



Biodiversité et lutte biologique

Comprendre quelques fonctionnements écologiques dans une parcelle cultivée, pour prévenir contre le puceron de la salade

Extrait d'un mémoire de fin d'étude sur les bandes fleuries,
qui sont utilisées comme réservoir d'insectes auxiliaires



RONZON Benoit

Certificat d'Etude Supérieures en Agriculture Biologique

Promotion 2005-2006

ENITA de Clermont Ferrand

LES PUCERONS

...

PAUL. – Notre jardin n'est rien, ni dix jardins pareils, ni cent, ni mille, pour la descendance d'un seul puceron à la dixième génération. Il faudrait le cinquième de l'étendue de la France, dont la superficie totale est de cinquante millions d'hectares.

LOUIS. – Voilà ce qui s'appelle une famille prospère

JULES. – En six mois, un puceron couvrirait de sa descendance cette énorme étendue ?

PAUL. – Oui, mon ami, si rien n'y mettait obstacle, si chaque puceron venait à bien et procréait en paix ses cinquante successeurs. Mais sur le rosier le plus paisible en apparence, c'est une extermination de tous les instants ...

Jean Henri FABRE (1823 – 1915)

« Récits sur les insectes, les animaux et les choses de l'agriculture » actes sud, 2002.

TABLE DES MATIERES

Table des abréviations.....	4
INTRODUCTION.....	5
Première partie :.....	6
De la biodiversité.....	6
à la « lutte biologique » des pucerons de la salade.....	6
I.L'Agriculture Biologique et la Biodiversité.....	7
I.1.La biodiversité : facteur de production.....	7
.I.1.1.Une contrainte agricole	7
.I.1.2.La biodiversité un outil de stabilité écologique.....	8
.I.1.3.Un partenaire pour la production agricole.....	8
I.2.La biodiversité fonctionnelle.....	9
.I.2.1.Schéma de définition.....	10
.I.2.2.Dynamique des populations du puceron.....	10
.I.2.3.Les auxiliaires*.....	11
I.3.Intervenir dans le fonctionnement de l’agrosystème.....	12
.I.3.1.Les interventions directes en AB.....	13
.I.3.2.Favoriser les auxiliaires de culture.....	13
I.4.Les bandes fleuries, un outil de biodiversité.....	15
.I.4.1.Intérêts des fleurs.....	15
.I.4.2.Limites.....	15
.I.4.3.Type de bandes florales.....	16
.I.4.4.Quels réseaux trophiques ?.....	16
II.Salades, Pucerons, Auxiliaires.....	17
II.1.Les pucerons de la salade.....	17
.II.1.1.Cycle biologique.....	17
.II.1.2.Les principales espèces.....	17
II.2.Les auxiliaires	18
.II.2.1.Les insectes prédateurs.....	18
.II.2.2.Les insectes parasitoïdes.....	20
.II.2.3.Les Arachnides.....	21
.II.2.4.Les champignons.....	22
III.Conclusion	23
CONCLUSION.....	24
Bibliographie.....	25
CONCLUSION DU RAPPORT.....	24
 BIBLIOGRAPHIE.....	 25

TABLE DES ABRÉVIATIONS

AB : Agriculture Biologique

ACTA : Association de Coordination Technique Agricole.

BF : bande fleurie

BTM : Bureau Technique des Maraîchers

Ctifl : Centre technique interprofessionnel des fruits et légumes, il est dépendant du ministère de l’agriculture et chargé du développement économique et technique de la filière légumes.

FiBL : Forschungsinstitut für Biologischen Landbau (Institut de recherche de l’Agriculture Biologique situé en Suisse)

FREDON : Fédération Régionale de Défense des Organismes Nuisibles.

GRAB : Groupe de Recherche en Agriculture Biologique basé à Avignon

INRA : Institut National de la Recherche Agronomique.

OILB-SROP : Organisation Internationale de Lutte Biologique – Section Régionale Ouest Paléarctique

ONIFLHOR : Office National Interprofessionnel des Fruits, des Légumes et de l’HORTICULTURE, c’est un organisme national qui fait transiter les fonds du gouvernement affectés à la filière.

RATHO : Rhône-Alpes Techniques Horticoles

SERAIL : Station d’Expérimentation Rhône-Alpes et d’Informations Légumes.

SRPV : Service Régional de la Protection des Végétaux.

INTRODUCTION

L'agrosystème, partie cultivée de l'écosystème, est simplifié au profit d'une ou quelques plantes cultivées. Le milieu est donc fortement déséquilibré. Naturellement des plantes et animaux pionniers vont le re-coloniser. C'est dans ces groupes que sont classés les adventices et les ravageurs des cultures.

Le puceron est un ravageur des plantes maraîchères. Sur la culture de salade, il affaiblit la plante, il transmet certaines maladies à virus et il peut déprécier la commercialisation.

Lors d'une pullulation de pucerons, la première idée qui vient à l'esprit est d'utiliser une méthode curative. En Agriculture Biologique, il existe des produits homologués, mais leur non-sélectivité rend l'utilisation de ces produits délicate du fait des effets non intentionnels sur les autres insectes. Depuis quelques années, la lutte biologique se développe au travers de lâcher d'organismes vivants (insectes, champignons, bactéries). Ces organismes utiles sont appelés « auxiliaires ».

Les moyens de luttés directes ont fait penser longtemps que l'on pouvait faire abstraction des moyens préventifs. En revanche, l'Agriculture Biologique se base sur les préceptes des équilibres naturels. Des bases en écologie sont nécessaires pour comprendre comment une population de puceron se développe et comment, naturellement, elle est éliminée.

Tous les êtres vivants sont interdépendants. Les chaînes alimentaires sont les relations les plus importantes entre les êtres vivants. Dans un milieu équilibré, toute pullulation d'un ravageur est régulée par plusieurs auxiliaires. Cet équilibre est permis par la diversité biologique, appelé biodiversité.

La biodiversité dépend étroitement des activités agricoles. Elle est considérée comme un facteur de production (équilibre entre les insectes, fertilité des sols, pollinisation...). L'aménagement de l'environnement des cultures permet de maintenir cette biodiversité. Ces aménagements sont les haies, les bosquets, les points d'eau, les jachères, les bandes fleuries...

Les bandes fleuries sont un des outils favorables à la biodiversité. Toutefois, leur utilité ne se résume pas à semer des espèces aléatoirement. Certaines implantations ou choix des espèces peuvent apporter un effet contraire à celui recherché. Il est donc nécessaire de connaître comment se place la biodiversité dans le fonctionnement de l'agrosystème et comment fonctionne une dynamique de population. C'est avec ces bases d'écologie que se résonnent l'intervention directe et l'aménagement de l'environnement des cultures.

Dans ce mémoire, l'impact des bandes fleuries est étudié sur le puceron de la salade. Les bases d'écologie sur la dynamique des populations sont abordées. Elles sont suivies par une présentation des pucerons de la salade et des auxiliaires potentiels. La suite du mémoire présente la méthodologie et les résultats de l'étude.

Première partie :

De la biodiversité

à la « lutte biologique » des pucerons de la salade

I. L'Agriculture Biologique et la Biodiversité

La présence de pucerons sur les plantes maraîchères est un problème fréquent. Les pucerons affaiblissent la plante en prélevant la sève et peuvent provoquer des maladies (vecteurs de virus). De plus, ils déprécient la qualité commerciale de certains légumes telle que la salade.

L'agriculture biologique est fondée sur le respect des équilibres naturels. Chaque espèce fait partie d'une niche écologique. Le processus qui conduit à la pullulation des pucerons trouve sa réponse dans le fonctionnement de l'agrosystème*, l'agrosystème étant la partie cultivée de l'écosystème*. Ce dernier se définit dans sa diversité biologique, appelée « biodiversité* ». La biodiversité c'est, celle des gènes, celle des espèces animales et végétales, celle des paysages. Des bases en écologie sont donc nécessaires pour comprendre son fonctionnement.

La biodiversité dépend étroitement des activités agricoles car celle-ci occupe les deux tiers du territoire français. Sa préservation est argumentée par la sauvegarde de certaines espèces et l'aspect esthétique des paysages. En agriculture, le rôle de la biodiversité est moins connu, pourtant elle est un réel facteur de production.

I.1. La biodiversité : facteur de production

Le fait de cultiver implique de modifier l'écosystème naturel : c'est une contrainte agricole. Longtemps l'être humain a cherché à « maîtriser » les processus écologiques. L'enjeu actuel est « d'intégrer rationnellement l'agriculture dans le fonctionnement de l'écosystème » (Deguine J.P. et al, 2004).

I.1.1. Une contrainte agricole

Les systèmes de production agricole s'appuient sur un milieu physique naturel. Ce milieu est adapté et transformé selon les objectifs de l'agriculteur. Le choix de produire une denrée alimentaire implique de privilégier quelques végétaux ou animaux. (Bertrand J., 2001)

Sous nos climats tempérés, sans l'intervention des Humains, les milieux se rapprochent généralement de l'écosystème forestier, stade final de la succession végétale naturelle (Bertrand J., 2001). Le maintien en équilibre des agrosystèmes à certains stades intermédiaires de cette succession s'obtient artificiellement par les différentes pratiques agricoles (labour, drainage, fertilisation, lutte contre les ravageurs, désherbage, pâturage, fauche...) (Deguine J.P. et al, 2004)

La forêt est donc remplacée par un écosystème simplifié. Cette simplification est d'autant plus importante actuellement du fait de l'agrandissement des parcelles, de la diminution du nombre de variétés cultivées, de la création de zone de monoculture spécialisée (blé, maïs, colza, vigne...), de l'arrachage des haies... Ces agrosystèmes sont « rendus artificiellement juvéniles » (Frontier S. et al, 1995) ou « immature » (Chaubet B., 1992).

Cet environnement particulier, en début de succession écologique, favorisent certains végétaux (plantes annuelles) ou insectes (pucerons) : ce sont des populations colonisatrices ou pionnières (Chaubet B., 1992 ; Bertrand J., 2001). Leurs vitesses de reproductions sont élevées et elles peuvent rapidement devenir une menace pour les productions.

I.1.2. La biodiversité un outil de stabilité écologique

Les pullulations de certains ravageurs font parties du fonctionnement écologique de l'agrosystème, lorsqu'il y a un déséquilibre. Au contraire, un milieu naturel ne présente pas de telles pullulations grâce aux interactions entre les espèces (Bertrand J., 2001), ces milieux naturels étant beaucoup plus diversifiés.

Par cette conclusion et l'observation de certains milieux agricoles diversifiés (exemple : polyculture élevage en zone de bocage) différents auteurs présentent la biodiversité comme la base de tout équilibre :

- « une loi en écologie nous apprend qu'en règle générale les écosystèmes sont d'autant plus stables et résistants à des perturbations extérieures qu'ils sont biodiversifiés » (Sarhou J.P., 2006)
- « ... dans un environnement hétérogène constitué par une mosaïque complexe d'habitats convenables, la relation prédateur-proie s'accompagne d'une certaine stabilité des populations » (Ramade F., 1994)
- « ... diversité biologique, considérée comme le facteur clé du fonctionnement et de la stabilité des agroécosystèmes... » (Ferron P. (b), 2002)

I.1.3. Un partenaire pour la production agricole

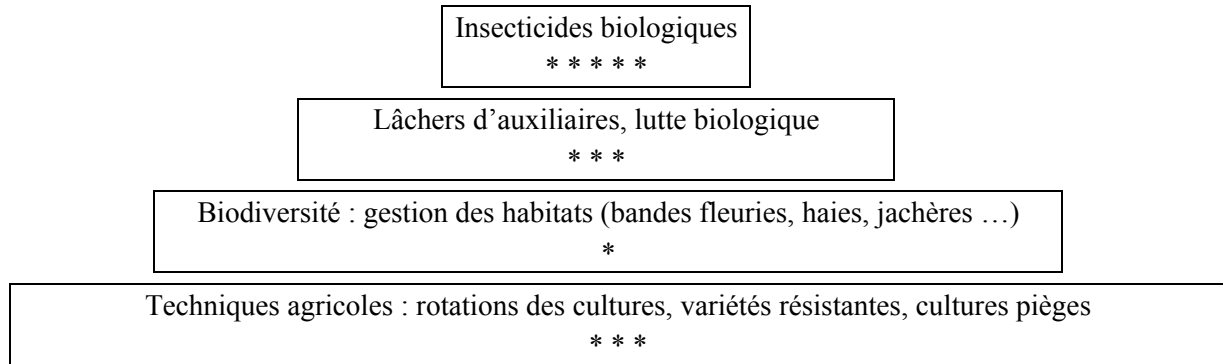
Les services que rend la biodiversité à l'agriculture sont essentiels. Ils sont d'autant mieux perçus maintenant du fait de certains déséquilibres écologiques.

Ces différents services sont les suivants (Orth D., 2006) :

- biodiversité liée à l'activité du sol : décomposition de la matière organique, fixation d'azote atmosphérique (bactéries), aération et amélioration du sol (lombrics)
- biodiversité liée au développement des végétaux cultivés : auxiliaires de cultures, pollinisateurs (la fécondation de 80 % des plantes dépend de la pollinisation par les insectes)
- biodiversité liée à une bonne utilisation de l'eau : rôle anti érosif de la végétation, rôle de filtre et d'épuration (zone humide), frein à l'évapotranspiration (intérêt des brises vent)

La biodiversité fournit différents services écologiques permettant d'économiser l'énergie nécessaire aux cultures. « On parle justement à son sujet "d'énergie culturale biologique". C'est en cela, que la biodiversité doit être considérée comme un facteur de production à part entière » (Sarhou J.P., 2006).

Un modèle, pour présenter le rôle que doit jouer la biodiversité dans les systèmes cultivés, a été élaboré par le FiBL (Institut de recherche de l'Agriculture Biologique en Suisse) (Pfiffner L. et al, 2005 ; Wyss E., 2005). La stratégie phytosanitaire de l'agriculture biologique, concernant les insectes ravageurs, peut être schématisée sous forme de pyramide à quatre étages (le nombre d'étoile symbolisent le savoir-faire disponible) :



Les deux étages du bas sont la base de l’approche de l’agriculture biologique. Ceux du haut agissent directement sur la population de ravageurs, la lutte biologique étant préférée aux insecticides biologiques. Les auteurs montrent, grâce aux symboles, que la biodiversité est peu sujet d’efforts de recherche et d’intention dans la gestion des agrosystèmes. Pourtant elle est un des piliers de l’agriculture biologique.

La notion de biodiversité est très vaste. C’est la connaissance du rôle fonctionnel de la biodiversité qui permet de mieux gérer les agrosystèmes (Sarhou J.P., 2006). Cette partie utile à l’agriculture est appelée « biodiversité fonctionnelle ».



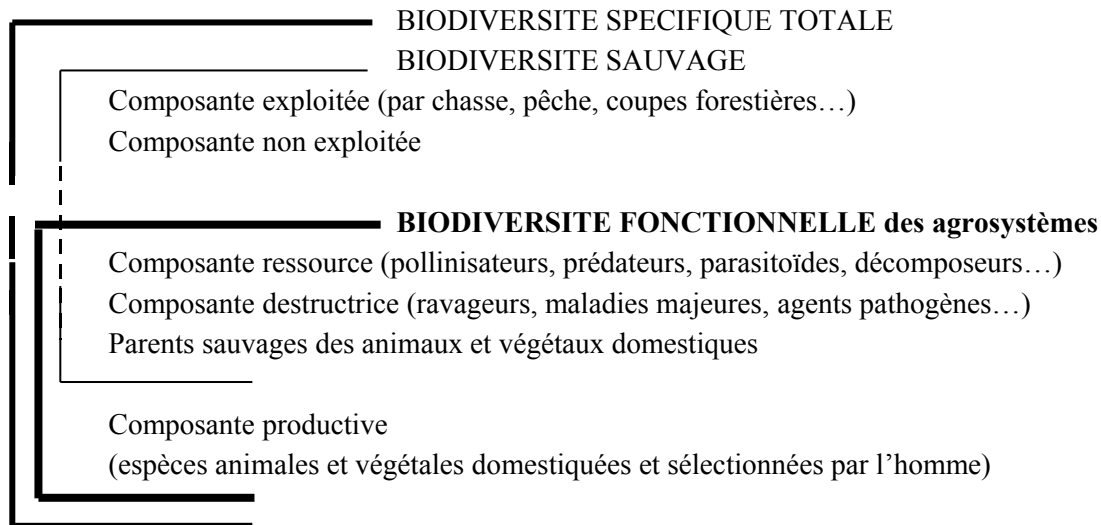
Photo 1 : courges, salades, choux, blé, bandes fleuries, haies, bosquet

1.2. La biodiversité fonctionnelle

La biodiversité fonctionnelle en agriculture est celle des cultures et des élevages, mais aussi celle qui s’invite au milieu de l’agrosystème. La biodiversité fonctionnelle peut être représenté par un schéma. Quelques uns de ces fonctionnements sont illustrés à partir du puceron et de ses auxiliaires.

.I.2.1. Schéma de définition

Les composantes de la biodiversité (Sarhou J.P., 2006)



Les composantes de la biodiversité fonctionnelle, directement utiles à l’agriculture, comprennent toutes les variétés végétales et races animales domestiquées. Par contre une partie de la biodiversité sauvage s’incère dans l’agrosystème. Elle peut être destructrice, ou au contraire utile. La connaissance des relations entre ces différentes composantes est importante pour comprendre comment la biodiversité est un élément de stabilité. Dans le cas de l’étude actuelle, les relations entre une composante destructrice (pucerons) et une composante ressource (les auxiliaires* du puceron) sont abordées.

.I.2.2. Dynamique des populations du puceron

Pour interpréter les causes des variations d’effectifs d’une population, il est nécessaire de comprendre les processus qui les influencent. Il y a d’abord les processus de recrutement (natalité et immigration), qui augmentent les effectifs, et les processus de disparition (mortalité et émigration), qui les diminuent. Le tout conditionné par la quantité de nourriture disponible (Faurie C. et al, 1998 ; Ramade F., 1994).

❖ Croissance d’une population

La croissance d’une population est liée à la vitesse de reproduction de l’espèce. En l’absence de facteur limitant la loi de croissance est exponentielle (Orth D., 2006).

Une femelle aphide* (comme le puceron vert du pêcher ou le puceron cendré du chou) est capable d’engendrer 30 à 70 larves, toutes de sexe femelle. Le stade reproducteur est atteint en quinze jours à peine. Il est facile de calculer que cette seule femelle aura engendré, au bout de 1 mois, un millier de descendants, au bout de 2 mois, un million, au bout de 3 mois, un milliard... (Jourdeuil P., 1983)

Cette situation ne s’observe que rarement. Les populations de pucerons sont donc fortement limitées.

❖ **Facteurs limitant de cette population**

Plusieurs facteurs limitent les populations de ravageurs. Ils sont liés ou non à la densité de ce ravageur (Ramade F., 1994 ; Ferron P. (b), 2002) :

- **Facteurs indépendants de la densité** : la mortalité dépend exclusivement de l'intensité du facteur (froid, sécheresse, traitement insecticide...). Ce sont les caractéristiques physico-chimiques du milieu. Ils sont appelés « facteurs abiotiques* ».
- **Facteurs dépendants de la densité** : ils exercent une action directement liée aux densités des populations atteintes (quantité de nourriture disponible pour chaque individu, risques de propagation d'une épidémie, prédateurs, parasitisme (parasites et parasitoïdes), compétition...). Ce sont les interactions entre des individus de la même espèce ou d'espèces différentes. Ils sont appelés « facteurs biotiques* ».

En situation de culture, où les conditions sont souvent favorables aux pucerons (printemps et automne), hormis une intervention humaine, ce sont les facteurs biotiques qui joueront le rôle essentiel de régulation. Par leurs rôles, ils sont appelés auxiliaires.

.I.2.3. Les auxiliaires*

Les auxiliaires sont les organismes vivants utiles à l'agriculture par leurs actions régulatrices des ravageurs. (Ferron P. (a), 2002). Ce sont leurs ennemis naturels.

❖ **Les auxiliaires font partie des chaînes alimentaires**

Dans un écosystème, les relations existent entre tous les êtres vivants : ils sont interdépendants. Ces relations sont notamment de type alimentaire. Elles sont appelées chaînes alimentaires ou réseaux trophiques*. C'est en effet la seule façon de transférer de la matière et de l'énergie dans les écosystèmes (Faurie C. et al, 1998 ; Ferron P. (b), 2002). Les auxiliaires sont un des maillons de cette chaîne alimentaire. Leur influence sur la dynamique de population du pucerons est réalisée par :

- **Les prédateurs** : des larves de Diptères et Neuroptères, des larves et adultes de Coléoptères et les oiseaux se nourrissent des pucerons.
- **Les parasites et parasitoïdes** : de nombreuses familles d'Hyménoptères entomophages se développent en parasitoïdes aux dépens des pucerons.
- **Les micro-organismes** : des bactéries, des virus et surtout des champignons entomophages agents de mycoses sont souvent responsables de forts taux de mortalité.

❖ **Modèle de relation « ravageurs-auxiliaires »**

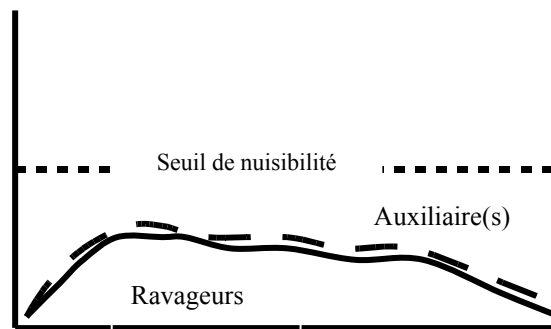
Dans les livres d'écologie, des modèles sont présentés pour expliquer l'évolution d'effectif entre une proie et un prédateur. (modèles de Lokta Volterra ou de Mc Arthur et Connell) (Orth D., 2006 ; Frontier S. et al, 1998 ; Ramade F., 1994) Les pucerons, qui présentent de nombreuses espèces, ont un cortège très important de prédateurs et de parasites. Il est donc difficile d'appliquer un des modèles. En revanche « ces concepts permettent une meilleure compréhension des phénomènes » (Faurie C. et al, 1998). Les auxiliaires sont capables d'ajuster l'intensité de leurs actions prédatrices ou parasitaires, après un certain temps de latence nécessaire à leur multiplication. Cette relation de « densité-dépendance » aboutit à des fluctuations alternées des populations des deux antagonistes autour d'un

état d'équilibre (Jourdheuil P., 1983). L'auxiliaire, vivant au dépend de sa proie, se développera toujours avec ce temps de latence. Il faut donc accepter un certain développement du ravageur avant que l'équilibre se fasse.

L'adaptation de ces modèles à l'agriculture est décrite dans un ouvrage de l'ACTA. Il est distingué deux types d'auxiliaires (Reboulet J.N., 1999 ; Jourdheuil P., 1983) :

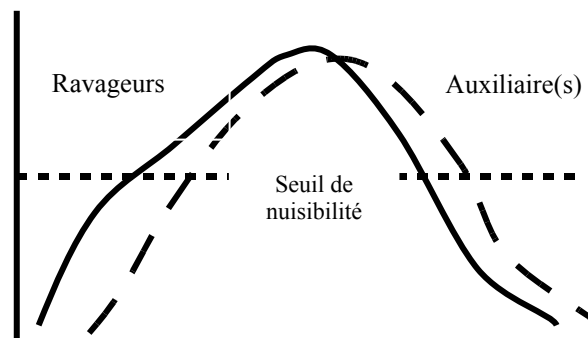
- Les auxiliaires de protection

Si l'entrée en activité des auxiliaires correspond à celui du ravageur, la pullulation reste alors en dessous du seuil de nuisibilité. Ces auxiliaires n'ont généralement pas une rapidité et un potentiel d'accroissement numérique leur permettant d'être abondants et efficaces en période de multiplication des ravageurs. En revanche, ils ont un seuil thermique d'activité relativement bas et sont généralement des prédateurs polyphages, donc capables de survivre sur des proies de substitution en toute saison et donc d'intervenir dès les premiers ravageurs. (Coccinelles)



- Les auxiliaires de nettoyage

La coïncidence dans le temps et l'espace entre le ravageur et l'auxiliaire est souvent imparfaite. Le ravageur peut donc se développer. Les auxiliaires dits de protection n'ont pas une pression de prédation suffisante. Par contre, il existe des auxiliaires qui sont capables de jouer un rôle régulateur important. Ce sont des auxiliaires qui ont un seuil thermique d'activité souvent plus élevé que celui du puceron et arrivent donc plus tard au printemps. En revanche, ils ont la faculté d'ajuster leur cycle biologique à celui de l'insecte qu'ils consomment ou parasitent. Ce sont des auxiliaires souvent très spécifiques dans leur mode d'alimentation ou de reproduction (certaines espèces d'Hyménoptères sont capables de parasiter seulement quelques espèces de pucerons). Ce sont ces auxiliaires qui sont le plus utilisés en lutte biologique.



I.3. Intervenir dans le fonctionnement de l'agrosystème

L'équilibre qu'apporte la biodiversité permet de se poser les questions suivantes :

- Comment intervenir sans rompre l'équilibre ?
- Et surtout, comment recréer un certain équilibre pour favoriser le développement des auxiliaires et donc prévenir des pullulations (augmenter la diversité des auxiliaires, leur précocité et leur rapidité de développement)

.I.3.1. Les interventions directes en AB

Lorsque le ravageur commence à nuire économiquement, des interventions directes peuvent se faire :

- **Les insecticides** : en agriculture biologique, il est possible d'utiliser des insecticides à base de plantes (roténone, pyrèthre). Ces insecticides sont non sélectifs et ont des effets sur les auxiliaires. L'équilibre peut être rompu et entraîner une recrudescence du ou d'un autre ravageur, tel que l'araignée rouge (Berthaux F. et al, 2002 ; Orth D., 2006 ; Le Roux C. et al, 2005)
- **La lutte biologique** : la définition officielle (de l'OILB-SROP) stipule que la lutte biologique est « l'utilisation d'organismes vivants pour prévenir ou réduire les dégâts causés par des ravageurs ». Ces organismes sont parasitoïdes (Hyménoptères) ou prédateurs (punaises prédatrices, coccinelles). D'autres moyens de lutte biologique existent, mais ne sont pas efficaces les pucerons : agents pathogènes (bacillus thuringiensis et champignons) ou compétiteurs (bactéries, champignons)

Pour le cas du puceron, les méthodes de lutte biologique sont assez efficaces sous serre car le milieu est fermé et peu être contrôlé. Le problème se pose différemment à l'extérieur. Les insecticides sont parfois utilisés mais ce n'est jamais très satisfaisant du fait de leurs impacts. Favoriser les auxiliaires naturels devient donc une priorité en agriculture biologique.

.I.3.2. Favoriser les auxiliaires de culture

Favoriser les auxiliaires peut se faire par le choix de techniques culturales et par l'aménagement de l'environnement des cultures. Cette dernière technique est aussi appelée « contrôle biologique par gestion de l'habitat » ou « lutte par conservation », car elle implique une manipulation de l'habitat des auxiliaires.

❖ **Techniques culturales**

Pour limiter les pullulations de pucerons, plusieurs techniques peuvent porter attention :

- Les excès d'azote rendent les plantes plus sensibles aux pucerons (Rutz M. et al, 1990).
- Les cultures associées (exemple : Carottes - Oignons, Choux de Bruxelles – Fèves, Légumineuses – Colza, choux – trèfles) ont une influence sur les populations de pucerons. (Chaubet B., 1992). Ces cultures associées peuvent modifier : la reconnaissance de l'hôte, la colonisation des plantes, la survie et la reproduction des auxiliaires pendant la durée de la culture... (Villeuneuve F., 1999 ; Chaubet B., 1992)
- Diversifier les productions végétales et animales, faire des rotations, permettent de renforcer la biodiversité (Bertrand J., 2001)
- Le semis de plante relais permet d'installer les auxiliaires plus tôt dans la culture : exemple les choux frisés semés un mois avant la mise en place de la culture de chou-fleur abritent des momies 2 à 3 semaines plus tôt que la culture. (Freuler J. et al, 2001)

❖ **Contrôle biologique par gestion de l'habitat**

Le renforcement de la biodiversité fonctionnelle peut être obtenu par l'aménagement des parcelles de façon à répondre aux besoins du plus grand nombre d'espèces auxiliaires. Elle a pour but d'augmenter les populations d'auxiliaires et le nombre de ces populations. Les auxiliaires doivent trouver tout au long de l'année les ressources et les conditions correspondant à chaque phase de leurs cycles (Garcin A. et al, 2005 ; Sarthou J.P., 2006 ; Baudry O. et al, 2000 ; Rabasse J.M., 1983) :

- Fournir des abris face aux conditions difficiles (hiver et été)
- Fournir une alimentation variée : hôtes et proies de substitution lorsque les parcelles cultivées en sont dépourvues ; nectar et miellat pour les hyménoptères, les syrphes, les chrysopes... dont les larves vivent au dépend du puceron.

Ces aménagements sont très divers (Garcin A. et al, 2005 ; Baudry O. et al, 2000 ; Jay M., 2000) :

- Haies composites
- Bosquets
- Bandes herbeuses et talus
- Bandes fleuries ou florales
- Prairies permanentes et jachères
- Murs et murets en pierre
- Nichoirs et gîtes artificiels
- Plants d'eau et mares

Un travail important de recherche a été fait sur les haies composites. Les notions principales qui ressortent sont (Debras J.F. et al, 2001 ; Baudry O. et al, 2000) :

- Augmenter la diversité des espèces végétales, augmente la diversité des auxiliaires. En effet, chaque ravageur a plusieurs prédateurs et parasitoïdes. La diversité des auxiliaires est donc plus grande que la diversité des phytophages. En revanche, quand le nombre d'essence de la haie est élevée, la diversité des phytophages se trouve augmenter par rapport à la diversité des auxiliaires, les auxiliaires étant commun entre plusieurs ravageurs. Il faut donc chercher une diversité optimale (12 à 15 essences) et non pas une diversité maximale.
- Certaines essences ont des pucerons spécifiques. C'est-à-dire qu'ils n'ont aucun impacte sur les autres espèces végétales, mais attirent les aphidiphages. C'est le cas du noisetier et du sureau.
- Choisir des espèces de groupes botaniques éloignés de ceux des cultures, limite les risques de phytophages communs.
- Les familles botaniques les plus intéressantes sont celles les plus représentées dans la région.
- Une haie doit avoir plusieurs étages de végétations et être assez large.
- Une haie doit être intégrée à un réseau (haie, bosquet, bandes fleuries) pour permettre la circulation des insectes et animaux : fonction de corridors écologique (Bertrand J., 2001 ; Koller N., 1996)

Les haies ont été étudiées dans le cadre des vergers dont la culture est pérenne et les essences sont peu diversifiées. La problématique du maraîchage est différente car les cultures sont courtes, et le nombre d'espèces utilisées est important.

Un inventaire faunistique sur une haie de 7 espèces (Laurier Tin, Pyracantha, Eleagnus Ebbengei, Forsythia, Sureau noir, Noisetier et Lilas) a été réalisé à la SERAIL de 2001 à 2003. L'étude a montré l'intérêt de la haie pour favoriser les auxiliaires du puceron (Hyménoptères parasitoïdes, araignées et Héteroptères). Le Laurier Tin, le Sureau noir et le Noisetier sont les espèces où le nombre d'auxiliaire récolté a été le plus important. En revanche, aucun prélèvement n'a été effectué sur les cultures légumières adjacentes afin de les comparer avec les auxiliaires capturés sur la haie (Briat N., 2004).

I.4. Les bandes fleuries, un outil de biodiversité

Les bandes fleuries sont un des outils pour l'aménagement des abords des champs cultivés.

I.4.1. Intérêts des fleurs

Leurs intérêts sont liés à l'ensemble de la plante (tiges, feuilles, fleurs) :

- Concernant les syrphes, le nectar des fleurs procure l'énergie nécessaire au vol et le pollen conditionne la fécondité des femelles (Hickman J.M. et al, 1994 ; Mercier M., 2005).
- La présence d'Astéracée et de Phacélie engendre une fréquence plus importante de Syrphes (Cousin D. et al, 2000).
- Plusieurs hyménoptères parasitoïdes se nourrissent de préférence du nectar de certaines ombellifères (Duval J., 1993 ; Garcin A. et al, 2003).
- Les fleurs de composées servent de source de glucides (nectar) pour les larves de chrysopes (Downes J.A., 1974).
- La faune arthropode du sol (carabes, staphylins et araignées) est favorisée par les bandes fleuries (Garcin A. et al, 2003). Cette faune trouve aussi refuge pendant les travaux du sol.
- La spécificité des coccinelles n'est pas seulement alimentaire. Les espèces se répartissent en fonction des différents strates que forme le couvert végétale : plantes basses (rôle que peuvent jouer les fleurs), arbustes, arbres. (Iperti G., 1983)
- Le bleuet a un puceron spécifique (Uroleucon jaceae) (Sarhou J.P., 2006).
- Le GRAB (Groupe de Recherche en Agriculture Biologique) a montré que des auxiliaires hivernaient dans les tiges creuses des fleurs (Romet L. (a), 2005)
- La mise en place des fleurs est aisée par rapport aux haies. Elles peuvent être semées pour quelques mois ou pour plusieurs années.



Photo 2 : bande fleurie 2006

I.4.2. Limites

Les bandes fleuries peuvent présenter quelques limites :

- Les fleurs par leur forme, ne conviennent pas à tous les insectes. Par exemple, le rostre de la syrphie est trop court pour puiser le nectar des fleurs de phacélie (White A.J. et al, 1995). Les mélanges pluri-espèces sont donc nécessaires.
- L'hivernage de plantes relais à proximité d'une culture n'avantage pas les parasitoïdes, mais plutôt leurs ennemis, qui sont les hyperparasitoïdes (Freuler J. et al, 2001).

- Elles hébergent aussi des ravageurs. Certaines fleurs mellifères sont favorables à des lépidoptères ravageurs (Chaubet B., 1992). Au printemps 2006, à la SERAIL, une bande fleurie de 3 ans a favorisé les limaces (cf. annexe 3)
- Les refuges et la nourriture que procurent la bande fleurie ne concentrent-ils pas les auxiliaires sur elle-même, au détriment de la culture ?
- Le maraîchage utilise beaucoup de familles botaniques différentes. Il n’est donc pas facile d’utiliser des familles éloignées comme cela se pratique dans les vergers.

.I.4.3. Type de bandes florales

Les bandes florales peuvent se présenter sous différentes formes (Garcin A., 2003 ; Duval J., 1993) :

- Couvre-sol (sarrasin, moutarde, phacélie...)
- En arboriculture : plantes compagnes cultivées dans l’environnement immédiat des arbres sans éliminer pour autant la couverture du sol déjà établit.
- Les zones florales ou bandes fleuries créées à l’intérieur ou à la périphérie de la culture



Photo 3 : bande fleurie âgée de 3 ans et salade

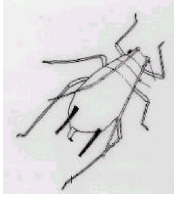
.I.4.4. Quels réseaux trophiques ?

En utilisant les bandes florales, deux stratégies peuvent être étudiées :

- **Favoriser un réseau trophique** pour résoudre un problème particulier. C’est le cas de l’utilisation des plantes relais (Freuler J. et al, 2001) ou des bandes florales annuelles de phacélies, sarrasin ou de bourrache, pour attirer les syrphes et lutter contre le puceron du chou (Mercier M., 2005) ou de la salade (Legrand M. et al, 2006). La date de plantation de ces bandes fleuries correspond à une floraison recherchée par rapport au stade de la culture. Ces bandes fleuries sont ensuite détruites lors de nouvelles cultures.
- **Favoriser l’ensemble des relations entre les insectes.** C’est une approche plus globale, à l’échelle de l’exploitation, et qui se résonne dans le temps (Deguine J.P. et al, 2004). Le travail à la SERAIL s’inscrit dans cette démarche car, la recherche sur les bandes fleuries répond à une demande des maraîchers qui sont en production diversifiée dans la région Rhône Alpes. Les espèces cultivées ainsi que les variétés sont nombreuses et les productions sont étalées sur toute l’année (exemple chez CATRY Dimitri : 40 espèces, 100 variétés et 140 itinéraires culturels différents).

II. Salades, Pucerons, Auxiliaires

II.1. Les pucerons de la salade



Les pucerons sont de petits insectes de la famille des Hémiptère. Ils sont phytophages. Leur système buccal de type piqueur-suceur est composé de stylets perforants, longs et souples, coulissant dans un rostre. Il sert à prélever la sève élaborée. Ce mode de nutrition peut entraîner au niveau de la plante une réaction à la piqûre ou à la toxicité de la salive (déformation des feuilles), un ralentissement de croissance lié à la consommation de la sève, une infection par un

virus dont il est le vecteur (exemple le virus de la Mosaïque de la laitue-LMV). Le puceron rejette un miellat sur lequel se développent des champignons agents de fumagines qui entravent la respiration de la plante et son assimilation chlorophyllienne. De plus, leur présence dans les cœurs déprécie le produit au moment de la récolte. (Hulle M. et al 1999 ; Thicoïpé J.P., 1997)



Photo 4 : *Nasonovia ribisnigri*, dégât sur laitue

II.1.1. Cycle biologique

La plupart des espèces mentionnées sur salade sont dioeciques* : c'est à dire que la plante hôte est différente entre l'hiver et l'été. Par exemple, l'hôte primaire (pendant l'hiver) de *Nasonovia ribis-nigri* est le groseillier, et les hôtes secondaires (le reste de l'année) sont les Astéracées (laitue, chicorée, endive...) et les Scrophulariacées (véronique...) (Hulle M. et al 1999).

La reproduction sexuée a lieu à l'automne sur l'hôte primaire. Les œufs, forme de résistance au froid, permettent de passer l'hiver et donnent naissance au printemps à une première génération de fondatrices aptères. En dehors de cette phase hivernale, la reproduction est parthénogénétique* : les femelles donnent naissance à des femelles qui elles mêmes donneront naissance à d'autres femelles sans aucune fécondation. Ce mode de reproduction est très efficace et occasionne les pullulations de pucerons si il y a peu de facteur limitant. Une seule femelle peut engendrer un milliard de descendants en trois mois (cf. croissance d'une population dans I.2.2.).

Les femelles ailées sont celles qui assurent les vols migratoires de colonisation sur l'hôte secondaire (à la fin du printemps), les vols de dissémination dans les parcelles et les vols de retour avant l'hiver.

Une description plus précise du cycle biologique est présenté en annexe 7.

II.1.2. Les principales espèces

Par rapport aux historiques des identifications de pucerons présents dans les parcelles de la SERAIL et à la bibliographie (Hulle M., 1996) les 5 espèces suivantes sont le plus fréquemment rencontrées (description dans l'annexe 7) :

- ***Nasonovia ribis-nigri*** (mosley) : c'est le puceron de la laitue. Ils se développent sur la face intérieure des feuilles de laitue et chicorée.

- **Myzus persicae** (Sulz) : c'est le puceron vert du pêcher.
- **Macrosiphum euphorbiae** (Thomas) : c'est le puceron vert et rose de la pomme de terre.
- **Aulacorthum solani** : c'est le puceron strié de la digitale et de la pomme de terre.
- **Aphis gossypii** : c'est le puceron du melon et du cotonnier. Il est occasionnel sur les astéracées.

En France d'autres pucerons peuvent se trouver sur des salades : *Hyperomyzus lactucae* (puceron du groseillier et du laiteron), *Phemphigus bursarius* (puceron laineux des racines de laitue), *Protama flavescens* (gros puceron des racines de la laitue) (Hulle M. et al 1999).

Chaque espèce de pucerons a ses spécificités morphologiques. Des clefs de détermination existent. Les points morphologiques observés sont la présence de pigmentation, les cornicules*, le cauda*, les antennes et les tubercules frontaux*.

II.2. Les auxiliaires

Les auxiliaires qui se nourrissent de pucerons sont nombreux. On distingue les insectes (3 paires de pattes), les arachnides (4 paires de pattes) et les champignons entomopathogènes. Le mode d'alimentation des insectes permet de les subdiviser en deux groupes : les prédateurs et les parasitoïdes.

II.2.1. Les insectes prédateurs

❖ Les Coléoptères

Les coléoptères ont les ailes antérieures (élytres) épaisses et cornées, qui, à l'exception des staphylin, couvrent la totalité de l'abdomen. Les pièces buccales sont broyeuses. Les Coléoptères ont une métamorphose complète avec quatre états bien caractérisés : œuf, larve, nymphe et adulte. Les larves sont très différentes des adultes, mais ont, la plupart du temps, le même type de nourriture. Les prédateurs du puceron se rencontrent parmi les familles de coléoptères suivantes :


- **Les coccinelles** : elles sont de petites taille, très bombées et de forme circulaire. Les couleurs sont vives et les dessins très variables. 65 % sont aphidiphage*. La majorité des coccinelles françaises se reproduisent essentiellement au printemps. Elles ne développent généralement qu'une génération par an. Le stade larvaire dure un mois. En cas de forte attaque de pucerons, la coccinelle ne s'adapte pas. En revanche, elle est précoce



Photo 5 : larve de coccinelle




au printemps et donc capable de combattre efficacement les premières pullulations de pucerons. (Iperti G., 1983) Les sites d'estivo-hivernation de la coccinelle sont (Savojskaya G.I., 1966) : sous les écorces d'arbres, sous les pierres, en montagne dans les bosquets ou les touffes d'herbes, en plaine aux pieds des collines et dans la litière à la base des touffes d'herbes, dans la couche superficielle du sol.

-  **Les carabiques** : ce sont des prédateurs d'insectes vivant le plus souvent au niveau du sol. Les larves, vivant dans le sol, comme l'adulte sont carnivores. Ils sont actifs la nuit. Les pattes, longues et fortes, sont adaptées à la course. Les adultes sont des chasseurs et consomment essentiellement des limaces, des escargots, des vers de taupin et des pucerons.

- **Les staphylins** : ils sont de taille très variable. Les élytres ne couvrent qu'une faible partie de l'abdomen. En position de défense, l'abdomen se relève en forme d'arc de cercle.



-  **Les cantharides** : les élytres sont mous. Les adultes colonisent les graminées et les ombellifères, se nourrissant de pucerons et autres ravageurs des cultures. Les larves, également prédatrices, vivent dans le sol. (Rougon D., 2004)


❖ Les Diptères

Ils sont communément appelés mouches. Ils sont caractérisés par leur unique paire d'ailes antérieures, les postérieures étant transformées en balancier. L'appareil buccal peut être piqueur ou suceur sous forme de trompe. Les Diptères ont une métamorphose complète (œuf, larve, puppe, adulte). Les adultes sont floricoles. Les larves de Diptères entomophages sont apodes. Ces larves ont leur appareil buccal constitué de stylets ou de crochets buccaux avec lesquels elles consomment leurs proies. Les deux familles dont les larves sont prédatrices de pucerons sont :

- **Les syrphes** : les adultes se nourrissent de pollen et de nectar. Leur corps est souvent rayé de jaune et noir, ressemblant à des petites guêpes. Les syrphes se reconnaissent facilement à leur vol stationnaire et rapide. Ses vols migratoires, pour rechercher de la nourriture ou un climat plus favorable, permettent de coloniser rapidement des champs cultivés. La ponte d'une femelle d'*Episyrphus balteatus* DEG est de



l'ordre d'un millier d'œufs. La voracité larvaire est de l'ordre de 500 pucerons en seulement 10 à 12 jours. Le bagage enzymatique de la larve est particulièrement riche, ce qui lui permet « d'affronter » des espèces de pucerons très diverses. (Sarhou J.P., 2004)

-  **Les cécidomyies** : les adultes se nourrissent de pollen. Leur corps est fin. Ce sont des petites mouches de 2,5 mm. La larve est efficace en été

et à l’automne. Elles sont rouges et assez difficiles à voir. Son développement larvaire est de 3 à 6 jours. Une larve du genre *Aphidoletes* peut consommer de 7 à 20 pucerons par jour.

❖ Les Neuroptères



Ces insectes se caractérisent par deux paires d’ailes disposées en toit au repos et qui comportent de nombreuses nervures. Ils ont une métamorphose complète. Les familles, dont les larves consomment des pucerons sont les **Chrysopes** et les **Hémérobés**. Une larve peut consommer 500 pucerons sur 15 à 20 jours. Les adultes sont floricoles.



❖ Les Hétéroptères

Les insectes de cet ordre sont plus connus sous le nom de punaises. Ce sont des insectes de forme et de taille très variée. Leurs pièces buccales sont constituées par un rostre articulé. Leurs ailes postérieures sont membraneuses (membrane) et les ailes antérieures (hémélytres) sont sclérifiées de façon hétérogène. Les Hétéroptères n’ont pas de métamorphose au sens strict, et suivent une évolution progressive de la larve jusqu’à l’adulte. Certaines familles sont phytophages, d’autres carnivores. Les familles auxiliaires contre le puceron sont les **Anthocorides** (genre *Orius* ou *Anthocoris*), les **Mirides** et les **Nabides**.



Photo 6 : Nabides



Photo 7 : Anthocorides genre *Orius*

❖ Les Dermaptères

Les **perces-oreilles** ou forficules sont des insectes allongés, au corps un peu aplati. Ils ont les ailes postérieures d’une forme assez arrondie, repliées sous les ailes antérieures très courtes et découvrant largement l’abdomen. Ils sont généralement végétariens, mais peuvent se nourrir de divers insectes.



.II.2.2. Les insectes parasitoïdes

❖ Les Hyménoptères

C’est un ordre d’insecte immense : abeilles, bourdons, guêpes, fourmis, etc. Les Hyménoptères ont quatre ailes transparentes. Leurs pièces buccales sont de type broyeur ou de type lécheur avec des mandibules toujours fonctionnelles. Ils ont une métamorphose complète. De nombreuses espèces sont carnivores à l’état larvaire et nectarivores à l’état adulte (Villemant C., 2006).



Photo : momies de puceron

Les familles qui parasitent le puceron appartiennent au sous ordre des Apocrites : **Ichneumonides**, **Brachonides** et **Aphelinides**. Ces Hyménoptères insèrent un œuf dans le corps du puceron. La larve se développe à l’intérieur, ce qui entraîne sa mort. La nymphose a lieu dans la momie du puceron, puis l’adulte s’en échappe en y forant un trou (Reboulet J.N., 1999). Ils sont inféodés à un ou quelques hôtes : ils sont donc très spécifiques. Certains parasitoïdes comme *Diaeretiella Rapae* possèdent l’avantage de pouvoir être transporté aux stades œuf et au premier stade larvaire dans le corps des pucerons cendrés parasités ailés. Ce transport passif est avantageux pour le parasitoïde, qui se trouve « automatiquement » en parfaite coïncidence avec le puceron cendré (Vater G., 1971).

Une spécificité d’hôte élevée, une durée de génération courte, une bonne synchronisation phénologique avec son hôte et enfin une fertilité élevée lui confèrent une efficacité potentielle intéressante en lutte biologique (Freuler J. et al, 2001). Les plus connus sont : *Aphelinus abdominalis*, *Aphidius colemani* et *Aphidius ervi*.

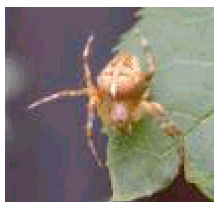
Photo 8 : *Apheninus abdominalis*Photo 9 : *Aphidius colemani*

II.2.3. Les Arachnides

Ils se distinguent des insectes car ils ont 4 paires de pattes. Ils n’ont pas d’ailes et leur corps n’est jamais divisé en 3 régions distinctes. Les Arachnides, prédateurs de pucerons sont :

❖ Les acariens

Les acariens, sont des ravageurs fréquents, mais quelques un sont prédateurs d’acariens, de trips et de pucerons. Les prédateurs sont de la famille des Phytoséiides, appelés également « Typhlodromes ». Leur corps est en forme de poire et une coloration qui varie de blanc jaunâtre à rougeâtre selon les espèces ou selon leur nourriture. Les acariens sont souvent utilisés en lutte biologique (*Neoseiulus californicus*, *Phytoseiulus persimilis*).



❖ Les araignées

Elles sont toutes prédatrices polyphages. Les araignées présentes sur les cultures mesurent entre 1 mm et 15 mm. Elles chassent ou tissent un piège. Leur rôle précis dans l'élimination des ravageurs est insuffisamment connu (Reboulet J.N., 1999 ; Mandrin J.F., 2004).

❖ Les opilions

Ils ressemblent aux araignées. Le corps n'est pas séparé (la limite entre la carapace et l'abdomen étant très difficile à localiser). Ils ne produisent pas de soie. Ils sont généralement nocturnes et se nourrissent de petits animaux vivants ou morts.



.II.2.4. Les champignons

De nombreuses espèces de champignons microscopiques peuvent engendrer des maladies, appelées mycoses. Ces champignons sont principalement du genre **Beauveria** et du genre **Entomophthora** (famille des entomophtorales). Ce dernier attaque notamment les pucerons. Leur impact dépend du climat du lieu de culture : à température adéquate ($> 20\text{ }^{\circ}\text{C}$) et d'humidité ($> 85\%$), les



Entomophtorales peuvent créer une véritable épizootie. (Reboulet J.N., 1999) Le puceron est tué par une toxine qu'émet le champignon. Le mycélium envahit la cavité du puceron, qui devient alors une momie. Le champignon fructifie et contamine l'ensemble de la colonie par ses spores.

Entomophthora sp sur Bombus sp

I

III. Conclusion

La biodiversité est un facteur de production à part entière par la stabilité écologique qu'elle crée dans l'agrosystème. Cette biodiversité est maintenue par l'aménagement de l'environnement (haies, bosquets, jachères, bandes herbeuses et fleuries).

Les Diptères (syrphes et cécidomyies), les Neuroptères (chrysopes) et les Hyménoptères (genre *Aphidius* et *Aphelinus*) sont, au stade adulte, floricoles. Avec les Coléoptères (coccinelles, staphylins et cantharides), ils sont les principaux entomophages de pucerons. Les bandes fleuries s'intègrent bien dans la biodiversité fonctionnelle. Le pollen, le nectar, l'hébergement de pucerons spécifiques, l'abri physique pour la période estivale ou hivernale, la rapidité de mise en place, sont autant de facteurs favorables à son implantation dans ou autour des parcelles cultivées.

L'efficacité potentielle des auxiliaires contre le puceron et leur utilisation en lutte biologique sont représentées dans le tableau suivant (Reboulet J.N., 1999) :

Ordre	Famille	Efficacité	Lutte biologique
Coléoptères	coccinelles	**	(B)
	carabiques	*	
	staphylins	*	
	cantharide		
Diptères	syrphes	**	
	cécidomyies	**	B
Neuroptères	chrysopes hémerodes	**	B
Hétéroptères	anthocorides	*	
	mirides		
	nabides		
Dermaptères	forficule	*	
Hyménoptères	brachonides aphélinides ichneumonides	**	B
Arachnides	acarien	*	
	araignée	*	
Champignon	Genre Entomophthora	**	

** l'auxiliaire peut éliminer à lui seul l'infestation du puceron

* l'auxiliaire ne parvient que rarement à limiter l'infestation du puceron

Les auxiliaires sont nombreux. Certaines stratégies privilégient un couple ravageur-auxiliaire. La SERAIL répond à une demande de maraîchers qui sont en production diversifiée. La multitude d'espèces cultivées et de date de culture rend ces stratégies difficiles à mettre en place. Ainsi, le choix est porté sur l'implantation de bandes fleuries multi-espèces pérennes. Elles doivent répondre aux objectifs suivants :

- Implantation pour 3 à 5 ans
- Floraison le plus longtemps au cours de l'année
- Incluse dans un réseau d'aménagement (haies et bandes herbeuses)
- Apporter cette biodiversité nécessaire au plus proche des cultures
- Implantation et gestion les moins contraignantes possible

CONCLUSION

L'aménagement de bandes fleuries dans les parcelles cultivées contribue au maintien de la biodiversité. Celle qui concerne le fonctionnement écologique de l'agrosystème est appelée biodiversité fonctionnelle. Dans l'objectif de maintenir cette biodiversité favorable aux auxiliaires, des aménagements (haies, bandes fleuries, jachères...) peuvent être réalisés. Cette « manipulation de l'habitat » des auxiliaires doit prendre en compte la dynamique des populations, les cycles biologiques, l'habitat et l'alimentation des ravageurs et des auxiliaires.

L'implantation de bandes fleuries, dans le cadre de la SERAIL, répond aux attentes des agriculteurs de la région Rhône Alpes, qui sont en production diversifiée pour une vente au détail. Aucun auxiliaire n'est spécifiquement favorisé car le nombre de culture et donc des ravageurs est trop important. Son impact est étudié au travers du puceron de la salade. Six fleurs ont été semées (l'achillée millefeuille, l'aneth, le bleuet des champs, le lotier corniculé, la phacélie et le souci).

La pullulation des pucerons a été régulée sur la modalité étudiée (avec bandes fleuries) et sur la parcelle témoin, sans aucune intervention. Les auxiliaires qui ont joué un rôle régulateur sont : les coccinelles, les syrphes, les cantharides, les staphylins, les punaises, les araignées, les Hyménoptères parasitoïdes et les champignons entomopathogènes.

Il y a peu d'écart entre les courbes d'évolution des pucerons. L'environnement des parcelles très diversifiées à la SERAIL joue donc un rôle important : la richesse de la biodiversité n'a pas permis de mettre en évidence un intérêt supplémentaire de la bande fleurie implantée à proximité de la culture. L'essai montre toutefois que les bandes fleuries sont un outil efficace pour attirer une quantité et une diversité d'auxiliaires importantes. Leur intérêt est d'autant plus fort que l'environnement est peu diversifié.

Des effets négatifs ont été observés sur les bandes fleuries : présence de limaces et retard d'intervention des auxiliaires sur les salades. Des précautions, à l'avenir, sont nécessaires pour éviter ces effets. Le coût et le temps, pour mettre en place les bandes fleuries, sont des contraintes. Des solutions techniques, économiquement viables, doivent être trouvées pour permettre leurs vulgarisations.

La biodiversité ne doit pas faire oublier les techniques de cultures, le choix des variétés, la lutte biologique... La biodiversité est un facteur de production qui a longtemps été oublié. Elle concerne la parcelle (haie, bande fleurie) mais aussi le paysage (haie, bosquet, rivière, prairie, jachère, les différentes productions agricoles...)

La prise en compte de la biodiversité nécessite une approche globale de l'exploitation dans son environnement. En plus du facteur de production, elle apporte un aspect esthétique et de loisir (faune et flore) au paysage. L'agriculteur retrouve alors un rôle multifonctionnel dans l'espace rural en intégrant son intérêt agricole.

BIBLIOGRAPHIE

(Références principales)

- Baudry O., Bourgery C., Guyot G., Rieux R., 2000.** Haies composites – réservoirs d'auxiliaires. Ed. Hortipratic, 166 p.
- Bertrand J., 2001.** Agriculture et biodiversité – un partenariat à valoriser. Ed. Educagri,
- Briat N., 2004.** Inventaire faunistique 2001-2002-2003 haie multi-espèces. Rapport d'activité FREDEC.
- Chaubet B., 1992.** Diversité écologique, aménagement des agro-écosystèmes et favorisation des ennemis naturels des ravageurs : cas des aphidiphages. INRA Courrier de l'environnement n° 18 : p 45-63.
- Chinery M., 1986.** Insectes de France et d'Europe occidentale. Ed. Arthaud, 320 p.
- Jay M., 2000.** Oiseaux et mammifères, auxiliaires des cultures. Ed. Hortipratic, 203 p.
- Leclant F., 1999.** Les pucerons des plantes cultivées, clefs d'identification : II cultures maraîchères. Ed. ACTA, 98 p.
- Ramade F., 1994.** Eléments d'écologie – écologie fondamentale. Ed. Ediscience, 579 p.
- Reboulet J.N., 1999.** Les auxiliaires entomophages – reconnaissance, méthodes d'observation, intérêt agronomique. Ed. ACTA, 136 p.
- Romet L. (a), 2005.** Bandes florales et biodiversité fonctionnelle enverger. Journées Techniques Nationales Fruits & Légumes et Viticulture Biologiques à Beaune le 6 et 7 décembre 2005, p 53-60.
- Sarthou J.P., 2006.** Dossier : la biodiversité dans tous ses états. Alter Agri n°76, p 4-14.
- Wyss E., 2005.** Les principes bio recèlent encore un énorme potentiel. Bioactualités août 2005, p12-13.

Références tirées d'Internet

[http : //www.inra.fr/Internet/Produits/HYPPZ/RAVAGEUR.htm](http://www.inra.fr/Internet/Produits/HYPPZ/RAVAGEUR.htm) le 01/08/06

[http : // insectes.org](http://insectes.org) le 22/08/06

[http : //www.inra.fr/Internet/Hebergement/OPIE-Insectes/pa.htm](http://www.inra.fr/Internet/Hebergement/OPIE-Insectes/pa.htm) le 22/08/06

autre site : www.arthropologia.org