans 95,6% des fruits et légumes analysés entre 2005 et 2007. Les contaminations ont été divisées par + de 2 (-55,9%). Les plus fortes contaminations ont, quant à elles, été divisées par pratiquement 3 (-62,6%).

Les organophosphorés et les organochlorés restent des familles fréquemment recherchées. Cependant, les plans de contrôle se sont nettement diversifiés en intégrant d'une part plus de familles insecticides (pyréthrinoïdes et acaricides/nématocides par exemple) et d'autre part plus de fongicides et d'herbicides.

### INTRODUCTION

La réglementation<sup>11</sup> concernant le mode de production biologique définit une obligation de moyens. Ainsi, la production biologique s'interdit l'utilisation de pesticides de synthèse.

Cependant, le contexte professionnel est tout autre. En effet, les attentes des consommateurs remontent le long de la filière biologique, engageant les opérateurs dans des démarches Qualité les contraignant à déclasser des lots contenant des pesticides. Afin d'améliorer de façon continue ces démarches, les organismes professionnels et les instituts techniques soutiennent les opérateurs, *via* l'élaboration de solutions techniques par des études et de la R&D. Une étude a ainsi été effectuée en 2008 sur les pesticides et les fruits et légumes biologiques.

## 1 OBJECTIFS

L'actualisation des deux précédentes études a permis d'établir une veille des produits phytopharmaceutiques contaminants et de faire un suivi des plans de contrôle.

---

<sup>11</sup> Règlement 394/2007 concernant le mode de production biologique de produits agricoles et sa présentation sur les produits agricoles et les denrées alimentaires & règlement 889/2008 en portant les modalités d'application

Le Synabio a également construit un outil d'évaluation des plans de contrôle. Ainsi, le Synabio promeut l'amélioration continue de ces plans. En effet, cet outil donne la possibilité d'émettre des recommandations, par exemple en priorisant les molécules par matrice.

Enfin, plus largement, l'analyse de risques a également été étudiée. Ainsi, le Synabio a approfondi la réflexion sur les produits sensibles, et ce afin de faciliter la prise de décision des opérateurs sur leurs plans de contrôles.

## **2 METHODOLOGIE**

### **2.1 Pilotage de l'étude**

Un comité de pilotage a réuni des représentants de VINIFLHOR, des institutions (DGAL, DGPEI, DGCCRF) et des organismes concernés par les contaminants (instituts techniques / de recherche / organisations professionnelles...), afin d'émettre un avis technique et d'effectuer une évaluation du projet. Des experts ont par ailleurs été consultés dans le cadre de l'étude.

### **2.2 Collecte des données et représentativité**

La collecte des données a été effectuée auprès d'entreprises, de coopératives (*via* Coop de France) et des 6 organismes certificateurs de produits issus de l'agriculture biologique (*via* l'association Cebio, regroupant l'ensemble des organismes certificateurs français). On dénombre au total 27 entreprises participantes pour l'étude réalisée en 2008, ce qui démontre un intérêt fort et croissant<sup>12</sup> des professionnels pour ce genre d'initiative de mutualisation de données. Les données traitées sont issues de laboratoires accrédités par le Cofrac (ou équivalent européen) pour leur programme de recherche de pesticides dans les denrées alimentaires (99-2 pour le Cofrac). La période de collecte s'étend de 2005 à 2007 inclus.

### **2.3 Traitement des données**

Les précédentes études avaient classé les résultats collectés auprès d'organismes certificateurs et d'entreprises selon deux seuils :  $S_1$  et  $S_2$ . Leurs valeurs sont dépendantes de la famille moléculaire considérée. Il est à noter que le seuil  $S_2$  est très inférieur aux Limites Maximales Résiduelles pour les molécules autorisées en agriculture conventionnelle. Par souci de comparabilité, ces seuils ont été conservés lors du traitement des données. La réalisation de cette étude a néanmoins permis une réévaluation de la pertinence de ces seuils. Les molécules recherchées (nouvelle méthodologie de répartition)

**Tableau 1 – Valeurs de  $S_1$  et  $S_2$  selon la famille moléculaire**

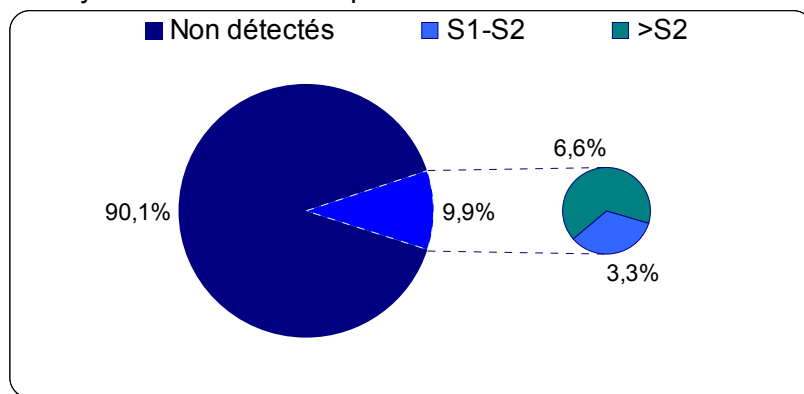
	$S_1$ (en ppb)	$S_2$ (en ppb)
<b>Fongicides</b>		
Carbamates	10	30
Triazoles	10	30
Dicarboximides	10	30
<b>Herbicides</b>		
Toluidines	5	10
Triazines	10	30
Carbamates	10	30
Urées Substituées	10	30
<b>Insecticides</b>		
Organochlorés	5	10
Organophosphorés	10	30
Pyréthroïdes	10	30

<sup>12</sup> À titre de comparaison, les études réalisées en 1997 et 2000 avaient respectivement rassemblé un total de 5 entreprises des filières Grandes Cultures et 2 organismes certificateurs pour la première, et 9 entreprises et 3 organismes certificateurs pour la deuxième.

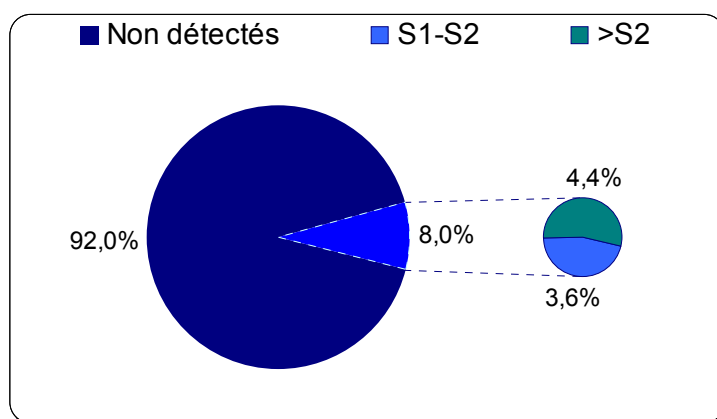
### 3 **RESULTATS**<sup>13</sup>

#### 3.1 Niveaux de contamination

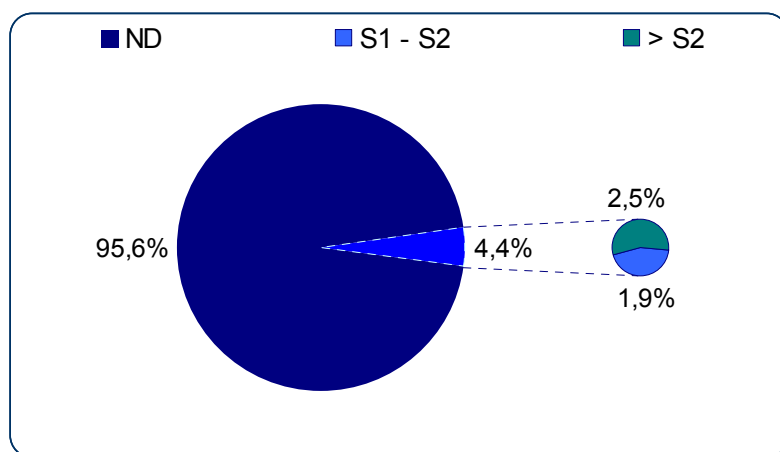
2614 résultats d'analyses collectés sur la période 2005-2007.



**Figure 1 – Proportion générale des contaminations en 1993-1997**



**Figure 2 – Proportion générale des contaminations en 1998-1999**



**Figure 3 – Proportion générale des contaminations en 2005-2007**

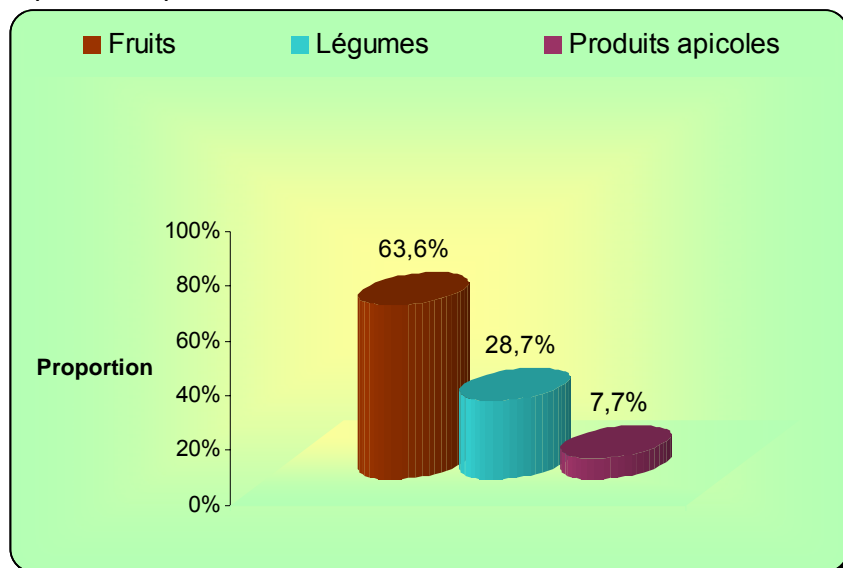
La présence de pesticides n'a pas été détectée dans 95,6% des produits analysés entre 2005 et 2007. Le taux de contamination a diminué de + de la moitié entre 1997 et 2007.

<sup>13</sup> Les résultats de cette étude ne prévalent pas du fait que les opérateurs déclassent leurs lots présentant une contamination par un produit phytopharmaceutique, quelque soit sa concentration.

L'amélioration de cette statistique entre 2000 et 2007 est majoritairement liée à une baisse continue des contaminations supérieures au seuil  $S_2$ , tandis que, les contaminations comprises entre les seuils  $S_1$  et  $S_2$  ont commencé à diminuer à partir de 2000.

### 3.2 Produits étudiés

Les analyses collectées portent sur des produits appartenant aux catégories des fruits, des légumes et des produits apicoles.

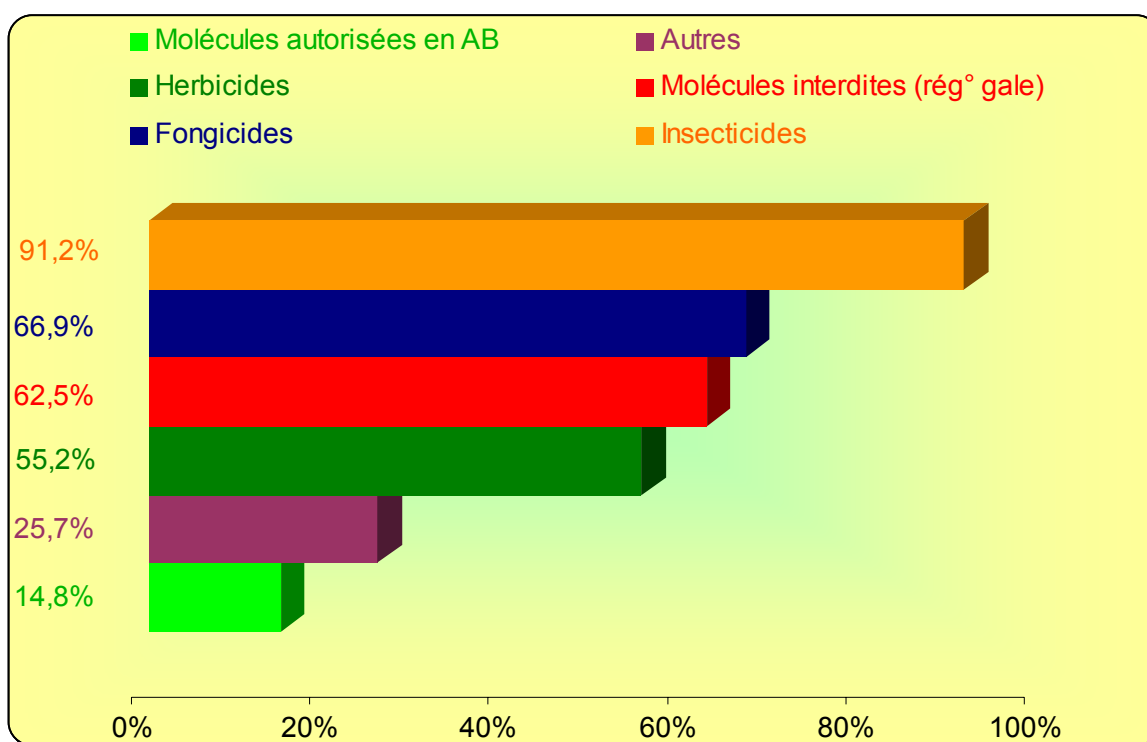


**Figure 4 – Répartition des analyses par famille de matrices**

Les fruits sont la catégorie de produits la plus analysée, représentant 63,6% des résultats collectés. Plus d'un quart (28,7%) des analyses concernent les légumes et 7,7% de celles-ci informent sur les produits apicoles.

### 3.3 Plans de contrôles

Le traitement de ces données a montré que la majorité des pesticides recherchés, selon la classification des laboratoires, étaient des organochlorés et des organophosphorés, comme en 1997 et 2000. La diversification des plans de contrôle des opérateurs porte surtout sur une recherche beaucoup plus importante de fongicides et d'herbicides et l'intégration de plus en plus importante des pyréthriinoïdes pour les insecticides.



**Figure 5 – Types de pesticides recherchés<sup>14</sup>**

Les plans de contrôle sont donc plus équilibrés qu'en 1997 et 2000 en incluant plus largement fongicides et herbicides. Ainsi, 66,9% des bulletins d'analyses collectés montrent une recherche de fongicides (contre 12% en 1997 et 13% en 2000)... et 55,2% une recherche d'herbicides (contre 1% en 1997 et 2% en 2000).

Enfin, les « molécules interdites en agriculture conventionnelle », les « molécules autorisées en AB » et les « autres pesticides » apparaissent dans les statistiques. Ce dernier type de pesticides regroupe des régulateurs de croissance, des phytoprotecteurs...

## **4 PLANS DE SURVEILLANCE DES RESIDUS DE PESTICIDES EN EUROPE**

### **4.1 Vers un outil pérenne français de mutualisation de données**

L'étude présente des initiatives privées analogues mises en place dans certains Etats Membres. Ces réseaux de recensement de données<sup>15</sup> ont été initiés par des organisations professionnelles. Les enjeux de tels réseaux s'inscrivent dans les problématiques d'harmonisation des exigences en matière de résidus de pesticides au sein de la filière biologique. Les intérêts pour l'aval de la filière biologique de se voir doter d'un outil pérenne de surveillance des résidus de pesticides dans les produits biologiques sont :

- Une amélioration des connaissances de la qualité des produits sur le marché afin de rassurer les consommateurs
- Une amélioration continue des analyses de risques et plans de contrôle selon le type de produits analysés
- L'optimisation de la recherche des origines de contaminations
- Le renforcement des Bonnes Pratiques
- La promotion des dynamiques d'échanges d'informations à travers des systèmes d'alerte

<sup>14</sup> « 91,2% des bulletins d'analyses collectés montrent une recherche d'insecticides autorisés en agriculture conventionnelle »

<sup>15</sup> Monitoring

## 4.2 Quelques exemples européens

### 4.2.1 *Le modèle BNN<sup>16</sup> – Allemagne – Depuis avril 2001*

- Organisation professionnelle coordinatrice : BNN<sup>6</sup> (c'est le BNN qui décide la mise en place et de la nature des plans d'analyse à réaliser par les entreprises participantes)
- 27 entreprises participantes
- Seuils BNN de déclassement et d'engagement de mesures préventives
- Système d'alerte

### 4.2.2 *Le projet Bio Quality Assurance – Pays-Bas – Depuis fin 2006*

- Organisation professionnelle coordinatrice : VBP – Holland<sup>17</sup> (la collecte de données se fait à partir des plans de contrôle internes mis en place par les entreprises participantes<sup>18</sup>)
- 14 entreprises participantes
- Reprise des seuils BNN
- Système d'alerte

## 5 ENJEUX ET PERSPECTIVES

### 5.1 Promouvoir une harmonisation des seuils de déclassement

Les initiatives privées de mutualisation de données citées précédemment ainsi que les travaux du SYNABIO réalisés entre 1997 et 2007 ont nécessité la mise en place d'un barème propre d'évaluation commun aux entreprises participant à ces logiques de réseaux.

L'étude réalisée par le Synabio permet de remettre à l'ordre du jour la problématique des seuils de déclassement au sein de la filière biologique, et ce en mettant en avant la nécessité d'une réflexion commune sur une harmonisation du niveau d'exigence des opérateurs dans leur relation client/fournisseur et des organismes certificateurs concernant les produits phytosanitaires.

Cette étude rappelle le besoin d'engager un travail de fond en collaboration entre les organismes certificateurs, les professionnels de la filière, la DGCCRF et la DGAL afin de confronter et de discuter des seuils de déclassement actuellement utilisés.

### 5.2 Veille

La sécurisation de la filière biologique demande une systématisation des flux d'informations sur les cas de contamination, l'analyse de risques et, plus largement, sur les démarches Qualité internes aux opérateurs.

### 5.3 Élargissement des contaminants (OGM, ...)

Un outil pérenne de mutualisation de données permettrait d'intégrer des problématiques élargies à l'ensemble des contaminants des denrées biologiques.

## BIBLIOGRAPHIE

- > ZANIN V. *et al.*, 1997 - *Etude des Teneurs en Résidus de Pesticides des Produits Biologiques Bruts et Transformés*, SETRAB, 1997, Paris, France
- > LANGLAIS C. *et al.*, 2000 - *Etude des Teneurs en Résidus de Pesticides dans les Produits Biologiques Bruts et Transformés*, SETRAB, Paris, France
- > LANGLAIS C., 2003 - *Guide de prévention des contaminations des produits biologiques par des résidus de pesticides*, SETRABIO-Bioconvergence et DGAI, Paris, France

<sup>16</sup> Bundesverband Naturkost Naturwaren Herstellung und Handel e.V. – *Fédération allemande pour la production et la commercialisation de denrées alimentaires biologiques et naturelles*

<sup>17</sup> Vereniging Biologische Productie-en Handelsbedrijven – *Syndicat national des transformateurs de produits biologiques aux Pays-Bas*

<sup>18</sup> cette démarche s'apparente à la méthode adoptée par le SYNABIO dans le cadre de ses études successives



## Importance des ressources trophiques hors cultures pour les auxiliaires zoophages

### Applications en Lutte Biologique par Conservation

Journées Techniques ITAB-GRAB "Fruits & Légumes"  
Montpellier 16 & 17 décembre 2008

Jean-Pierre SARTHOU  
sarthou@ensat.fr

Institut National Polytechnique de Toulouse  
Ecole Nationale Supérieure Agronomique de Toulouse  
BP 32607 Auzeville-Tolosane  
31326 CASTANET-TOLOSAN cedex  
www.ensat.fr



## Des aliments pour protéger les cultures

De 'tous temps' (antiquité grecque), on sait que des plantes fournissent du nectar et du pollen pour attirer leurs pollinisateurs

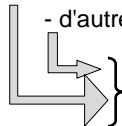
→ "coévolution" (Ehrlich & Raven, 1964)

Depuis peu, on sait que des plantes fournissent aussi du nectar et autres aliments végétaux pour attirer des 'gardes du corps' (prédateurs, parasitoïdes) → phytophages

→ **coévolution** (reconnaissance récente)

De nombreux arthropodes '*exclusivement/principalement*' zoophages ont besoin :

- d'aliments d'origine végétale = '**complémentation**'
- d'autres aliments 'carnés' (=proies/hôtes de substitution) = **supplémentation**'



**Ressources trophiques hors cultures**

Prise de conscience **récente** de l'importance de ces 'RTHC' :

- dans relations tri-trophiques "plante-phytophage-ennemi naturel"
- pour l'amélioration des programmes de "LB par augmentation, par conservation"

### COMPLEMENTATION

auxiliaires zoophages

→

aliments d'origine végétale

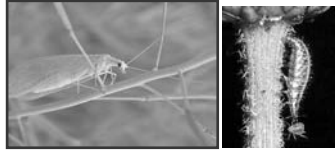
☞ Obligatoire car liée au stade de développement

\* Adulte

Chrysopidés *p.p.* (Névropt.)

→

nectar, miellat, pollen



Ichneumonidae (Hyménopt.)

→

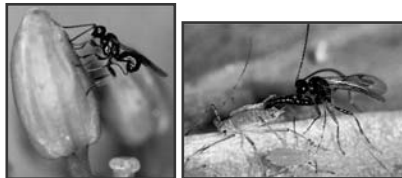
nectar, miellat

Braconidae (Hyménopt.)

→

nectar, miellat

(la plupart des spp.)



### COMPLEMENTATION

auxiliaires zoophages

→

aliments d'origine végétale

☞ Obligatoire car liée au stade de développement

\* Adulte

Vespidés (Hyménopt.)

→

nectar, miellat, fruits



Formicidés (Hyménopt.)

→

nectar, miellat  
(et cellules épidermiques...)





### COMPLEMENTATION

auxiliaires zoophages → aliments d'origine végétale

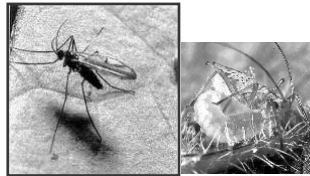
☞ Obligatoire car liée au stade de développement

\* Adulte

Syrphidés (Dipt.) → pollen, nectar, miellat



Cécidomyiidés (Dipt.) → nectar



### COMPLEMENTATION

auxiliaires zoophages → aliments d'origine végétale

☞ Obligatoire car liée au stade de développement

\* Adulte

Tachinidés (Dipt.) → nectar, miellat








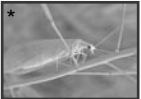



☞ Obligatoire car liée au stade de développement

\* Larve

Pentatomidés *p.p.* (Hétéropt.) → sève



<b>COMPLEMENTATION</b>	
<u>auxiliaires zoophages</u>	→ <u>aliments d'origine végétale</u>
☞ Complémentation facultative temporaire	
* Adulte	
Ichneumonidés (Hyménopt.) →	nectar, miellat
Braconidés (Hyménopt.) → (certaines spp. : dont Ad. sont 'host feeding')	nectar, miellat
	
Cicindelidés* (Coléopt.) →	graines
Cantharidés** (Coléopt.) →	nectar, pollen
	

<b>COMPLEMENTATION</b>	
<u>auxiliaires zoophages</u>	→ <u>aliments d'origine végétale</u>
☞ Complémentation facultative temporaire	
* Juvéniles	
Araneidés (Araneae) →	pollen
	
☞ Complémentation facultative permanente	
* Adultes et larves	
<i>Chrysopa</i> * (Névropt.) →	nectar, pollen
Hémérobidés** (Névropt.) →	nectar, pollen
	
	

### COMPLEMENTATION

auxiliaires zoophages



aliments d'origine végétale

☞ Complémentation facultative permanente

\* Adultes et larves

Coccinellidés (Coléopt.)



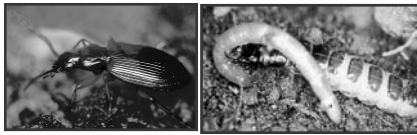
nectar, pollen



Carabidés\* (Coléopt.)



graines



### COMPLEMENTATION

auxiliaires zoophages



aliments d'origine végétale

☞ Complémentation facultative permanente

\* Adultes et larves

Pentatomidés *p.p.* (Hétéropt.)



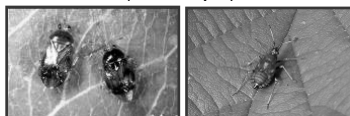
sève



Miridés (Hétéropt.)



sève, contenu cellulaire



### COMPLEMENTATION

auxiliaires zoophages

→

aliments d'origine végétale

☞ Complémentation facultative permanente

\* Adultes et larves

Géocoridés (Hétéropt.)

→

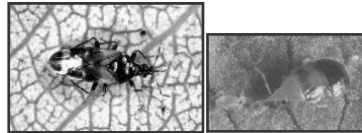
sève, contenu cellulaire



Anthocoridés (Hétéropt.)

→

pollen



### COMPLEMENTATION

auxiliaires zoophages

→

aliments d'origine végétale

☞ Complémentation facultative permanente

\* Adultes et larves

Aélothripidés (Thysanopt.)

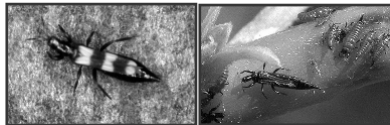
→

suc cellulaire, pollen

Phlaeothripidés (Thysanopt.)

→

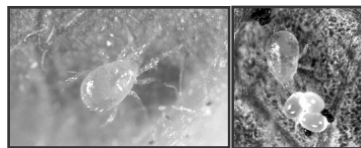
suc cellulaire, pollen



Phytoséiidés (Acariens)

→

nectar, pollen



*Remarque :*

Le **NECTAR** peut être produit par des nectaires :

**floraux :**



Cellules spécialisées au fond des corolles (trèfles)



Pétales transformés (dauphinelle)

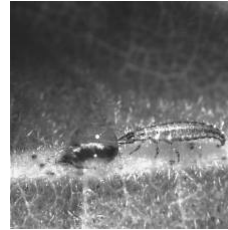
**extra-floraux :**



Pétiole de merisier



Stipule de vesce



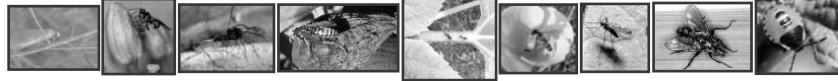
Feuille de cotonnier (face inf)

## COMPLEMENTATION

### Effets des RTHC d'origine végétale

Pollen Nectar floral Nectar extra-floral Miellat Sève Sucres cellulaires

#### Indispensables aux consommateurs obligatoires

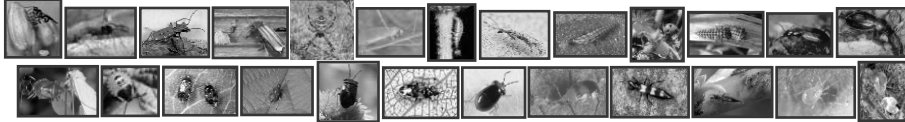


Si déficit → longévité réduite

fécondité réduite

activité de prospection réduite

#### Bénéfiques aux consommateurs facultatifs (temporaires et permanents)



Quand présence → maintien en période de disette en proies

amélioration "fitness" en période normale (/ régime uniquement carné)

## COMPLEMENTATION

### Facteurs de variation des RTHC

**Disponibilité**, fonction de :

- phénologie : nectar fl.: floraison ; nectar extra-fl. & miellat : tout développement
- conditions climatiques
- gestion bords de champs : paysages agricoles simplifiés → rareté des RTHC

**Apparence**, fonction de :

- critères de détectabilité + - marqués : olfactifs, visuels
- aptitudes de vol des insectes → remonter le vent pour suivre volutes d'odeurs

**Accessibilité**, fonction de :

- caractéristiques morphologiques organes portant nectaires et anthères
- caractéristiques morphologiques des pièces buccales : rarement adaptées pour pollen, plupart des prédateurs et parasitoïdes ont p. b. courtes (pour fleurs simples) mais peuvent prendre du nectar visqueux voire miellat cristallisé (Lépidos à proboscis long → nectar fluide).

## COMPLEMENTATION

### Facteurs de variation des RTHC

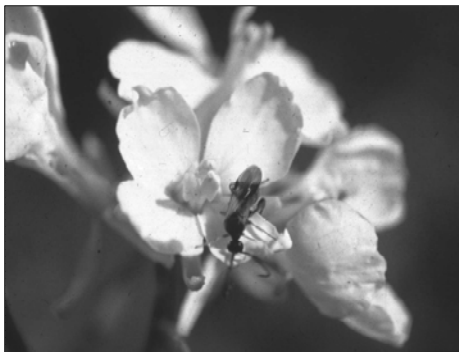
'**Convenabilité**' *nutritionnelle*, fonction de :

- espèces de plantes : nature et teneur en sucres, acides aminés, lipides, oligo-éléments, métabolites secondaires, varient
- préférences gustatives des espèces d'insectes : chaque espèce accepte une gamme de variation des paramètres ci-dessus, en partie selon ses besoins physiologiques (← facteurs appétents ; sinon → facteurs anti-appétents)
- capacités métaboliques de digestion ← bagage enzymatique des espèces (en général corrélation positive entre préférences gustatives et capacités métaboliques).

## COMPLEMENTATION

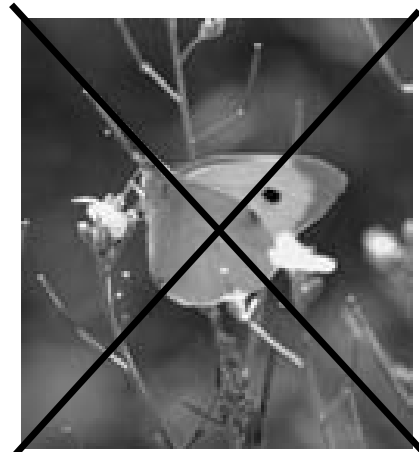
### Préférences gustatives et capacités métaboliques de digestion

Favoriser les auxiliaires...

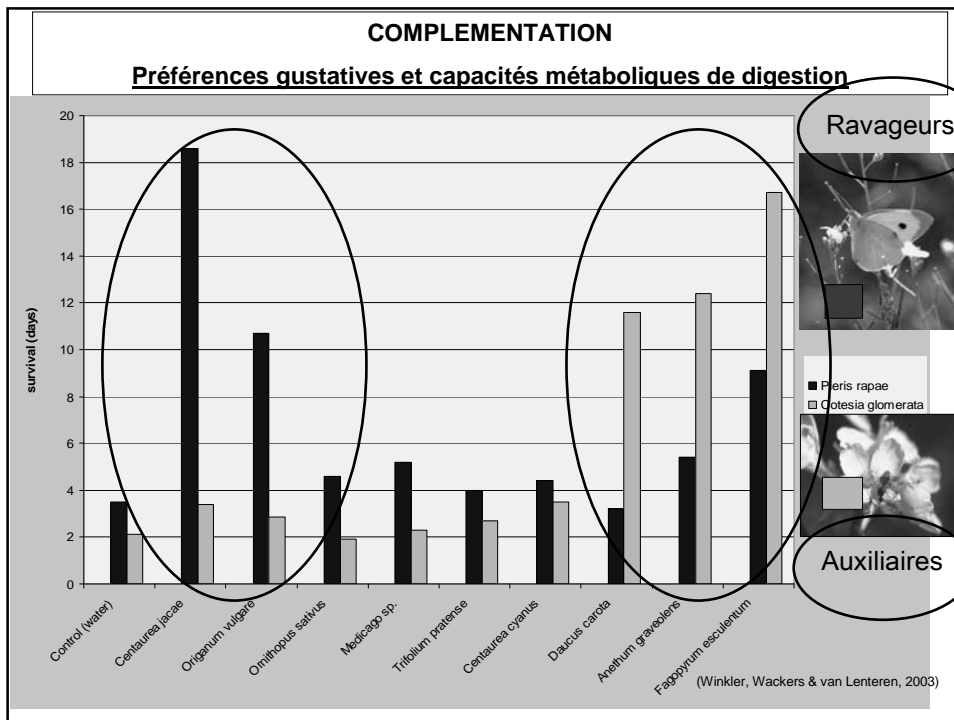


*Cotesia glomerata*

... sans favoriser les ravageurs !



*Pieris rapae*



### COMPLEMENTATION

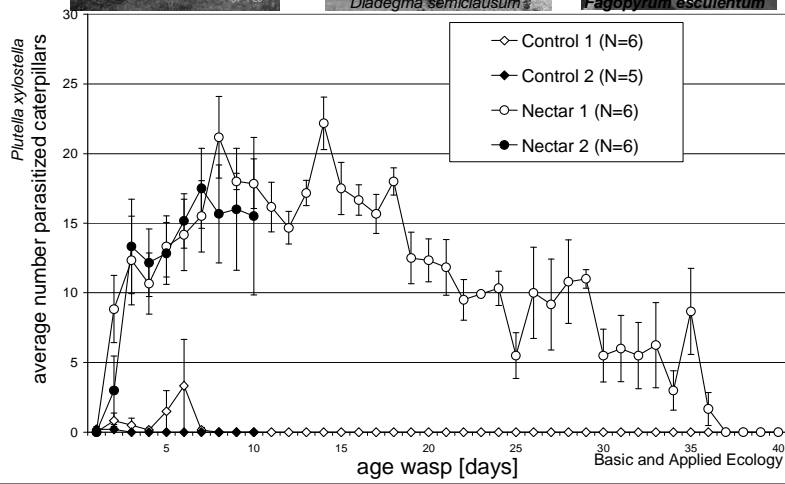
#### Quelques exemples de fleurs

	Nectar accessible		Nectar inaccessible	
Attractives	Aegopodium podagraria	Vicia sativa	Leucanthemum vulgare	Galium mollugo
	Daucus carota	Trifolium p...	Medicago lupulina	Trifolium repens
Non attractives	Origanum vulgare	Erigeron annuus	Achillea millefolium	



## COMPLEMENTATION

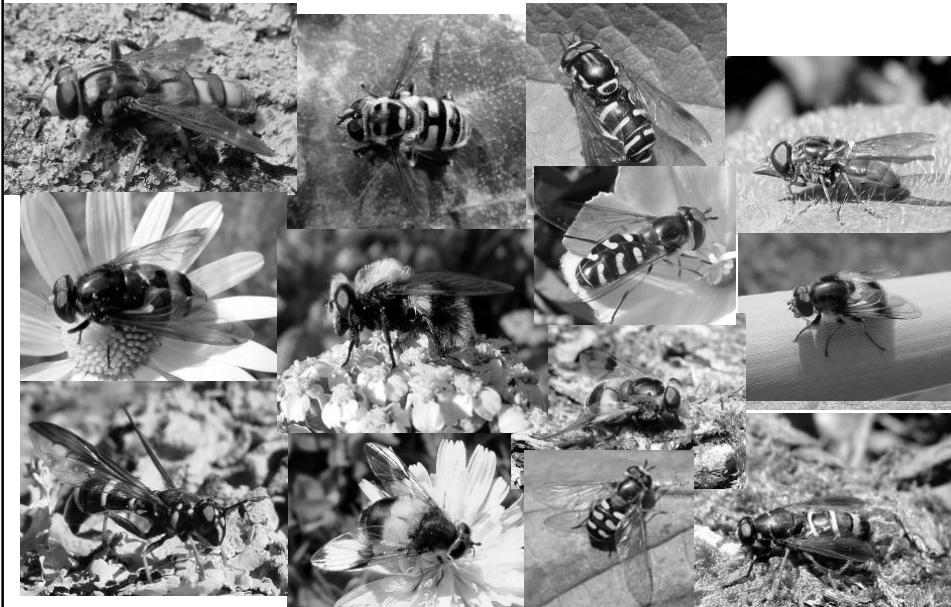
### Type de nectar et efficacité du contrôle biologique



Basic and Applied Ecology 7 (2006) 133–140

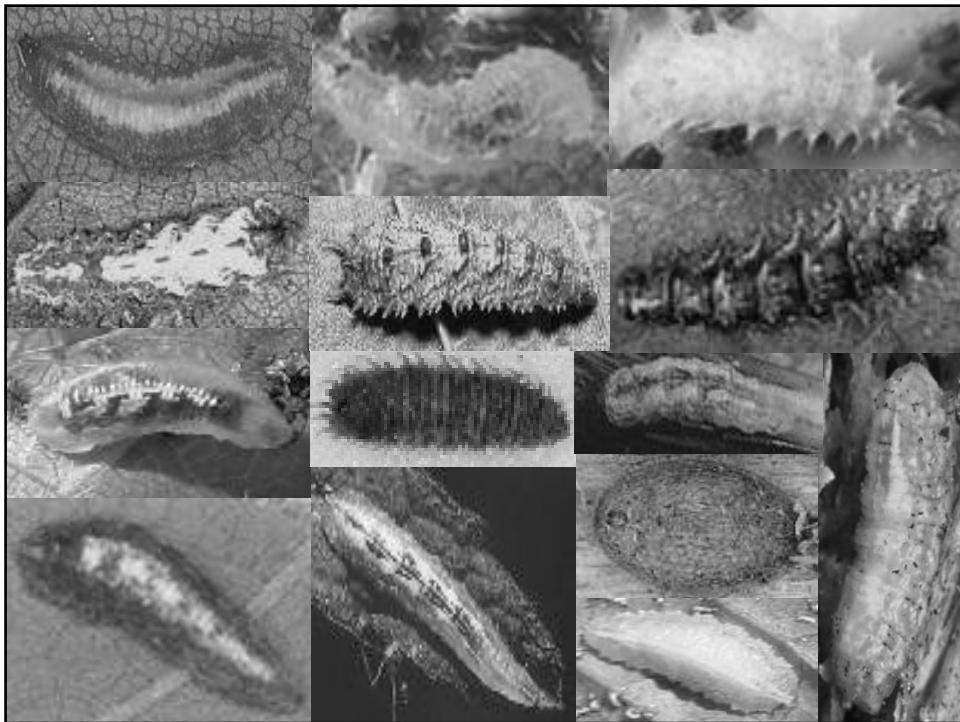
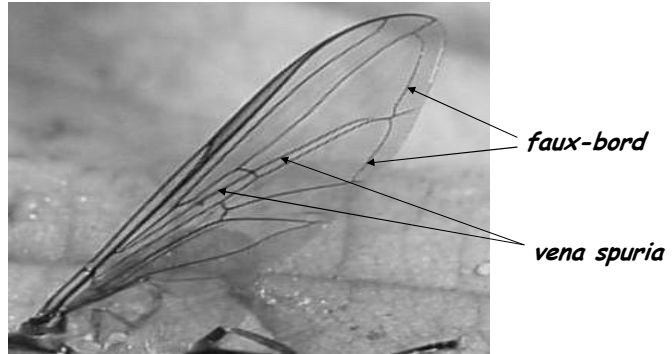
## SUPPLEMENTATION

### Le cas des Diptères Syrphidés



**SUPPLEMENTATION**

**Le cas des Diptères Syrphidés**



**SUPPLEMENTATION**

**Le cas des Diptères Syrphidés**

**Nombre d'espèces**

- ❖ Monde : > 6 000 spp
- ❖ Zone paléarctique : > 1 500 spp
- ❖ Europe : > 900 spp

**Régime alimentaire**

- ❖ Microphages
- ❖ Phytophages
- ❖ Zoophages

**SUPPLEMENTATION**

**Le cas des Diptères Syrphidés**

❖ **Espèces zoophages**

**Niveau européen** ← *Syrph the Net* (Speight et al., 2008)

**278 espèces zoophages** → '*insectes à corps mou*'

- **pucerons** : 250 espèces, plus ou moins spécialisées
- couvain fourmis : 20 spp
- couvain abeilles & bourdons : 5 spp
- chenilles de microlépidopt.: 1 sp (occasion. 2 autres)
- larve de chrysomélide : 1 sp
- larve de tenthréidinidés et noctuidés : 1 sp

**SUPPLEMENTATION**

**Le cas des Diptères Syrphidés**

❖ **Espèces zoophages** : nombre d'espèces de proies des principales espèces aphidiphages auxiliaires

*Episyrphus balteatus* (De Geer)



234 espèces,  
essentiellement  
pucerons

*Eupeodes corollae* (Fabr.)



124 spp pucerons

**SUPPLEMENTATION**

**Le cas des Diptères Syrphidés**

❖ **Espèces zoophages** : nombre d'espèces de proies des principales espèces aphidiphages auxiliaires

*Scaeva pyrastris* (L.)



116 spp pucerons

*Syrphus ribesii* (L.)



128 spp pucerons

*Sphaerophoria scripta* (L.)



87 spp pucerons

### SUPPLEMENTATION

**Même des espèces discrètes de syrphes jouent un rôle dans la protection des cultures (d'après Rojo et al., 2003)**

	Nb de			Nb de	
	Cult.	spp puc.		Cult.	spp puc.
<i>Paragus haemorrhous</i>	6	6	<i>Melangyna umbellatarum</i>	1	1
<i>Paragus tibialis</i>	11	10	<i>Meligramma cincta</i>	2	2
<i>Paragus albifrons</i>	3	3	<i>Meligramma triangulifera</i>	11	7
<i>Paragus quadrifasciatus</i>	6	6	<i>Paragus bicolor</i>	1	1
<i>Platycheirus albimanus</i>	12	7	<i>Epistrophe eligans</i>	12	13
<i>Platycheirus angustatus</i>	5	5	<i>Sphaerophoria fatarum</i>	1	1
<i>Platycheirus clypeatus</i>	11	8	<i>Epistrophe grossulariae</i>	7	7
<i>Platycheirus manicatus</i>	6	5	<i>Sphaerophoria philantha</i>	6	5
<i>Platycheirus peltatus</i>	11	11	<i>Epistrophe melanostoma</i>	1	1
<i>Platycheirus podagratus</i>	1	1	<i>Sphaerophoria rueppelli</i>	16	18
<i>Platycheirus scutatus</i>	21	20	<i>Epistrophe nitidicollis</i>	12	10
<i>Lapposyrphus lapponicus</i>	1	1	<i>Sphaerophoria taeniata</i>	1	1
<i>Eupeodes flaviceps</i>	7	5	<i>Epistrophe ochrostoma</i>	3	2
<i>Eupeodes latifasciatus</i>	4	4	<i>Platycheirus ambiguus</i>	9	3
<i>Eupeodes lucasi</i>	6	4	<i>Syrphus ribesii</i>	17	10
<i>Eupeodes luniger</i>	24	20	<i>Epistrophella euchroma</i>	6	5

### SUPPLEMENTATION

#### Le cas des Diptères Syrphidés

❖ **Espèces zoophages : végétaux & pucerons hôtes = 'nurséries'**



***Episyrphus balteatus*** : *Frangula alnus* & *Anoecia corni*  
*Cornus sanguinea* & *Anoecia corni*  
*Vicia angustifolia* & *Acyrtosiphon pisum*  
*Trifolium pratense* & *Acyrtosiphon pisum*  
*Cytisus laburnum* & *Aphis cytisorum*  
*Mentha sp.* & *Aphis affinis*  
*Robinia pseudacacia* & *Aphis craccivora*  
*Epilobium hirsutum* & *Aphis epilobii*  
*Arctium minus* & *Aphis fabae*  
*Artemisia vulgaris* & *Aphis fabae*  
*Typha latifolia* & *Schizaphis scirpi*  
*Galium aparine* & *Aphis fabae*  
*Evonymus europaeus* & *Aphis fabae*  
*Nerium oleander* & *Aphis nerii*  
*Rumex obtusifolius* & *Aphis rumicis*  
*Rubus fruticosus* & *Aphis ruborum*  
*Sambucus nigra* & *Aphis sambuci* etc. etc. etc.

## SUPPLEMENTATION

### Le cas des Diptères Syrphidés

#### ❖ Espèces zoophages : végétaux & pucerons hôtes = 'nurseries'



***Eupeodes corollae*** : *Trifolium pratense* & *Acyrtosiphon pisum*  
*Chenopodium album* & *Aphis craccivora*  
*Onobrychis sativa* & *Aphis craccivora*  
*Robinia pseudoacacia* & *Aphis craccivora*  
*Cirsium arvense* & *Aphis fabae*  
*Evonymus europaeus* & *Aphis fabae*  
*Viburnum opulus* & *Aphis fabae*  
*Salix* sp. & *Aphis farinosa*  
*Rubus fruticosus* & *Aphis ruborum*  
*Erigeron canadensis* & *Aphis spiraeicola*  
*Tripleurospermum inodorum* & *Brachycaudus cardui*  
*Raphanus sativus* & *Brevicoryne brassicae*  
*Pinus pinaster* & *Cinara maritimae*  
*Picea abies* & *Cinara pilicornis*  
*Artemisia vulgaris* & *Cryptosiphum artemisiae*  
*Galium aparine* & *Dysaphis pyri*  
*Lonicera caprifolia* & *Hyadaphis paserinii* etc. etc. etc.

## SUPPLEMENTATION

### Le cas des Diptères Syrphidés

#### ❖ Espèces zoophages : végétaux & pucerons hôtes = 'nurseries'



***Scaeva pyrastris*** : *Cytisus scoparius* & *Acyrtosiphon pisum*, *Aphis craccivora*  
*Robinia pseudoacacia* & *Aphis craccivora*  
*Centaurea jacea* & *Uroleucon jaceae*  
*Epilobium hirsutum* & *Aphis epilobii*  
*Sonchus asper*, *S. oleraceus* & *Hyperomyzus lactucae*  
*Achillea millefolium* & *Aphis fabae*  
*Arundo donax* & *Melanaphis donacis*  
*Prunus mahaleb* & *Myzus lythri*  
*Dipsacus sylvestris* & *Macrosiphum rosae*  
*Foeniculum vulgare* & *Aphis fabae*  
*Viburnum opulus* & *Aphis fabae*  
*Tripleurospermum inodorum* & *Aphis plantaginis*  
*Rumex obtusifolius* & *Aphis rumicis*  
*Salvia pratensis* & *Aphis salviae*  
*Crataegus monogyna* & *Dysaphis* sp.  
*Ulmus campestris* & *Eriosoma patchiae*  
*Phragmites communis* & *Hyalopterus pruni* etc. etc. etc.

## SUPPLEMENTATION

### Le cas des Diptères Syrphidés

#### ❖ Espèces zoophages : végétaux & pucerons hôtes = 'nurseries'

##### Quelques végétaux possédant des pucerons spécifiques, nurseries à syrphes

Ortie dioïque *Urtica dioica* → *Aphis urticata* (+ *Microlophium carnosum*)

→ *Episyrphus balteatus*, *Eupeodes corollae*, *Scaeva pyrastris*, *Syrphus ribesii*, *S. vitripennis*, *Platycheirus albimanus*, *P. scutatus*

Compagnon blanc *Silene alba* → *Brachycaudus lichnidis*

→ *Episyrphus balteatus*, *Sphaerophoria scripta*, *Syrphus ribesii*, *S. vitripennis*

Achillée millefeuilles *Achillea millefolium* → *Macrosiphoniella millefolii* (+ *Brachycaudus cardui*, *Aphis vandergootii*)

→ *Scaeva pyrastris*, *Sphaerophoria scripta*, *Syrphus ribesii*, *Syrphus vitripennis*, *Paragus pechiolii*

Noisetier *Corylus avellana* → *Myzocallis corili*

→ *Episyrphus balteatus*, *Syrphus ribesii*, *S. vitripennis*

Sureau noir *Sambucus nigra* → *Aphis sambuci*

→ *Episyrphus balteatus*, *Eupeodes corollae*, *Scaeva pyrastris*, *Syrphus ribesii*, *S. torvus*, *S. vitripennis*, *Epistrophe eligans*, *Eupeodes luniger*, *Platycheirus scutatus*, *Meligramma triangulifera*, *Epistrophe melanostoma*, *E. nitidicollis*

Lierre *Hedera helix* → *Aphis hederæ*

→ *Syrphus ribesii*

Epilobe *Epilobium hirsutum* → *Aphis epilobii*

→ *Ep. balteatus*, *Sc. pyrastris*, *Sy. ribesii*, *Eu. luniger*, *Pl. scutatus*

Canne de Provence *Arundo donax* → *Melanaphis donacis*, *Hyalopterus pruni*, *Rhopalosiphum maidis*

→ *Episyrphus balteatus*, *Eupeodes corollae*, *Scaeva pyrastris*, *Sphaerophoria scripta*, *Syrphus ribesii*, *S. vitripennis*, *Epistrophe eligans*, *Sphaerophoria rueppelli*, *Paragus quadrifasciatus*

# Quand la biodiversité rend des services à l'agriculture, "biologique" devient le maître mot

Dossier par Jean-Pierre Sarthou (Agroécologue-entomologiste, ENSAT<sup>1</sup>)

*La biodiversité, au sens des interactions entre espèces bénéfiques à la production agricole, est le dernier révélé des facteurs de production mais aussi le plus complexe. Sa signification est aussi large et parfois floue qu'évidente quand elle est évoquée en termes simples. Il en est de même pour ses concepts. Les services qu'elle peut potentiellement rendre à l'agriculture sont essentiels et paradoxalement d'autant mieux perçus maintenant que certains d'entre eux s'amenuisent du fait de certains déséquilibres écologiques.*

Biodiversité. Voilà un néologisme apparu en 1986<sup>2</sup>, largement popularisé depuis et notamment suite au deuxième Sommet de la Terre tenu sous l'égide des Nations Unies à Rio de Janeiro en 1992. La Convention sur la diversité biologique y fut ratifiée par plus de 150 pays.

Les notions que ce terme recouvre trouvent un consensus assez général aujourd'hui. La définition la plus classique est celle-ci : la diversité de toutes les formes du vivant à diverses échelles allant du gène au paysage en passant par les espèces puis les écosystèmes. Les scientifiques ajouteront qu'il convient d'y adjoindre les notions de composition, de structure et de fonction. Pour simplifier, disons d'une part que la biodiversité est la manifestation de la vie sous toutes ses formes, et d'autre part qu'elle est le plus souvent appréhendée au travers du nombre d'espèces et de l'abondance de chacune dans divers milieux plus ou moins anthropisés et d'étendue variable. C'est d'ailleurs bien le nombre d'espèces et parfois d'individus qui est régulièrement donné pour évoquer la vertigineuse érosion de la biodiversité<sup>3</sup> sur toute ou partie de notre planète.

## La biodiversité fonctionnelle, en interaction directe avec l'agriculture

Et c'est encore le niveau spécifique (espèces) qui est le plus à même de rendre compte des innombrables interactions biotiques qui conditionnent directement ou indirectement une part des performances des systèmes de production agricole. On parle alors souvent du rôle bénéfique de la biodiversité fonctionnelle dans les agroécosystèmes. Une des composantes de la biodiversité fonctionnelle, directement utile à l'agriculture, comprend toutes les variétés végétales et races animales des espèces domestiquées par l'homme (voir schéma).

Mais il est une autre composante de la biodiversité fonctionnelle en agriculture à laquelle il est moins fréquemment fait allusion, et qui joue néanmoins un rôle primordial. C'est celle des espèces que l'on pourrait qualifier de "sauvages" dont la présence et la fonction sont utiles aux cultures. Ces espèces sont qualifiées d'auxiliaires, même si ce

terme est surtout réservé aux pollinisateurs et aux prédateurs/parasitoïdes des ravageurs des cultures.

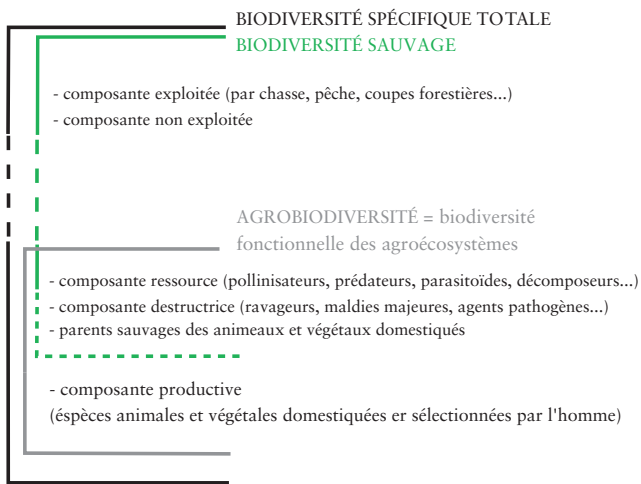
La liste des exemples de l'utilité pour l'agriculture de cette biodiversité dite fonctionnelle, dont on a du mal à réaliser l'importance tant elle est discrète, est à peine ébauchée dans ce dossier. C'est dire la complexité et la richesse des interactions entre espèces dans les agroécosystèmes. Certes certaines sont néfastes aux cultures et les effets des ravageurs, champignons pathogènes et adventices majeurs sur les cultures, sont pour la plupart très bien connus depuis longtemps. Mais on commence à réaliser qu'en apprenant à connaître les interactions bénéfiques majeures entre espèces, et en adoptant des pratiques et des aménagements les favorisant, on peut améliorer significativement et à moindre frais la qualité voire la quantité d'une production. Prenons par exemple des espèces (cultivées et élevées) associées et des mélanges variétaux. Les associations éprouvées, telles que pois-triticales, avoine-féverole voire blé-orge-avoine-pois-vesce etc., ou encore et plus large-

<sup>1</sup> Ecole Nationale Supérieure Agronomique de Toulouse, UMR DYNAFOR, BP 32607 F-31326 AUZEVILLE-TOLOSANE cedex

<sup>2</sup> Créé par un journaliste américain lors du 1<sup>er</sup> forum américain sur la diversité biologique, à Washington, pour mieux populariser la notion de "crise de la diversité biologique" dénoncée par l'entomologiste Edward O. Wilson dans un article scientifique paru en 1985.

<sup>3</sup> L'homme est pour la 1<sup>re</sup> fois responsable d'une extinction de masse des espèces, la 6<sup>me</sup> de toute l'histoire de la Terre, au rythme de 75 espèces par jour alors que les précédentes se sont faites au rythme de 15 espèces par siècle...





*Dans chacun des trois compartiments de la biodiversité spécifique totale, des espèces sont qualifiées de patrimoniales quand elles sont devenues rares, et de banales dans le cas contraire*

### Les composantes de la biodiversité

ment toutes les possibilités en agrosylvo-pastoralisme et en agroforesterie, font directement intervenir la biodiversité productive. Mais la biodiversité associée (ou "sauvage") s'en trouve souvent augmentée de fait, et la part "auxiliaire" de cette dernière l'est aussi la plupart du temps.

Les intérêts, tant en terme de productivité que de stabilité, de telles associations et plus largement des pratiques de l'agriculture biologique fondée sur des préceptes de respect des équilibres naturels, sont de mieux en mieux expliqués par la recherche scientifique.

Les avancées apportées par la Seconde Révolution Agricole de l'après Seconde Guerre Mondiale ont été spectaculaires, même si cette forte industrialisation de l'agriculture n'a pas eu que des points positifs. Toutefois, ce sont les paysans qui ont depuis 10 000 ans perfectionné l'agriculture. Ils ont créé infiniment plus de variétés, de races et de systèmes de production (et même des sols !) que ne l'a fait la recherche agronomique scientifique qui, à cette échelle de temps, vient d'apparaître. Loin de vouloir nier les connaissances très utiles que celle-ci a apportées et qu'elle va continuer à apporter pour parvenir à une agriculture performante et respectueuse de l'environnement, il faut reconnaître qu'elle a surtout bénéficié jusqu'à maintenant, au travers de l'agriculture industrielle qu'elle a essentiellement soutenue, d'un facteur de production essentiel et pléthorique, qui était auparavant très fortement limitant : l'énergie, pour faire tourner les trac-

teurs et autres machines, pour apporter l'eau, les engrais et les produits phytosanitaires aux cultures.

### "Energie culturelle biologique"

L'énergie, dont la forme fossile est la plus commode et efficace d'utilisation en agriculture, posera problème dans quelques décennies. Or, il est indispensable d'en injecter en permanence dans les agroécosystèmes (on parle "d'énergie culturelle") pour qu'ils ne dévient pas spontanément vers des systèmes "naturels" dont l'homme ne peut presque pas tirer profit pour son alimentation et qui sont d'ailleurs beaucoup moins productifs que les cultures :

0,1% en moyenne de l'énergie solaire reçue est transformée en biomasse totale dans les systèmes naturels, contre 0,5 à 4% pour les diverses cultures dont une grande part de la biomasse est de plus utilisable à des fins d'alimentation. Face au défi à venir, à savoir l'augmentation d'ici à 2050 de 50% de notre volume de production totale pour nourrir 9 milliards d'habitants contre 6,1 aujourd'hui (ce qui veut dire aussi qu'en 2050 l'humanité aura consommé en seulement 50 ans, autant de nourriture que ce qu'elle a consommé depuis l'apparition du premier Hominidé il y a quelque 6 millions d'années jusqu'en 2000), et ceci dans un contexte de raréfaction de l'énergie alors que nous avons augmenté nos volumes de production ces 50 dernières années essentiellement grâce à elle, il sera absolument nécessaire de trouver des sources d'énergie culturelle autres qu'industrielles. A ce titre, la biodiversité n'a pas fini de faire parler d'elle. Nous allons le voir dans les pages suivantes : elle est capable de fournir des services écologiques comme la prédation de ravageurs ou l'amélioration de la structure du sol, permettant d'économiser cette énergie culturelle industrielle ; on parle justement à son sujet "d'énergie culturelle biologique". En cela, la biodiversité doit être considérée comme un facteur de production à part entière. n

### L'agriculture biologique, un laboratoire à ciel ouvert

Assurément, le leitmotiv d'apparence simpliste des agrobiologistes "respecter les équilibres naturels pour travailler avec la nature et non contre elle", que des millions de paysans, bien souvent contraints il faut le dire, se sont toujours évertués de suivre, et que d'une part un récent rapport de l'Inra et du Cemagref<sup>4</sup> et d'autre part le Plan Agriculture de la Stratégie Nationale pour la Biodiversité<sup>5</sup> du Ministère de l'Ecologie et du Développement Durable mettent en exergue sous d'autres termes, a encore de beaux jours devant lui.

L'agriculture biologique a toujours eu cet intérêt inestimable d'être un formidable laboratoire à ciel ouvert pour produire en recourant le plus possible aux processus naturels de régulation et de recyclage. Elle a compris depuis longtemps que la biodiversité est ce facteur de production qui, moins facilement que les autres toutefois, doit être pris en compte et favorisé. Il est aujourd'hui démontré qu'au-delà de cette fraction de la biodiversité directement utile à l'acte de production, cette agriculture génère globalement (les exceptions existent) une biodiversité plus importante que les autres modes de production. Sans doute aucun, l'agriculture biologique a le potentiel de jouer encore longtemps ce rôle avant-gardiste et d'être, sur ce point au moins, de plus en plus inspiratrice des autres agricultures pour le bénéfice de toute la société.

<sup>4</sup> "Pesticides, agriculture et environnement : réduire l'utilisation des pesticides et limiter leurs impacts environnementaux". [www.inra.fr](http://www.inra.fr) ; [www.cemagref.fr](http://www.cemagref.fr)

<sup>5</sup> [http://www.ecologie.gouv.fr/rubrique.php?id\\_rubrique=235](http://www.ecologie.gouv.fr/rubrique.php?id_rubrique=235)

# Les pollinisateurs : indispensables mais menacés

*La pollinisation des cultures par les insectes est un des phénomènes les plus parlants de la biodiversité fonctionnelle. Malheureusement, le nombre et la diversité des pollinisateurs diminuent.*



## L'EXPERT BIOLOGIQUE



■ Pollinisation par les bourdons

■ Phasmarhabditis

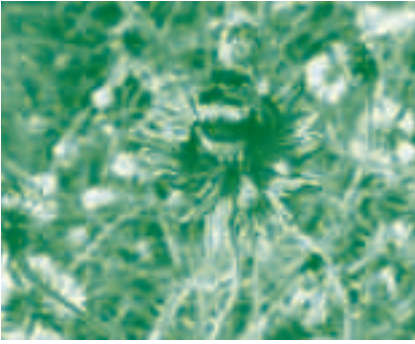
■ Pièges à phéromones

BIOBEST France, 576 Av. Rodolphe D'Aymard, 84100 Orange, France.  
Tél: 04.32.81.03.96 - Fax: 04.32.81.03.98 - info@biobest.fr - www.biobest.fr

Au niveau mondial, 80% des espèces végétales ont besoin des insectes pour la production de leurs graines et donc pour se reproduire, et 84% des espèces cultivées en Europe sont dans ce cas.

L'immense majorité des espèces végétales sont autotrophes et sont donc d'une importance vitale pour le fonctionnement des écosystèmes, dont l'homme dépend. Elles sont en effet à la base de toute chaîne alimentaire puisque seules capables de synthétiser de la matière organique (glucides, protéines, lipides) à partir de lumière et de sels minéraux. Les végétaux hétérotrophes en sont par contre incapables et vivent alors en parasites en puisant des molécules organiques dans d'autres plantes (cas du gui sur de nombreux arbres, mais surtout de la cuscute de la luzerne ou encore des orobanches comme celle du tournesol – dans ces deux derniers cas, la plante parasite "se connecte" à son hôte au niveau des racines).

Les principaux pollinisateurs sont les insectes, parmi lesquels les Hyménoptères et notamment les apicoles (abeilles domestique et sauvages, et bourdons) sont de loin les plus importants, suivis par les Diptères Syrphidés puis par les Lépidoptères et Coléoptères. Le service écologique de pollinisation rendu par la seule abeille domestique est estimé entre 5 et 14 millions de dollars par an aux Etats-Unis, et celui rendu par les pollinisa-



*Le bleuet a l'avantage d'intéresser non seulement les pollinisateurs, ici un bourdon (*Bombus lucorum*), mais aussi d'héberger un puceron spécifique (*Uroleucon jaceae*) qui servira de pitance aux auxiliaires en cas d'absence de proies dans les cultures, sans menacer ces dernières. Bien des végétaux sauvages sont dans ce cas : sureau noir, noisetier, achillée millefeuille...*

# La protection des plantes, un grand rôle de la biodiversité fonctionnelle

teurs sauvages fait actuellement l'objet de recherches en Europe.

Malheureusement, les populations de pollinisateurs sont en mauvaise posture dans les pays industrialisés et aux Etats-Unis encore, leurs populations ont diminué de 25% depuis 1990. Les espèces sauvages ont régressé essentiellement à cause de la destruction et de la fragmentation des habitats naturels et semi-naturels, de l'intensification des pratiques agricoles, de la pollution environnementale en général et in fine de la compétition directe avec l'abeille domestique qu'elles sont devenues incapables de supporter ou simplement d'éviter.

Les conséquences écologiques de cet appauvrissement sont potentiellement très préoccupantes puisqu'il a été montré très récemment pour la première fois que l'appauvrissement de la diversité des pollinisateurs (du fait de la destruction de leurs sites de nidification par exemple) entraîne à court terme celui de la communauté de fleurs à pollinisation entomophile. Cela revient à dire que les différentes espèces de pollinisateurs ne peuvent pas totalement se remplacer les unes les autres pour assurer la fonction de pollinisation des fleurs, et ce sans parler d'association stricte entre une espèce de fleur et son agent pollinisateur (comme l'orchidée relativement commune *Serapias lingua* qui n'est pollinisée que par les mâles de *Ceratina cucurbitina*, petite abeille sauvage de la famille des Anthophoridés). n

*Le domaine de la protection des cultures n'est pas avare non plus d'exemples remarquables de services très utiles rendus par des espèces auxiliaires. Et c'est celui qui subit le plus fort impact négatif de la diminution de la biodiversité dans les agroécosystèmes, en terme d'instabilité des cultures (attaques de ravageurs).*

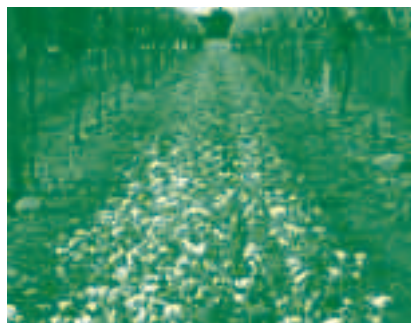
Ces dernières décennies, les cas d'efficacité insuffisante des auxiliaires en grandes cultures se multiplient. Cela à cause de la simplification structurale et biologique des agroécosystèmes industriels : agrandissement des parcelles, arasement des talus et arrachage des haies, appauvrissement de la flore sauvage, qui leur sont de plus en plus hostiles. Mais, si l'on compare la quantité de ravageurs des cultures à un iceberg, les populations de ravageurs non régulées par les auxiliaires ne sont que la petite partie visible. L'énorme partie submergée, elle, représente la quantité de ravageurs consom-

mée par les auxiliaires dans et hors des parcelles, presque à longueur d'année et sans que personne ne le remarque ! Même si le calcul exact ne peut pas être fait, il est probable en effet que chaque année les prédateurs et parasitoïdes tuent davantage de ravageurs que ne le font les insecticides !

## Reconnaissance du rôle majeur des auxiliaires : la lutte biologique

### Lutte biologique par augmentation

Si en milieu clos la lutte biologique par augmentation (qualifiée de "lutte biologique intégrée" par les serristes car ils la doublent souvent d'une lutte chimique raisonnée d'appoint) connaît aujourd'hui un succès et une diffusion croissante, son homologue en grandes cultures, qui nécessite aussi l'achat et l'introduction massive d'auxiliaires, n'a toujours qu'un seul exemple aujourd'hui bien développé, celui des trichogrammes (*Trichogramma brassicae*) contre les œufs de la pyrale du maïs (*Ostrinia nubilalis*). Un second exemple, beaucoup plus récent et restreint aux cultures légumières et orne-



*Semis expérimental de sarrasin dans des inter-rangs de vigne pour favoriser des trichogrammes (micro-Hyménoptères), parasitoïdes spécifiques des œufs de la tordeuse de la grappe *Eupoecilia ambiguella* (Nouvelle-Zélande, résultats positifs)*

mentales concernant son homologation est celui du nématode *Phasmarhabditis hermaphrodita* parasite mortel des limaces. De rares autres exemples clôturent la liste des organismes animaux que l'on peut introduire en plein champ, souvent en cultures spécialisées (olivier, cultures fruitières, légumières et ornementales) : des micro-Hyménoptères, Névroptères, Héteroptères et acariens ennemis de phytophages aériens, et des nématodes et autres acariens pour la plupart ennemis de stades endogés de phytophages aériens ou de ravageurs du sol. Même les champignons se prêtent maintenant à cette lutte biologique comme *Coniothyrium minitans* contre *Sclerotinia sclerotiorum* (autre champignon, pathogène polyphage sur tournesol, soja, colza, salade, carotte...) et *Beauveria bassiana* contre la pyrale du maïs. Le fait qu'aucun acarien Phytoséidé prédateur des classiques acariens phytophages de la vigne ne soit commercialisé n'est pas le fruit du hasard et nous en reparlerons.

### Lutte biologique par importation

Elle concerne essentiellement la lutte contre les ravageurs (et parfois des adventices) introduits d'autres pays ou continents par des auxiliaires eux-mêmes importés. Elle fait l'objet de critiques de plus en plus fréquentes quant aux risques potentiels et parfois bien réels d'atteinte directe et indirecte d'organismes non cibles.

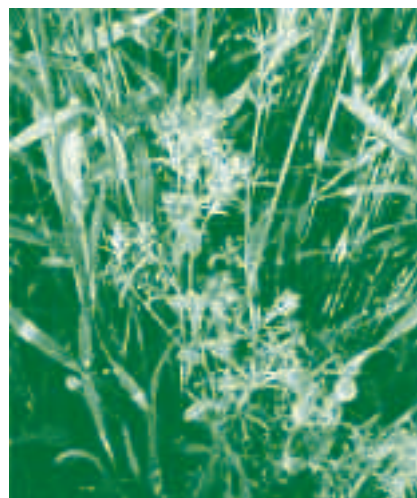
### Lutte par conservation et gestion des habitats

C'est la forme de lutte biologique la plus récente : elle ne fait l'objet de recherches en grandes cultures et cultures pérennes que depuis une quinzaine d'années. Elle consiste à "donner un coup de pouce" aux auxiliaires naturellement présents dans les agroécosystèmes, en leur fournissant les ressources dont ils ont besoin : hôtes et proies de substitution lorsque les parcelles cultivées en sont dépourvues, pollen et hydrates de carbone (nectar, miellat), sites refuges lors des opérations culturales, et sites d'estivation et d'hivernation. Si l'on désire avoir ces auxiliaires dans les cultures, il faut bien réaliser qu'ils n'apparaissent nullement par génération spontanée, et qu'ils doivent trou-

ver tout au long de l'année, en temps et lieux opportuns, les ressources correspondant à chaque phase de leur cycle. Les aménagements destinés à fournir ces ressources sont divers mais font la plupart du temps intervenir l'implantation d'un couvert végétal herbacé ou ligneux, annuel, bisannuel ou pérenne, mono- ou plurispécifique. Il est surtout nécessaire dans les systèmes de cultures annuelles, puisque le couvert végétal cultivé est totalement déstructuré chaque année, contrairement aux cultures pérennes. Ce n'est d'ailleurs pas un hasard si les premiers exemples très probants de cette lutte biologique ont concerné les acariens en viticulture et arboriculture.

Là où les insecticides et acaricides à large spectre, utilisés dans l'euphorie de la révolution chimique de l'après Seconde Guerre Mondiale, avaient rompu les équilibres, la mise en place d'une lutte raisonnée a, dans la majorité des cas, permis la réinstallation progressive des auxiliaires et notamment des acariens acarophages, de façon spontanée ou par inoculation à partir de zones réservoirs. Ces zones : éléments non cultivés et parcelles en agriculture biologique de longue date, ont servi de "pieds de cuve" lors des nombreuses expérimentations dès le milieu des années 1980. On comprend alors pourquoi il n'est pas nécessaire de recourir à des élevages de type industriel pour ces acariens auxiliaires, l'environnement parcellaire étant potentiellement apte à assurer leur présence. Les Phytoséïdes ont d'ailleurs une caractéristique essentielle facilitant leur maintien : si leurs proies (acariens Tétranychidés pour l'essentiel) sont absentes ou insuffisamment abondantes, ils se rabattent sur du pollen de fleurs diverses et peuvent même ainsi assurer leur reproduction. Le tout est que l'environnement de la parcelle voire la parcelle elle-même soit apte à fournir ce pollen, en quantité et qualité suffisantes. Plusieurs expérimentations, notamment en Suisse, ont montré que l'installation d'un couvert de graminées (les meilleures étant *Poa pratensis*, *Lolium multiflorum* et *Dactylis glomerata*), et de plantes à fleurs, broyées par rangées alternées tous les deux ans, permet de favoriser les Phytoséïdes mais aussi des trichogrammes tel que *T. brassicae*, parasitoïdes des œufs de la tordeuse de la grappe *Eupoecilia ambiguella*.

De nombreuses expérimentations ont été et vont de plus en plus être menées pour favoriser les auxiliaires, notamment en systèmes de grandes cultures et cultures spécialisées. Par exemple l'installation de bandes de phacélie en bordure de parcelles de blé ou de choux pour favoriser les auxiliaires aphidiphages, tels que les Syrphidés. Ils se nourrissent de nectar et de pollen au stade adulte et vont ensuite pondre dans les colonies de pucerons dont se nourriront les larves. Ils iront donc préférentiellement sur les fleurs se trouvant à proximité des colonies de pucerons.



Certaines plantes messicoles comme ici le miroir de Vénus (*Legousia speculum-venereis*), peuvent améliorer l'activité et donc l'efficacité des auxiliaires dans les parcelles de céréales

Il a aussi été montré à de nombreuses reprises que des cultures hébergeant une proportion acceptable de plantes adventices reçoivent la visite d'un nombre plus important d'insectes auxiliaires qui souvent y exercent une action protectrice contre les ravageurs.

Les aménagements peuvent aussi plus simplement porter sur la mise à disposition des organismes utiles de sites d'hivernation ou encore de nidification. Divers abris pour les insectes, tels des chaumes pour les micro-Hyménoptères rubicoles<sup>1</sup> comme les Pemphrédoninés prédateurs de pucerons, ou encore des boîtes à claire voies pour les chrysopes, sont bien connus de certains jardiniers. Beaucoup moins connue des arboriculteurs conventionnels est la possibilité d'installer dans les vergers de pommiers ou de poiriers notamment, des nichoirs à mésanges. Plusieurs travaux de

<sup>1</sup> Rubicole : du latin *rubus* (ronce) et *colere* (habiter) : les insectes qui habitent dans la ronce. Mais cette expression a été étendue à tous les insectes nidifiant dans les tiges à moelle, faciles à creuser.

recherches ont montré que ces oiseaux auxiliaires, s'alimentant d'insectes non loin des nioisirs en hiver (ces oiseaux sont obligatoirement cavicoles pour supporter les basses températures nocturnes), peuvent dans certains cas éliminer 80 à 90% des chenilles de carpocapse en diapause sous les écorces et à la base des troncs. Lors de l'élevage des jeunes, leur effet est également important et étendu à bien d'autres insectes, principalement des chenilles de Lépidoptères ravageurs.

## Des champignons participent aussi à la lutte

A côté des arthropodes auxiliaires, des champignons agissent aussi, de façon spontanée mais non spécifique. Ils se répartissent en deux grands groupes écologiques :

- ceux qui occupent plutôt le compartiment aérien (plusieurs espèces d'entomophthorales, qui sont des champignons inférieurs) ;
- ceux que l'on rencontre dans le sol (plusieurs espèces de "muscardines", qui font partie des champignons imparfaits).

Les premiers sont des ennemis classiques et potentiellement très efficaces de nombreux ravageurs des parties aériennes des cultures : larves et adultes de tenthrèdes, de cécidomyies, de taupins, d'acariens, de pucerons, de thrips... Les individus contaminés par le champignon se dirigent, juste avant de mourir, vers les parties hautes des plantes et se positionnent la tête en bas, ce qui facilite la dissémination des spores et donc l'étendue de l'épidémie. Les traitements fongicides et l'élimination de la végétation spontanée et surtout des zones humides provoquent la raréfaction de ces champignons auxiliaires, capables de stopper une pullulation de pucerons en quelques jours lorsque le temps s'y prête (chaud et humide).

Les seconds, des genres *Beauveria*, *Metarhizium*, *Verticilium*, sont également favorisés par des itinéraires évitant tout traitement fongicide et herbicide racinaire. Ils contribuent à limiter les larves et adultes de hannetons, doryphores, taupins, et même les nématodes avec le genre *Arthrobotrys* qui les attrape au collet !



Sur des pavots de Californie, le syrphé très commun *Episyrphus balteatus* dont la très discrète larve est aussi efficace que la médiatique coccinelle à 7 points adulte et larve réunis

## Tout un univers de relations d'interdépendances complexes à explorer

Le sujet est donc vaste et complexe, et de nombreuses inconnues subsistent encore sur un plan fonctionnel : quelles sont les relations trophiques à privilégier ? Y a-t-il des échelles spatiales plus pertinentes que d'autres selon les groupes d'auxiliaires, ou faut-il toutes les appréhender en même temps ? Cette complexité ne doit pas occulter le fait que le sujet est très prometteur. Les exemples de succès sont très nombreux, tant en grandes cultures qu'en cultures pérennes, et ils dominent les cas d'échec. Il apparaît clairement que tout est une question de relations très précises et relativement constantes dans leur nature, entre des végétaux (dont les cultures), des insectes phytophages et leurs ennemis. Cette constance des relations interspécifiques est orchestrée par des caractéristiques, elles mêmes constantes, morphologiques, phénologiques, biochimiques et physiologiques des végétaux d'une part et des insectes qui en dépendent ou qui dépendent de ces derniers d'autre part (il convient alors d'ajouter des caractéristiques éthologiques). Les caractéristiques de déplacement viennent s'ajouter en second lieu. Elles font l'objet de recherches très récentes relevant du domaine de l'écologie du paysage, et doivent, pour être pertinentes, intégrer ces relations trophiques. A terme, les connaissances permettront donc de mieux "piloter" les auxiliaires via des aménagements à base de végétaux, qui

pourraient favoriser concomitamment les pollinisateurs.

Un bémol doit toutefois être apporté concernant certains ravageurs contre lesquels il est difficile de lutter par cette approche. Il s'agit des ravageurs polyphages dont les ennemis naturels sont plus ou moins spécifiques. Ces ravageurs coriaces se développent dans presque tous les types de couverts végétaux alors que leurs ennemis arthropodes ont des exigences plus précises et donc plus difficiles à satisfaire. C'est le cas de nombreux ravageurs du sol comme les larves de taupins et de hannetons. Avec eux, il est très difficile d'adopter la double stratégie qui consiste à augmenter l'activité des auxiliaires (via des aménagements plus ou moins spécifiques) et parallèlement à limiter directement le développement des ravageurs par des végétaux répulsifs, des pièges ou la confusion sexuelle. La situation idéale étant lorsque le(s) même(s) végétaux permettent simultanément les deux.

Enfin des ravageurs pas réellement polyphages posent toutefois de plus en plus de problèmes, c'est le cas par exemple du méligèthe du colza (*Meligethes aeneus*). Les aménagements réalisés pour favoriser leur contrôle par des auxiliaires semblent peu efficaces. Il faudrait sans doute que ces aménagements (implantations de mélanges floraux), favorisant une grande variété d'auxiliaires, soient envisagés à un niveau régional, sur des surfaces assez importantes. En effet, il a été montré que le taux de parasitisme est naturellement plus important dans les parcelles de colza d'un paysage bocager que dans celles d'un paysage ouvert avec peu d'infrastructures écologiques. Dans tous les cas, il semble aussi nécessaire de raisonner l'assolement et les rotations au niveau de petites régions agricoles. n

### Pour en savoir plus

- Fiche technique ITAB : "Les auxiliaires communs en cultures légumières", bon de commande p.22
- "Les auxiliaires entomophages", livre édité par l'ACTA (22,87€)
- Le guide phytosanitaire de l'ACTA édité chaque année recense tous les organismes de lutte biologique et microbiologique commercialisés en France ([www.acta.asso.fr](http://www.acta.asso.fr)).

# Sous terre, la face cachée de la biodiversité fonctionnelle

*Outre la protection des cultures et la pollinisation, un autre domaine est lui aussi très sensible à la diminution de la biodiversité dans les agroécosystèmes : le cycle des nutriments.*

*De lui, dépend étroitement la fertilité des sols...*

Tout organisme vivant mobilise des éléments minéraux pour sa constitution et son fonctionnement. Il est tôt ou tard indispensable que la matière organique morte (nécromasse végétale et animale) et les déjections animales soient fragmentées pour que les molécules organiques simples (glucides, lipides, protéides) libèrent ensuite leurs éléments minéraux (carbone, azote, phosphore, magnésium...); cela permet à de nouvelles plantes de se développer, base de toute chaîne alimentaire.

## Micro-organismes du sol : les parents pauvres des études sur la biodiversité

La microbiologie des sols est un domaine dont la complexité et l'importance sont proportionnelles au manque d'intérêt qui lui est accordé, sans doute du fait d'un déficit encore assez important de connaissances.

La microflore comprend des algues en surface, des champignons, des actinomycètes et bien sûr des bactéries.

- Les algues en surface sont peu abondantes, soit 100000/g de sol, mais fournissent néanmoins de la matière organique, certaines sont fixatrices d'azote.

- Les champignons (jusqu'à 1 à 2 t/ha en sols recevant peu ou pas de fongicides) participent à la stabilité structurale du sol de par leurs mycéliums. Ils sont quasiment les seuls organismes non animaux capables de dégrader la lignine et les hémicelluloses des résidus de cultures. Certaines espèces sont antagonistes de champignons pathogènes et de ravageurs du sol et enfin, rôle majeur, d'autres s'associent aux racines des plantes cultivées (à l'exception des Crucifères) pour les prolonger, augmenter ainsi le volume de sol prospecté et faciliter l'alimentation hydrique et l'assimilation de certains élé-

ments comme le phosphore en sols calcaires : les mycorhizes. Certaines espèces de mycorhizes aident même la plante à lutter contre des ravageurs ! Suite à une attaque au niveau des feuilles ou des racines, la colonisation des racines par ces mycorhizes est accélérée. Les racines synthétisent alors des alcaloïdes, qui à leur tour provoquent par la plante la synthèse de phytoalexines, intervenant dans son système immunitaire.

- Certaines espèces d'actinomycètes (environ 1t/ha) fixent l'azote de l'air. D'autres synthétisent des antibiotiques rendant alors les sols "suppressifs", c'est-à-dire naturellement capables d'éliminer certains pathogènes du sol. D'autres encore, thermophiles, sont responsables de la pasteurisation des déchets organiques lors du compostage.

- Le groupe des bactéries est le plus varié et le plus abondant (de 10 millions à 1 milliard/g de sol pour "une seule" tonne à l'ha). On y trouve surtout des espèces libres participant aux trois principales phases du recyclage : décomposition, humification et minéralisation, ou à la fixation de l'azote par les *Azotobacter*, mais aussi des espèces symbiotiques comme les *Rhizobium spp.* s'associant aux légumineuses.

## Vers de terre « jardiniers de l'ombre » : un rôle central et fondamental

La microfaune, quant à elle, est essentiellement représentée par les amibes (de 100 à 300 kg/ha) dont la fonction essentielle est d'être de grandes prédatrices de bactéries. Quand un brin de paille tombe au sol, il est d'abord colonisé par les bactéries cellulolytiques dégradant la cellulose puis les amibes, en se nourrissant des bactéries, libèrent les fibres de lignine qui deviennent


alors accessibles aux champignons lignivores.

Il reste à parler de la mésofaune et notamment du rôle capital des vers de terre. Darwin, déjà, avait décrété qu'ils étaient les animaux les plus importants du monde de par leur biomasse égalant le poids de tous les autres animaux réunis, et de par leurs fonctions. Quelques chiffres les illustrent : les vers anéciques, ceux qui font "l'ascenseur" entre le sol profond et la surface, pèsent entre 1 et 4 t/ha, digèrent leur propre poids chaque jour soit 300 à 1000 t de terre/ha/an, ce qui représente une épaisseur de 3 à 10 cm. Ils trouent littéralement la terre de 400 à 500 mètres de galeries sous chaque m<sup>2</sup> de surface de prairie naturelle (ou d'une parcelle en semis direct sur sol toujours couvert et désherbé au rouleau), ce qui améliore son aération et donc son réchauffement au printemps ainsi que son activité biologique.

Pour terminer le tableau, on ajoutera :  
- qu'ils rendent assimilables de nombreux minéraux (macro- et oligo-éléments). En Nouvelle-Zélande, un problème de carence en molybdène a été réglé par l'introduction d'espèces européennes capables de rendre assimilable une fraction du molybdène total ;

- que certaines espèces sécrètent par leur tégument des substances très proches de l'auxine, hormone naturelle de croissance des plantes, qui favorisent ainsi la croissance des racines ;

- que lorsque des vers de terre ingèrent des nématodes phytophages en même temps que la terre, ces nématodes entrent en contact, dans le tube digestif des vers, avec une bactérie qui produit de la tyrosine, un acide aminé essentiel qui détruit le système d'orientation des nématodes, ensuite incapables de se diriger vers les racines des plantes. n



**Les Journées Techniques  
Fruits & Légumes Biologiques sont  
organisées tous les ans dans une région  
différente, par l'ITAB (Institut Technique de  
l'Agriculture Biologique) et le GRAB (Groupe de  
Recherche en Agriculture Biologique) en partenariat  
avec les structures régionales et départementales  
impliquées dans l'agriculture biologique.**

Ces journées, au travers de conférences, ateliers et visites de fermes performantes, sont un lieu d'échanges et de convivialité destiné aux acteurs des filières fruits & légumes biologiques (producteurs, techniciens, enseignants, chercheurs, acteurs de l'aval...).

**Les objectifs sont de :**

- faire le point sur les dernières innovations techniques
- identifier les problèmes rencontrés par les producteurs et les besoins en expérimentation
- mener une réflexion globale sur l'organisation des filières
- développer les relations entre agriculture conventionnelle et biologique
- permettre des échanges de connaissances et savoir-faire

**Institut Technique de l'Agriculture biologique**

149, rue de Bercy  
75 595 PARIS Cedex 12  
Tél.: 01.40.04.50.64  
[www.itab.asso.fr](http://www.itab.asso.fr)