

CONFERENCES PLENIERES :
PROGRAMME SOLAB

MERCREDI 12 DECEMBRE

REDUCTION DU TRAVAIL DU SOL ET EVALUATION DE LA FERTILITE DES SOLS : LE PROJET SOLAB

Laetitia Fourrié

ITAB, Ferme Expérimentale, 2485 Route des Pécolets, 26 800 ETOILE SUR RHONE
04 75 55 75 63, laetitia.fourrie@itab.asso.fr

RESUME

Le projet SolAB (2009-2011) porte sur la gestion des sols et son impact sur la fertilité dans les systèmes de Grandes Cultures, Maraîchage, Arboriculture et Viticulture. Ce projet s'appuie sur un réseau de 24 partenaires et 18 sites expérimentaux en France.

Différents **modes innovants de gestion du sol** sont étudiés : les techniques culturales simplifiées (TCS) en Grandes Cultures, les planches permanentes et autres TCS en Maraîchage et les alternatives à l'entretien mécanique sous le rang en Arboriculture et Viticulture. La faisabilité et la durabilité de ces modes de gestion innovants du sol sont évaluées par le suivi de différents critères.

Pour **évaluer la fertilité des sols**, plusieurs outils de diagnostic simplifiés utilisables en Grandes Cultures, Maraîchage, Arboriculture et Viticulture sont proposés : le test bêche pour évaluer la structure du sol et trois bio-indicateurs liés aux populations ou à l'activité des vers de terre.

Les acquis du projet sont transmis à travers des démonstrations et des manifestations sur les sites ou bien grâce aux divers supports techniques (vidéos, guides et protocoles techniques) produits par les partenaires du projet SolAB.

Titre : Etude des effets de différents modes innovants de gestion du sol en AB sur la fertilité et ses modes d'évaluation

Durée du projet: 2009-2011

Budget: 938 K€

Partenariat :

Animation et Chef de projet : ITAB

Grandes cultures: AgroBio Poitou Charentes, Chambres

d'Agriculture de la Drôme, de l'Isère, de Bretagne, INRA ASTER-Mirecourt, ISARA Lyon

Maraîchage: ADABio, GRAB, SERAIL, PLRN, ACPEL, Chambre d'Agriculture du Rhône.

Arboriculture: Chambre d'agriculture de Normandie, CTIFL, IFPC, INRA Gothon, GRAB

Viticulture: Chambre d'Agriculture Hérault, Cave de Die Jaillance, GRAB, IFV

Expertise scientifique : INRA Avignon et Alénya

Financeurs: CAS DAR, co-financements et auto-financements

Types de production: Grandes cultures, maraîchage, arboriculture, viticulture

Mots clés: sol, agriculture biologique, techniques culturales, outils de diagnostic, fertilité



Figure 1 – Carte d'identité du projet SolAB

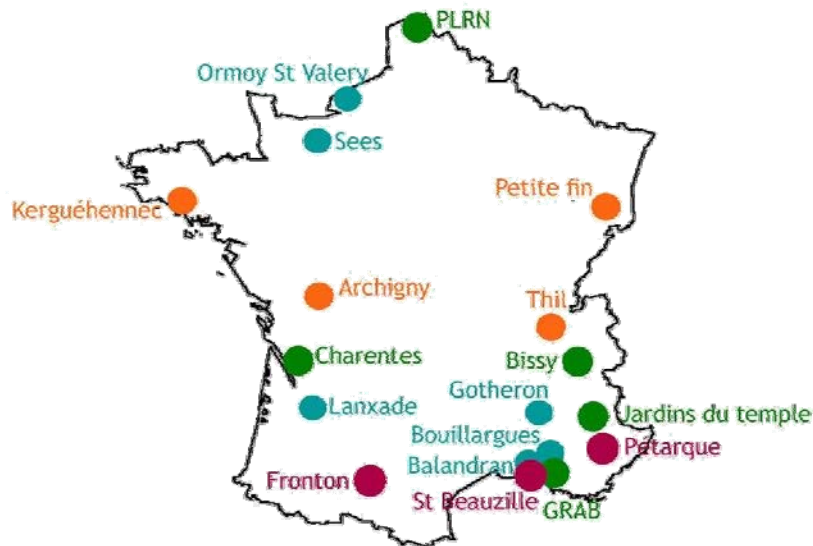
ENJEUX DU PROJET

En agriculture biologique, la préservation de la fertilité du sol est essentielle car le sol est le pivot du système de production.

Les agriculteurs biologiques se posent de plus en plus de questions sur l'impact de leurs techniques culturales sur la qualité du sol car les problèmes de structure peuvent être particulièrement importants. Dans le cas du maraîchage, la succession rapide de plusieurs cultures sur l'année entraîne des passages d'engins répétés dans des conditions de ressuyage et de portances parfois inadaptées à l'origine de problèmes de lissage et de compaction. L'altération de la fertilité du sol se retrouve de la même façon dans les systèmes de grandes cultures, où les passages d'engins peuvent être nombreux, en lien avec la lutte contre les adventices. En cultures pérennes, les problèmes de dégradation de structure se doublent d'effets négatifs des opérations mécaniques sur le système racinaire des arbres.

UN RESEAU DE SITES EXPERIMENTAUX

Le projet SolAB, d'une durée de trois ans débuté en 2009, repose sur un réseau de parcelles représentatives des quatre principaux systèmes de production végétale (grandes cultures, maraîchage, arboriculture et viticulture) et conduites selon différents modes de gestion des sols visant tous à diminuer les façons culturales (figure 2).



Grandes cultures / Maraîchage / Arboriculture / Viticulture

Figure 2 – Les 18 sites expérimentaux du projet SolAB

ETUDE DES EFFETS DE DIFFERENTS MODES INNOVANTS DE GESTION DU SOL EN AB

Le suivi de ces parcelles avec des méthodes et outils harmonisés permet d'évaluer l'intérêt de modes innovants de gestion du sol :

- la suppression du labour en cultures annuelles (semis direct en grandes cultures, planches permanentes en maraîchage),
- la mise en place des plantes de couverture et des mulchs en alternative à l'entretien mécanique des rangs des cultures pérennes.

Ces méthodes de gestion du sol sont évaluées sur leur efficacité agronomique, économique et environnementale, mais surtout sur l'impact qu'elles ont sur les paramètres physiques, chimiques et biologiques de la fertilité du sol.

EVALUATION DE LA FERTILITE DES SOLS : PROPOSITION D'OUTILS SIMPLIFIES

La fertilité des sols est analysée grâce au suivi de plusieurs indicateurs des composantes physiques, biologiques et chimiques du sol, qui sont mis en relation afin de proposer des outils de diagnostic simplifiés aux agriculteurs et conseillers.

En effet, il y a d'un côté un grand besoin de références sur le fonctionnement du sol, et de l'autre côté un manque d'outils, ceux existants étant soit limités (analyses de terre physico-chimique « classiques »), soit lourds à mettre en place (profil de sols, interventions de pédologues et d'agronomes au cas par cas).

Pour améliorer le diagnostic agronomique et environnemental apporté aux agriculteurs, les travaux ont donc porté sur la mise au point d'**outils de diagnostic simplifiés** utilisables en **Grandes cultures, Maraîchage, Arboriculture et Viticulture** :

- 1 outil pour évaluer la structure du sol (test bêche)
- 3 bio-indicateurs liés aux populations de vers de terre ou à leur activité : le prélèvement et l'identification des vers de terre par catégorie écologique, le test Beer Kan et le test macropores.

La mise au point de ces outils s'est effectuée en 4 étapes : construction du test, évaluation de la faisabilité dans différentes situations culturales, validation et transfert.

CONCLUSION

Le projet SolAB a permis d'approfondir les connaissances sur les modes de gestion du sol innovants en grandes cultures, maraichage, arboriculture et viticulture. Il a également permis de proposer 4 outils simplifiés d'évaluation de la fertilité des sols.

L'approche transversale aux productions développée dans ce projet a été riche pour tous les partenaires.

L'appropriation de ces connaissances et de ces outils au-delà du partenariat de SolAB est facilitée par la production de divers supports techniques (vidéos, guides et protocoles techniques) et relayées par les partenaires, notamment à travers des démonstrations et des manifestations sur les sites expérimentaux.

L'ensemble des résultats du projet sont disponibles sur <http://www.itab.asso.fr/programmes/solab.php>.



Le projet SolAB (n°8037) a reçu l'appui financier du Compte d'Affectation Spéciale du Développement Agricole et Rural (CASDAR) géré par le ministère chargé de l'agriculture.

UNE QUESTION ? UN OUTIL ! PRESENTATION DE TROIS OUTILS D'EVALUATION DE LA FERTILITE DU SOL

Claude-Eric Parveaud¹, Laetitia Fourrié², Flora Loridat², Anne Kerdranvat³, Fabrice Clerc³, Joséphine Peigné⁴, Fleur Pesty¹, Claude Bussi⁵, Yvan Capowiez⁶, Hélène Vedie⁷

1 GRAB, Domaine de Gotheron, 26320 Saint-Marcel-les-Valence

2 ITAB, 2485 route des Pécolets, 26800 Etoile sur Rhône

3 ADABIO 40 av. Marcelin Berthelot BP2608 38036 Grenoble Cedex 2

4 ISARA-Lyon 23 rue Jean Baldassini, 69364 Lyon

5 INRA UERI Domaine de Gotheron 26320 Saint-Marcel-les-Valence

6 INRA PSH Site Agroparc 84914 Avignon Cedex 9

7 GRAB, Maison de la Bio, 84911 Avignon Cedex 9

RESUME

La structure d'un sol, sa porosité et sa population de vers de terre peuvent être utilisés comme indicateurs pour le caractériser, étudier l'effet d'une ou plusieurs pratiques culturales, comparer des parcelles. Du fait de la complexité et/ou du temps nécessaire à la mise en œuvre d'outils pour évaluer ou mesurer ces indicateurs, ceux-ci sont rarement utilisés. Dans le cadre du projet SolAB, des outils simples ont été testés et validés. Afin de permettre leur diffusion la plus aisée possible, des **fiches techniques** et des **films** de présentation de ces outils sont en ligne sur internet.

INTRODUCTION

Les films de présentation des trois outils permettent de présenter leurs points forts et leurs limites, de préciser les conditions d'utilisation et surtout de visualiser leurs mises en œuvre. Ces outils ont été testés dans différents systèmes : arboriculture, maraichage, viticulture, grande culture. Les films présentent une application dans un système donné.

COMMENT EVALUER LA POROSITE DU SOL ?

L'évaluation de la porosité du sol est un outil utile qui permet par exemple :

- d'évaluer l'effet d'un couvert végétal permanent
- de comparer l'effet de différents outils de travail du sol
- de comparer les caractéristiques du sol de deux parcelles, etc.

Dans le cadre du projet Casdar SolAB portant sur l'effet des pratiques culturales sur la fertilité des sols, une simplification du test de Beerkan a été testée avec succès en arboriculture, maraichage, viticulture et grande culture.

La fiche technique et le film présentent le principe et la mise en œuvre d'une simplification du test de Beerkan permettant d'évaluer localement la porosité du sol.

Film et fiche technique en ligne sur www.itab.asso.fr, rubrique Programmes de recherché, SolAB

DES VERS DE TERRE ? COMBIEN ? LESQUELS ?

Le rôle fonctionnel des vers de terre constitue un élément clé pour mieux connaître et comprendre le sol. Difficiles à identifier, les vers de terre constituent un des indicateurs de l'activité biologique du sol. Dans le cadre du projet Casdar SolAB, une méthode d'extraction et d'identification des catégories écologiques a été testée.

Cette vidéo présente une méthode d'extraction et les premiers éléments pour identifier les vers de terre en fonction de leur catégories écologiques (épigés, anécique, endogés).

Film et fiche technique en ligne sur www.itab.asso.fr, rubrique Programmes de recherché, SolAB

COMMENT OBSERVER LA STRUCTURE DU SOL ?

La description détaillée d'un sol à l'aide d'un profil cultural laisse souvent le souvenir d'une opération longue et peu commode à réaliser en plein champ. Utilisé à l'origine dans les systèmes en grande culture, le test bêche, méthode simplifiée d'observation de la structure du sol, a été évalué en maraichage, arboriculture et viticulture dans le cadre du projet Casdar SolAB. En observant la tenue des blocs constituant le sol, puis en identifiant plus finement l'état interne des mottes les constituant, il est possible de décrire objectivement un sol.

Les applications sont nombreuses : effet des pratiques culturales, identification de zones de compactations, etc. Si la description du sol demande tout de même un peu d'expérience, ce test est un outil très accessible pour comparer plusieurs situations. Et tout ceci avec seulement une bêche ...

Film et fiche technique en ligne sur www.itab.asso.fr, rubrique Programmes de recherché, SolAB



SOKALCIARBO® WP

L'alternative



Produit phytopharmaceutique N° AMM 2100038 du 23 Mars 2010

* Différenciation positive dans le calcul de l'IFT

**kaolinite
calcinée**

BARRIERE MINERALE NATURELLE REPULSIVE homologuée sur :

Pucerons (f. à noyaux, pépins, coques), mouches (olivier, noyer), cicadelle (agrumes)

INFORMATIONS SUR :
www.agrisynergie.com
info@agrisynergie.com

PRODUITS POUR LES PROFESSIONNELS : UTILISEZ LES PRODUITS PHYTOPHARMACEUTIQUES AVEC PRECAUTION.
AVANT TOUTE UTILISATION, LISEZ L'ETIQUETTE ET LES INFORMATIONS CONCERNANT LE PRODUIT

SUPPRESSION DU LABOUR EN GRANDES CULTURES : CONSEQUENCES SUR LA FERTILITE DES SOLS ET LA GESTION DES ADVENTICES

Joséphine Peigné¹, Aurélien Dupont², Clément Etienne³, Xavier Coquil³, Jean-Pierre Gouraud⁴, Thierry Quirin⁴

1 ISARA Lyon, 23 rue Jean Baldassini 69007 Lyon peigne@isara.fr

2 : CRA Bretagne, 3 : INRA de Mirecourt, 4: Agrobio Poitou-Charentes

RESUME

Dans le cadre du projet SolAB (programme de recherche-développement financé par le CASDAR), nous avons comparé des techniques de travail du sol en Agriculture Biologique. Différentes techniques ont été testées, du travail superficiel (outils à dents, profondeur de l'ordre de 10-15 cm) à des techniques très simplifiées comme le semis direct sous couvert dans plusieurs sites expérimentaux en France (Kerguéhennec, Archigny, Mirecourt, Thil) et des réseaux de parcelle. L'objectif était d'évaluer et comprendre leurs effets sur la fertilité du sol, les cultures, les adventices et la faisabilité technique. Les résultats obtenus au bout de quelques années (de 4 à 7 ans) montrent que les techniques de travail superficiel peuvent être utilisées en AB mais avec un risque accru de problèmes d'adventices. Tant qu'aucun 'accident' (de type climatique, ravageurs...) ne se passe, l'abondance d'adventices est au même niveau qu'avec des labours. Si l'abondance augmente, il est beaucoup plus difficile de contrôler l'infestation à long terme avec le travail superficiel. La fertilité du sol est améliorée d'un point de vue chimique et biologique, avec globalement plus d'organismes vivant du sol et de carbone avec le travail superficiel dans l'horizon 0-15 cm du sol. Quant à la fertilité physique, on peut retrouver plus de tassement dans les horizons non travaillées. Ce résultat est très visible les premières années de non labour, et dans quelques sites tend à s'estomper avec le travail très superficiel. Il est nécessaire de poursuivre ces essais afin de vérifier les évolutions sur le long-terme (à 10 ans). De même, plusieurs essais de type 'système' sont prévus pour compléter ces essais afin de mieux prendre en compte l'ensemble des contraintes et des leviers des agriculteurs.

INTRODUCTION

Les différentes techniques du travail du sol sans labour (TSL) sont depuis longtemps étudiées en agriculture conventionnelle, et depuis peu en agriculture biologique, pour leur effet bénéfique sur l'érosion et le stockage du carbone des sols ainsi que sur l'utilisation d'énergies fossiles. La question du travail du sol a toujours préoccupé les agrobiologistes, mais la très grande majorité des agriculteurs a néanmoins conservé la charrue. Suite à des enquêtes et discussion avec les acteurs de terrain, il est apparu que les pratiques de travail du sol en AB sont très diverses. Les agriculteurs biologiques sont de plus en plus intéressés par l'adoption des TSL, avec comme objectif de préserver voire améliorer la fertilité de leur sol et de réduire leur charge de mécanisation. Toutefois, le risque de non maîtrise des adventices, le coût du matériel spécialisé pour les TSL, la faisabilité de ces techniques dans des conditions pédoclimatiques non adaptées, sont autant de questions posées quant à leur efficacité et qui représentent un frein à leur adoption.

Ainsi depuis 2004, des essais ont été menés dans les systèmes Grandes Cultures en AB par différents organismes en France : Kerguéhennec en Bretagne, Mirecourt par l'INRA, Archigny par AgroBio Poitou Charentes et l'essai de Thil mis en place par l'ISARA Lyon (implanté dans l'Ain, un réseau de parcelles chez 7 agriculteurs AB Rhône Alpin lui est associé). Nous allons présenter les résultats de comparaison de différentes techniques de travail du sol issus de ces différents essais sur deux thématiques, stratégiques en AB : la gestion des adventices associée à leur effet sur les rendements et la fertilité du sol.

LES DISPOSITIFS EXPERIMENTAUX

Les sites

Les résultats présentés sont issus de 4 sites expérimentaux en AB (Cf figure 1). Différentes techniques de travail du sol sont testées :

- le labour traditionnel (LT) à environ 30 cm de profondeur (sites 1, 2 et 4),
- le labour agronomique (LA) à la profondeur de travail réduite (de 15 à 20 cm) (sites 1, 3 et 4),
- le travail du sol superficiel (TS) ou encore appelé non labour (NL) sans inversion du sol et à la profondeur de travail réduite (de 10 à 15 cm) (sites 1, 2, 3 et 4),
- le travail très superficiel (TTS), proche du TS mais à une profondeur de travail du sol très réduite (de 5 à 7 cm), sites 1 et 4
- et le semis direct sous couvert végétal (vivant ou non), cette technique a été testée quelques années sur les sites 1 et 4, et toutes les années sur le site 3.

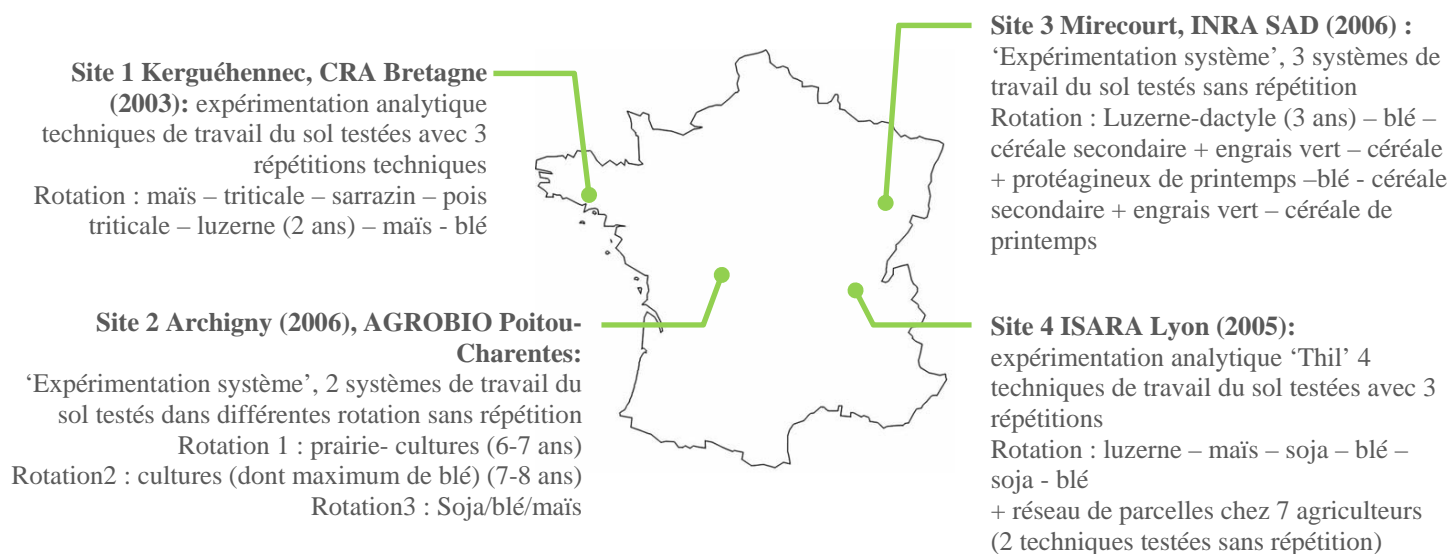


Figure 1 – Les sites expérimentaux Grandes cultures mobilisés dans le CASDAR SOLAB

Les mesures effectuées

De nombreuses mesures ont été effectuées sur les sites d’essais : des enregistrements de pratiques (calculs de volumes d’intrants, coûts économiques et énergétiques), des données cultures et adventices, des données sur la fertilité du sol (teneur en eau du sol, analyse physico-chimique, profil cultural, densité apparente du sol, biomasse microbienne du sol et dénombrement des populations de lombriciens).

LA GESTION DES ADVENTICES : UN ELEMENT CLE

La technique de semis direct en AB

La technique de semis direct a été testée 1 année sur le site 1 (Kerguéhennec), deux années sur le site 4 (Thil) et toutes les années sur le site 3 (Mirecourt). Dans ce dernier site, le semis direct était associé à une couverture permanente du sol. Les choix de mode d’implantation étaient divers : avec un travail sur la bande de semis sur le site 1, avec un rouleau cranteur et semis direct dans le couvert roulé et dans un premier temps semis à la volée puis semoir à dent pour le site 3. Dans les sites 1 et 4, le semis direct a été utilisé sur des cultures de printemps (maïs et soja) et dans le site 3 sur des cultures types céréales à paille dans un couvert de trèfle.

Au vu de ces essais, le principal enseignement est la présence dès la levée de la compétition entre la culture et les adventices, avec des baisses de rendement dues : (1) aux

adventices qui se sont installées dans les couverts dès le début de la culture et (2) aux repousses de couvert en cours de culture. Le problème d'implantation en est la cause principale car la ligne de semis n'est pas toujours 'optimum': des conditions trop humides dans l'argile (Site 3), une ligne trop ouverte (site 1), et des risques de bourrage avec le rouleau (site 4). Ainsi, les résultats obtenus ne sont pas satisfaisants, et cette technique a été abandonnée dans deux sites. Des essais de type 'système' plus adaptés vont être mis en place dans les années à venir afin de tenir compte de l'ensemble du système de culture et de se donner plus de chance de réussir !

La technique de travail superficiel en AB

Deux types de travail du sol réduit ont été testés : Le travail superficiel/réduit à 15 cm de profondeur avec un outil à dents de type chisel, sur l'ensemble des sites et les parcelles d'agriculteurs, et le travail très superficiel suite au Semis Direct sur les sites 1 et 4.

Un des premiers enseignements de ces essais est qu'il est possible de faire du travail réduit en AB mais que c'est plus risqué ! De nombreux événements peuvent ainsi entraîner un 'décrochage' de cette technique en termes d'infestation d'adventices (accidents dus aux ravageurs : pigeons, taupins), de mauvaise gestion de la rotation ou de conditions climatiques atypiques et défavorables. La figure 2 illustre le cas du site 4 : de 2005 à 2007 (données non montrées) le nombre d'adventices à la levée étaient équivalent entre le travail superficiel, très superficiel et les labours. Suite à un problème de pigeons et de mauvaises conditions climatiques en 2008, le nombre d'adventices à la levée a augmenté les années suivantes (plus de stock semencier) et les effets sont durs à enrayer.

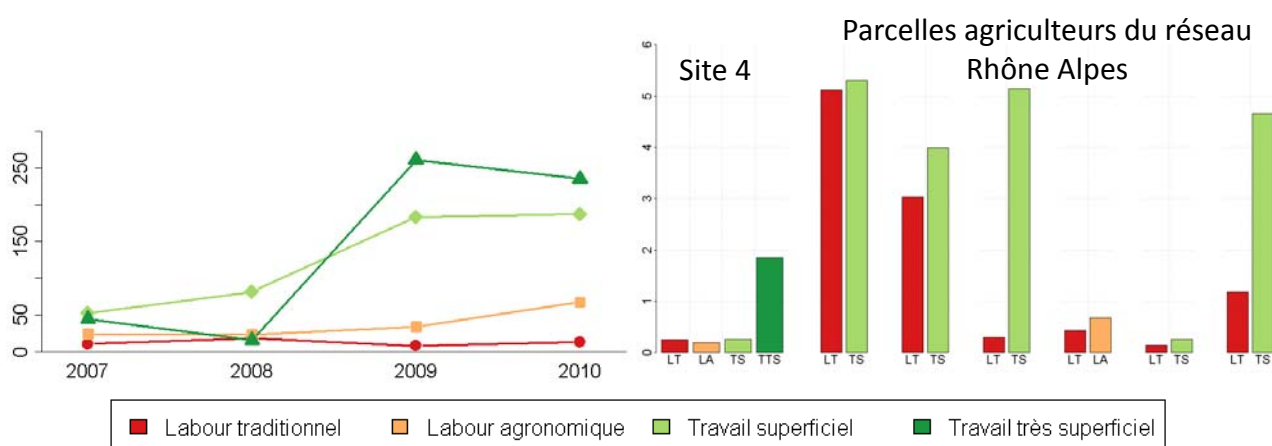


Figure 2 – Nombre d'adventices à la levée par m² sur le site 4

Figure 3 - % d'adventices vivaces sur l'ensemble des relevés effectués sur le site 4 et le réseau de parcelles

Les techniques de travail superficiel sont aussi connues pour favoriser les plantes vivaces par rapport aux labours. Les résultats obtenus sur les sites et réseau de parcelle (Figure 3) tendent à aller dans ce sens. Toutefois, en terme de pourcentages, la population de vivaces ne dépasse pas 6% des adventices sur le site 4 et les parcelles agriculteurs associées. Cette évolution doit être suivie sur le long terme.

LA FERTILITE DES SOLS EST-ELLE AMELIOREE ?

Les techniques de travail superficiel et très superficiel ont eu tendance à dégrader la fertilité physique des sols dans tous les sites les premières années de mise en place de ces techniques, avec une tendance à plus de tassement observée en dessous de la profondeur de travail (soit après 5-15 cm). Après 7 ans de travail superficiel sur le site 1 (Dupont, 2012), et sur le site 4, une première amélioration de la fertilité physique apparaît avec ces techniques. Ainsi le travail très superficiel (très peu de perturbation du sol) tend à diminuer le tassement du sol, avec comme l'illustre la figure 4, une densité apparente de sol plus faible en TTS sur les premiers horizons de sol et comparable au labour en profondeur.

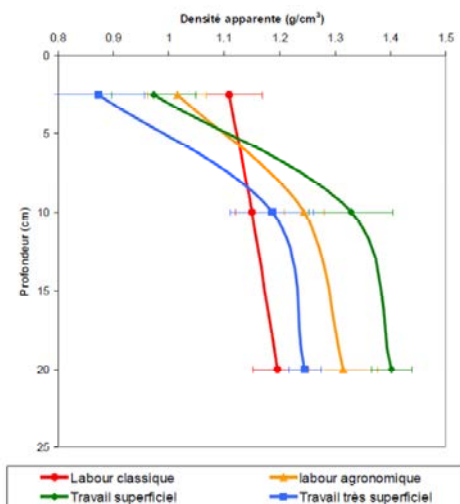


Figure 4 – Densité apparente du sol en g/cm³ pour les 4 techniques de travail du sol du site 1 après 7 ans d'essais

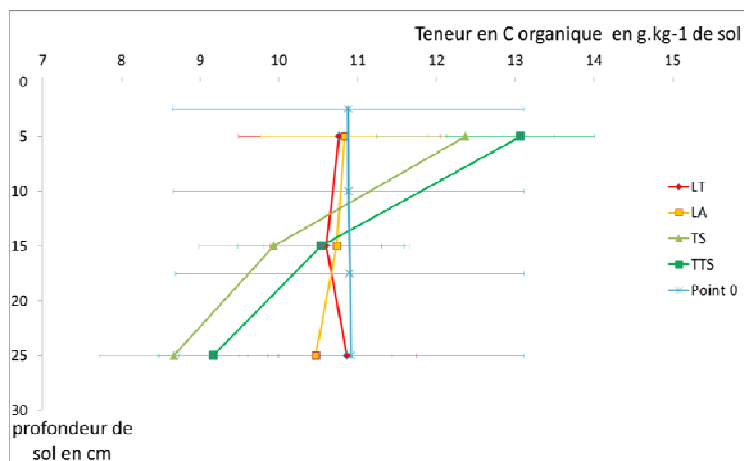


Figure 5 – Teneur en C en g/kg de sol pour les 4 techniques de travail du sol du site 4 après 6 ans d'essai

Pour l'ensemble des sites, le Carbone, l'Azote, le Phosphore suivent les mêmes tendances, soit une stratification des éléments sur les 30 premiers cm du sol. Par exemple, comme l'illustre la figure 5 (site 4), on observe plus de C en surface dans les traitements sans travail du sol, et inversement moins de C en profondeur que dans les labours. Ce résultat était attendu, car un des objectifs du non labour est d'augmenter la teneur en C du sol en surface afin de le préserver de la battance et de l'érosion. La biomasse microbienne suit ce schéma de stratification avec plus de biomasse en surface.

Comme précédemment évoqué dans un article d'Alter Agri (Peigné et al., 2009), les vers de terre sont plus importants en biomasse pour le travail du sol très superficiel ou semis direct. Toutefois, l'évolution des populations de vers de terre, année après année, semble être plus corrélée à la rotation et au couvert végétal qu'à la seule pratique de travail du sol. En prenant l'exemple du site 4, on observe qu'après une période sans travail du sol due à trois années de luzerne, les techniques avec labour et même le travail superficiel provoquent une forte chute de biomasse de vers de terre. Seule l'absence de travail du sol avec le semis direct sous couvert permet d'augmenter la biomasse de vers de terre. Toutefois, dans les différents essais et en moyenne, on observe une tendance à plus de biomasse lombricienne avec les techniques de travail très superficiel.

CONCLUSION

De nombreuses incertitudes demeurent sur les techniques sans labour en agriculture biologique. En effet, chaque système de cultures va réagir différemment en termes d'adventices, rendements, fertilité du sol. De même, chaque agriculteur poursuit des objectifs qui lui sont propres. Ainsi, la réussite de ces techniques en AB nécessite d'être très efficace sur d'autres leviers mobilisables pour contrôler les d'adventices : la rotation, du faux semis, des couverts végétaux...C'est pourquoi il est nécessaire de continuer à suivre sur le long terme des essais pour comprendre les processus qui se déroulent dans chaque parcelle.

BIBLIOGRAPHIE

- > PEIGNE J. et al. 2009 - Travail du sol en AB : Effet sur la communauté lombricienne, sa diversité et son activité *Alter Agri*, N° 98
- > DUPONT, A. 2012 – Techniques de travail du sol en Agrobiologie (brochure INTERBIO BETAGNE).

RESULTATS EN ARBORICULTURE

Alain GARCIN (Ctifl), **Claude BUSSI** (INRA), **Nathalie CORROYER** (CA 76), **Nathalie DUPONT** (IFPC), **Sophie-Joy ONDET** (Grab), **Claude-Eric PARVAUD** (Grab/Itab)

La problématique abordée pour l'arboriculture dans le cadre du projet Casdar SolAB se focalisait sur la connaissance de la faisabilité et de la durabilité de modes innovants de gestion du sol sur le rang des vergers pour limiter la concurrence des adventices pour l'eau et les éléments minéraux. Les différentes méthodes alternatives testées avaient pour objectifs de limiter l'érosion, augmenter l'activité biologique du sol, améliorer l'état sanitaire des arbres et favoriser le ramassage des fruits au sol dans le cas des pommes à cidre. Parallèlement, l'intérêt et la faisabilité des outils simplifiés de mesure de la qualité physique et biologique du sol ont pu être testés.

L'étude a été menée pendant 3 ans sur six sites d'expérimentation (intervention de L. FOURRIE), où plusieurs méthodes ont pu être testées. Le tableau 1 en donne la répartition sur les différents sites.

Tableau 1 - modalités étudiées par les partenaires du Casdar SolAB sur les 6 sites d'expérimentation en arboriculture.

N	Site	Partenaire	Culture	Mécanique	Bâche	Mulch	Herbe	Sandwich
1	Bouillargues (30)	Grab	Abricotier				X	X
2	Valence (26)	Grab/INRA	Pêcher	X			X	
3	Bellegarde (30)	Ctifl	Pêcher	X		X	X	X
4	Bergerac (24)	Ctifl	Pommier			X		X
5	Sées (61)	IFPC	Pommier à cidre	X			X	
6	Osmoy St Valéry (76)	CRA Normandie	Pommier à cidre		X		X	

CONNAISSANCES SUR LA FAISABILITE ET LA DURABILITE DE MODES INNOVANTS DE GESTION DU SOL EN ARBORICULTURE

Enherbement semé ou naturel

Cette modalité a été testée sur cinq des six sites d'expérimentation. C'est l'enherbement naturel qui a été choisi pour le pommier à cidre (2 sites), technique la plus couramment employée par les producteurs biologiques en verger adulte. Des semis de différentes espèces ont été implantés sur les trois autres sites. Il s'agissait dans le cas des abricotiers de deux modalités (mélange épervière piloselle (*Hieracium pilosella*) à 0.2 g/m² + lotier corniculé (*Lotus corniculatus*) à 1g/m² et mélange lotier corniculé à 1 g/m² + trèfle blanc nain (variété Huia) 0.3 g/m² + fétuque ovine (*Festuca ovina*) à 8 g/m², le témoin étant constitué d'un enherbement naturel). Sur le verger de pêchers à Valence, le couvert sur le rang était constitué de trèfle blanc nain variété Huia. Enfin, le verger de pêchers de Bellegarde était semé de luzerne annuelle *Medicago polymorpha*.

Les intérêts et limites de la méthode sont résumés dans le tableau suivant.

Tableau 2 - intérêts et limites de l'enherbement sur le rang des vergers

Intérêts	Inconvénients, Limites
Incidence sur l'arbre	
<ul style="list-style-type: none"> • Pas de perte de vigueur sur arbres adultes • Rendement équivalent au témoin sur arbres adultes • Qualité des fruits identique • Amélioration de l'état sanitaire des arbres (sites 2 et 4) • Azote dans les feuilles = à + 	<ul style="list-style-type: none"> • Perte de vigueur et de rendement les 1eres années si implantation sur arbres jeunes (site 3), même avec espèces peu concurrentes
Présence d'adventices	
<ul style="list-style-type: none"> • Peu présentes les premières années si bonne réussite du semis 	<ul style="list-style-type: none"> • invasion plus ou moins rapide, sauf sur fétuque ovine (site 1) • Espèces de lumière difficiles à planter (site 1)
Physique du sol	
<ul style="list-style-type: none"> • Meilleure porosité (infiltrométrie) • Meilleure structure (test bêche, profil) • Moins de tassement (pénétrömètre) • Pas de stress hydrique en situation d'irrigation de confort 	<ul style="list-style-type: none"> • Attention en situation de restriction hydrique, prévoir apports + tôt et + fractionnés
Composition chimique du sol	
<ul style="list-style-type: none"> • Disponibilité en azote équivalente à meilleure (légumineuses, restitution estimée à 45 U sur site 2) 	<ul style="list-style-type: none"> • Restitution en azote pas toujours synchrone avec les besoins de l'arbre • Moins de phosphore dans le sol mais ne se traduit pas par baisse sur feuille (site 2)
Biologie du sol	
<ul style="list-style-type: none"> • Plus de vers de terre (sites 6) ou équivalent (sites ?) • Macroarthropodes : ? (sites 1, 5 et 6) • Mésofaune : + d'abondance et de diversité (sites 3 et 4) • Biomasse microbienne : pas de différences ? • Meilleur indice d'activité microbienne (site 3) • Augmentation du taux de MO 	
incidence économique	
<ul style="list-style-type: none"> • Faible coût énergétique 	<ul style="list-style-type: none"> • Besoin d'être équipé de matériel de fauche déporté adapté • Si herbe semée, pérennité pas assurée, sauf fétuque ovine (site 1) : coût supplémentaire

Mulch (paille, compost, BRF)

Seuls deux sites ont permis d'étudier cette modalité. Sur les pommiers de Bergerac, des mulchs de paille et de compost grossier ont été comparés à un témoin conduit avec le système sandwich. Les pêcheurs de Balandran comportaient une modalité avec couverture du rang par du bois raméal fragmenté (BRF) sur une épaisseur de 20 cm.

Tableau 3 : intérêts et limites du mulch sur le rang des vergers

Intérêts	Inconvénients, Limites
Incidence sur l'arbre	
<ul style="list-style-type: none"> • Enracinement très dense en surface • Gain de vigueur • Rendement équivalent au témoin • Qualité des fruits supérieure (calibre, 1^{er} choix, sucres, site 4) • Moins de tavelure avec paille (site 4) • Azote dans les feuilles = 	<ul style="list-style-type: none"> • Chevelu racinaire superficiel • Plus de bitter-pit avec paille (site 4)

Présence d'adventices

- Effet herbistatique intéressant en saison 1
- Invasion plus ou moins rapide si non renouvelé
- Sélection de certaines espèces (liseron en année 1, avec BRF sur site 3)

Physique du sol

- Porosité moyenne (infiltrométrie)
- Bonne structure (test bêche, profil)
- Tassement moyen (pénétrömètre)
- Meilleure disponibilité en eau

Composition chimique du sol

- Disponibilité en azote plus régulière après décomposition
- Disponibilité en azote moindre pendant 1 à 2 ans pour le BRF

Biologie du sol

- Plus de vers de terre (surtout épigés) ou équivalent (sites ?)
- Macroarthropodes : ?
- Mésofaune : + d'abondance et de diversité (sites 3 et 4)
- Biomasse microbienne : pas de différences ?
- Meilleur indice d'activité microbienne (site 3)
- Augmentation du taux de MO

incidence économique

- Coût en approvisionnement (BRF)
- Faible coût énergétique
- Besoin d'être équipé de matériel d'épandage adapté

Sandwich

Cette technique a été mise au point par le centre de recherche en agriculture biologique Suisse (FiBL). Elle consiste à travailler le sol de chaque côté du rang avec un outil simple et à laisser la bande centrale du rang enherbée sur environ 20 cm de large. Cet enherbement peut être spontané ou semé avec différentes espèces.

Tableau 4 : intérêts et limites du système sandwich sur le rang des vergers

Intérêts	Inconvénients, Limites
Incidence sur l'arbre	
Au niveau de l'arbre :	
<ul style="list-style-type: none">• Pas de perte de vigueur• Rendement équivalent au témoin sur arbres adultes• Qualité des fruits identique• Azote dans les feuilles =	<ul style="list-style-type: none">• Perte de vigueur et de rendement les 1eres années si implantation sur arbres jeunes (site 3)
Présence d'adventices	
Au niveau des adventices :	
<ul style="list-style-type: none">• Posent peu de problèmes	<ul style="list-style-type: none">• sauf si présence d'espèces à grand développement (pont pour forficules site 3)
Physique du sol	
Au niveau physique du sol :	
<ul style="list-style-type: none">• Meilleure porosité dans partie enherbée (infiltr)	<ul style="list-style-type: none">• Porosité faible dans partie travaillée• Tassement en fond de travail
Composition chimique du sol	
Au niveau chimie du sol :	
<ul style="list-style-type: none">• Disponibilité en azote équivalente	

Biologie du sol

Au niveau biologie du sol :

- Vers de terre (sites ?)
- Mésofaune : + d'abondance et de diversité (site 3)
- Biomasse microbienne : pas de différences ?
- Meilleur indice d'activité microbienne (site 3)
- Augmentation du taux de MO
- La partie travaillée présente les mêmes inconvénients que l'entretien mécanique intégral

incidence économique

Au niveau économique :

- matériel de travail du sol simple suffisant
 - coût énergétique moyen
-

Bâche au sol

Cette modalité est une alternative à l'enherbement étudiée uniquement dans un verger de pommiers à cidre. Il s'agissait d'une bâche tissée.

Tableau 5 : intérêts et limites d'une bâche tissée au sol sur le rang des vergers

Intérêts	Inconvénients, Limites
Incidence sur l'arbre	
	<ul style="list-style-type: none">• Recul insuffisant pour conclure
Présence d'adventices	
	<ul style="list-style-type: none">• Envahissement par vivaces après 2 ans (chiendent,...)
Physique du sol	
<ul style="list-style-type: none">• Hygrométrie plus élevée au printemps	<ul style="list-style-type: none">• Assèchement sous la bâche en système non irrigué (problème de réhumectation)
Biologie du sol	
<ul style="list-style-type: none">• Moins de vers de terre• Peu de staphylins, beaucoup de carabes	<ul style="list-style-type: none">• Gestion plus difficile des campagnols
incidence économique	
	<ul style="list-style-type: none">• Coût élevé de la bâche tissée pour une durée de vie limitée• Renouvellement ?

Travail mécanique

C'est la technique la plus couramment utilisée par les agrobiologistes pour la gestion du rang des vergers, elle servait donc de témoin dans les vergers destinés à la production de fruits frais. Dans le cas des pommiers à cidre, elle a un intérêt en jeune verger pour limiter la compétition mais pose problème car elle blesse les arbres.

L'intérêt et les limites de cette méthode sont bien connus, aussi nous la considérons comme notre témoin.

OUTILS DE DIAGNOSTIC AGRONOMIQUE SIMPLIFIES

Test bêche

Principe :

- Prélever un volume cubique de terre de côté équivalent à une largeur de bêche sur une hauteur de bêche

- Le poser sur une bâche plastique
- Décrire les différents blocs (hauteur) et les types de mottes qui le composent
- Etablir un pourcentage visuel de chaque catégorie de motte.

Faire 2 à 3 répétitions, si possible en même temps que l'observation du profil cultural, et comparer les résultats à ceux obtenus avec le profil de sol.

Tableau 5 - Avantages et inconvénients de l'outil simplifié « test bêche » en verger

Avantages	Inconvénients	Remarques
Représentatif de la texture dans la zone prospectée	Temps à passer à l'observation des mottes	Bien choisir la période d'observation (sol suffisamment ressuyé mais pas trop sec)
Bonne connaissance de l'enracinement superficiel des arbres	Reconnaissance des mottes difficile	Observation de la face lisse plus facile
Peut servir en parallèle à l'observation des vers de terre et des macro-arthropodes	Comparaison entre sites pas évidente	Faire des photos
D'autant plus intéressant en arboriculture que les profils sont difficiles à mettre en œuvre sur culture en place		

Test d'infiltrométrie de Beerkan

Principe :

Sur une surface plane, disposer un cercle en PVC de 30 cm de diamètre et l'enfoncer d'1 cm. Verser une quantité d'eau équivalente à 1 cm d'eau de hauteur dans le cylindre (684 ml) et chronométrer le temps d'infiltration totale de l'eau avant de verser à nouveau ce même volume d'eau.

L'opération est répétée 7 fois, et 6 répétitions par modalité sont effectuées. Les temps d'infiltration de chaque modalité sont ensuite comparés.

Tableau 6 - Avantages et inconvénients du Test d'infiltrométrie de Beerkan en verger

Avantages	Inconvénients	Remarques
Relativement facile à mettre en œuvre	Grande hétérogénéité dans les mesures, ce qui oblige à réaliser beaucoup de répétitions (mais c'est un résultat en soi)	Bien choisir la période (idem test bêche)
Bonne discrimination entre modalités	Dans certains sols, les temps d'infiltration sont vraiment trop longs	Rarement lié aux galeries de vers de terre
Bonne corrélation avec le tassement du sol	On arrive rarement à un régime constant, même après un grand nombre d'itérations.,	Ajuster la quantité d'eau par itération au type de sol.
Visualisation graphique parlante		Quand faut-il s'arrêter ?

Test prélèvement simplifié des vers de terre

Principe :

Prélever un volume de sol d'environ 0,03m³ (30x30x30cm) et le fragmenter manuellement pour en extraire les vers. Le suivi est effectué sur le rang à raison de 6 échantillons par parcelle élémentaire. Les vers sont comptés et pesés par espèce. Les prélèvements sont réalisés au printemps et/ou à l'automne (si au moins 10-12 vers de terre par trou de bêche).

Tableau 7 - Avantages et inconvénients du prélèvement simplifié des vers de terre en verger

Avantages	Inconvénients	Remarques
Relativement facile à identifier sur le terrain	Lourd et long à mettre en œuvre	Mais besoin d'être guidé par un spécialiste au début
Différences significatives entre modalités, surtout pour les épigés	Si pas de vers, pas de conclusion possible	Indispensable de faire les observations sur place, sur des vers encore vivants
Possibilité de coupler avec le test Beerkan	Pas de comparaison possible entre sites	Ramener les quantités (en nombre) au volume de sol prospecté et non à la surface
Plus-value dans les publications !	Intérêt mis en doute par certains	

Test macropores

Principe :

A partir de la fosse réalisée pour le profil cultural, rafraîchir la face d'observation sur 30 cm de profondeur depuis la surface du sol. Puis, à l'aide d'une bêche, former à cette profondeur, un plan horizontal de 1 m de long sur 20 cm de large. Compter les macropores (i.e. les orifices des galeries de plus de 2 mm de diamètre) en rafraîchissant la surface du plan à l'aide d'un couteau par petits secteurs de 10 cm de large.

Tableau 8 - Avantages et inconvénients du test macropores en verger

Avantages	Inconvénients	Remarques
?	Difficile à réaliser si pas couplé avec profil cultural	Pas ou peu réalisé en arbo (pas de vers de terre ou trop difficile à mettre en œuvre)



ALTERNATIVES AU LABOUR EN MARAICHAGE : LES PLANCHES PERMANENTES

Hélène VEDIE⁽¹⁾, Fabrice CLERC⁽²⁾, J-M Lhôte⁽³⁾, D. Grébert⁽⁴⁾

(1) GRAB – BP 11283 – 84911 Avignon Cedex 9 – helene.vedie@grab.fr

(2) ADABIO - BP 2608 - 38036 GRENOBLE CEDEX 02 - fabrice.clerc@adabio.com

(3) ACPEL - Le Petit Chadignac - 17 100 SAINTES - jml.acpel@wanadoo.fr

(4) PLRN - 209 Route d'Estaires - 62840 Lorgies - d.grebert@wanadoo.fr

RESUME

Depuis 2001, plusieurs essais de travail du sol en maraîchage bio ont été progressivement mis en place sur des stations expérimentales ou chez des producteurs. La coordination de ces essais dans 2 programmes Casdar, et notamment « SolAB »¹ depuis 2009, a permis de mettre en place une méthodologie commune et d'acquérir un grand nombre de résultats sur les performances de techniques alternatives au labour. Les planches permanentes ressortent comme une technique intéressante sur plusieurs critères mais avec des différences plus ou moins nettes selon les sites.

INTRODUCTION

En maraîchage diversifié, la succession rapide des cultures et la recherche d'un horizon de surface très fin ont tendance à engendrer une multiplication des interventions mécanisées. Les conséquences sont souvent défavorables sur la structure : passage dans des conditions limites de ressuyage et de portance, problèmes de tassements et de lissages du sol... Pourtant, les agriculteurs biologiques sont particulièrement sensibles à la fertilité de leur sol et à l'impact écologique de leurs pratiques : l'amélioration de l'activité biologique, de la qualité physique des sols et la diminution des consommations énergétiques sont souvent des objectifs prioritaires. La pratique du labour est ainsi souvent remise en question, accusée de créer des semelles et de « diluer » les matières organiques, mais elle est aussi considérée comme le moyen le plus efficace de maîtriser les plantes adventices.

Des expérimentations de longue durée conduites dans différents contextes pédo-climatiques ont permis d'évaluer les performances de techniques alternatives de travail du sol.

LES PLANCHES PERMANENTES AU CŒUR DE 5 ESSAIS LONGUE DUREE

Les dispositifs expérimentaux

Inspiré des travaux de M. Mussler sur les planches permanentes en Allemagne, le premier essai, conduit par l'Adabio et la Serail, voit le jour en 2001 chez un producteur de Rhône-Alpes. C'est ensuite le PLRN dans le Nord, le Grab en Provence et l'AcpeL en Charentes qui mettent en place des expérimentations pour comparer la technique des planches permanentes (PP) à d'autres techniques plus classiques (itinéraires de référence), avec ou sans labour et un travail plus profond (tableau 1). Même si les outils utilisés pour travailler les planches permanentes ne sont pas les mêmes sur les différents essais, car ils sont pour la plupart conçus et adaptés par les producteurs, les règles de conduite sont identiques :

- pas d'opérations profondes,
- passages de roues localisés toujours aux mêmes endroits
- travail en buttes ou en planches formées et entretenues par des outils à dents et à disques

¹ **SolAB** est un programme CASDAR réalisé de 2009 à 2011. Il porte sur l'étude des effets de différents modes innovants de gestion du sol en AB sur la fertilité et ses méthodes d'évaluation. Ce programme transversal a été conduit en maraîchage, arboriculture, grandes cultures et viticulture. Pour en savoir plus : www.itab.asso.fr

- outils rotatifs limités à l'affinage en surface.
- Les itinéraires de référence impliquent le labour sur 3 des 5 sites expérimentaux.

Tableau 1 – Caractéristiques des sites expérimentaux et modalités de travail du sol étudiées

Essai	An	Sol	Cultures	Planches permanentes	Itinéraire de référence
Adabio	2001	Limon AS caillouteux	Carotte, poireaux, pomme de terre, chou, haricot	Butteuse (2)+ « Vibroplanche » (2) + « cultibutte » + cultirâteau	Labour + rotobèche + cultirâteau
PLRN	2003	Limon AS (28% A)	Navets, carottes, pois, oignon, chou	Décompactage+buttages+actisol+cultirâteau	Décompactage + labour + herse rotative ou cultirâteau
Grab	2005	Limon Argileux (22% A)	Courges, melon, oignon, épinard, salade, pomme de terre	Actisol et/ou cultivateur + « MTCS » + herse rotative superficielle (5-10 cm)	Actisol et/ou griffon + herse rotative à 15-20 cm
Acpel 1	2007	Sable limoneux (8% A)	Epinard, carotte, poireaux, chou, courges, oignon	Outil disques+dents (2) + rotavator 5 cm	Rotobèche+rotavator à 15 cm
Acpel 2	2007	Limon AS (29% A)	Carottes, poireaux, pomme de terre, haricot	Outil disques+ dents (1à2) +rotavator (2) à 5 cm	Labour + rotavator ou herse rotative à 15 cm

Les mesures effectuées

Les suivis, harmonisés sur l'ensemble des sites expérimentaux en maraîchage, mais aussi pour les autres systèmes de culture du projet SolAB, ont permis de comparer l'effet des différentes techniques de travail du sol sur les résultats culturaux, des indicateurs de fertilité physique, biologique et chimique du sol, et sur l'organisation du travail.

Les méthodes de mesure mises en œuvre sont des méthodes classiques (analyses de laboratoire, suivi de l'azote minéral du sol, profils culturaux, densité apparente..) et des méthodes simplifiées (caractérisation de la structure par le « test bêche », évaluation de la porosité par infiltration « Beer Kan », observations des populations de vers de terre – voir intervention de Claude-Eric Parveaud), visant toutes à caractériser les modifications physiques et biologiques du sol.

DES RESULTATS CULTURAUX GLOBALEMENT COMPARABLES A CEUX DE L'ITINERAIRE DE REFERENCE

Sur les rendements

Les planches permanentes (PP) génèrent des rendements globalement inférieurs à ceux obtenus sur l'itinéraire de référence sur 2 sites (PLRN et Grab), supérieurs sur 2 sites (Adabio et Acpel 1) et équivalents sur le cinquième. Les résultats sont variables d'une culture à l'autre, en lien avec la sensibilité de la culture elle-même et l'effet année. Mais il est intéressant de souligner l'évolution au cours du temps : sur le site du PLRN par exemple, les rendements sont significativement inférieurs au début de l'essai, notamment pour des cultures sensibles au salissement (pois) ou aux tassements (navets, carottes). Mais à partir de la 7^{ème} année, et notamment grâce à une meilleure maîtrise de l'enherbement, les rendements ont été équivalents voire meilleurs en planches permanentes (fig. 1).

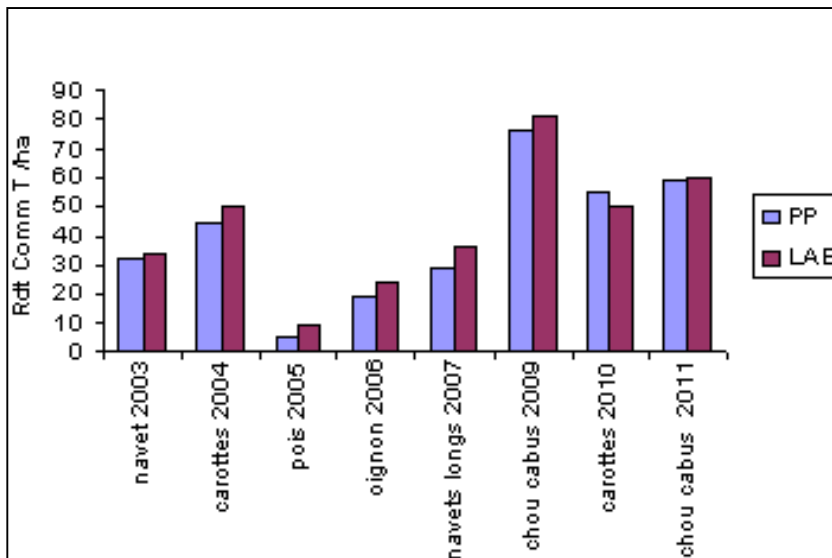


Figure 1 : Rendements commerciaux 2003-2011 (PLRN)
 - PP : planches permanentes
 - LAB : itinéraire de référence avec labour

Sur les plantes adventices

Sur l'ensemble des sites, on note que les **plantes adventices** sont plus nombreuses sur les itinéraires planches permanentes, surtout sur les passages de roues. Si cet enherbement supérieur ne pose pas réellement de problème sur la plupart des sites où l'herbe est assez bien maîtrisée, il peut se traduire par une surcharge de temps de travail si le salissement de la parcelle est important. Ainsi en 2011, sur le site du PLRN, l'augmentation du temps de désherbage manuel est de 30% sur les planches permanentes pour une culture de chou.

LA FERTILITE DES SOLS EST-ELLE AMELIOREE ?

Des structures de sol légèrement plus favorables sur la planche de culture

Sur la majorité des sites, les profils de sol révèlent une structure de sol plus favorable dans l'horizon supérieur (les 8 à 15 premiers centimètres) des planches de culture sur les modalités planches permanentes : la porosité est plus importante, la proportion de terre fine supérieure et les traces d'activité biologique (galeries de vers de terre, structure grumeleuse) plus nombreuses. Cela peut se traduire par des vitesses d'infiltration plus importantes (méthode Beer Kan simplifiée, voir article dans ce volume). Ainsi, sur le site de l'Adabio, 5 des 7 séries de mesures d'infiltration réalisées donnent de meilleurs résultats sur les planches permanentes, signe d'une meilleure porosité (figure 2).

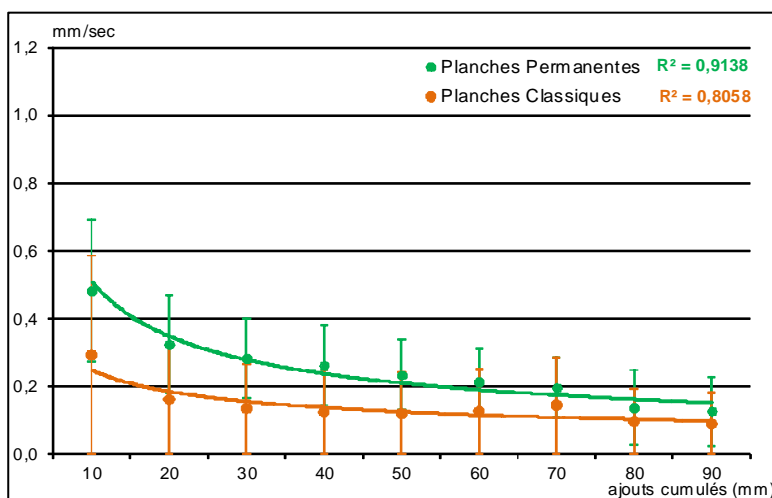
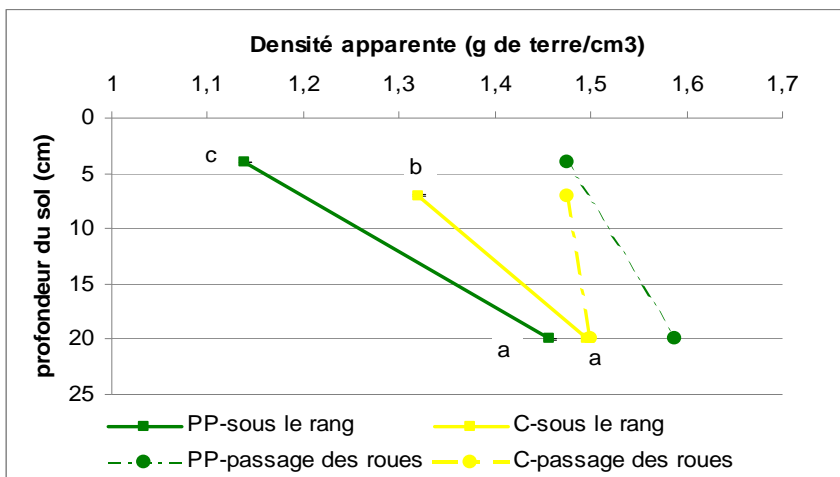


Figure 2 - Vitesses d'infiltration (test Beer Kan) 2010 - Adabio

Sur les sites plus sensibles aux tassements (PLRN, Grab, Acipel 2 : sols limono-argileux avec peu de sables et pas de cailloux), les horizons sous-jacents (15-30 cm) sont par contre plus massifs et compacts, et l'infiltration de l'eau n'est pas meilleure en planches permanentes.

Sous les passages de roues, la structure est nettement plus compacte en planches permanentes où le cumul des passages aux mêmes endroits se traduit par des densités apparentes plus importantes en profondeur (figure 3).



La compaction des passages de roues peut également se répercuter latéralement, sur les rangs de bordure des planches de culture, où les légumes racines présentent plus de déformations les premières années d'essai. Ce phénomène semble cependant s'atténuer avec le temps.

Figure 3 - Densités apparentes 2010 –Grab

PP : planches permanentes – C : itinéraire de référence sans labour

Des effets peu quantifiables sur l'activité biologique

L'activité biologique a été mesurée *via* des mesures de laboratoire (biomasse microbienne et activités minéralisatrices du carbone et de l'azote) sur les 5 sites d'essai, et des dénombrements et caractérisations des populations de vers de terre sur 1 site. Ces analyses ont montré très peu de différences entre les modalités, signe que les modifications observées sur la structure, qui restent relativement peu marquées, ne se traduisent pas de façon nette par des activités biologiques différenciées. Les biomasses microbiennes et activités minéralisatrices sont égales sur 3 sites et on observe une tendance supérieure sur les planches permanentes sur 2 sites.

De la même façon, pour les vers de terre, on n'a observé aucune différence significative de nombre et de biomasse de vers de terre, ni par catégorie écologique, ni en nombre total, à cause de la très forte variabilité des mesures. Par contre la **structuration des communautés** diffère entre les modalités, avec une proportion de vers endogés plus importante sur les planches permanentes les 2 années de mesure. Cette plus forte proportion de vers endogés est peut-être liée à une structure de sol plus compacte dans les planches permanentes sur le site du Grab.

Si les indicateurs quantitatifs mesurés sur les essais ne font pas apparaître de différence nette, il est intéressant de noter que des observations plus qualitatives, réalisées sur les profils culturaux, ont montré des traces d'activité biologique plus importantes sur la modalité planches permanentes pour l'ensemble des sites.

Par ailleurs, et peut-être en lien avec l'activité biologique, on note une tendance à une minéralisation de l'azote plus précoce et plus importante, notamment lors des pics de minéralisation, sur les planches permanentes pour 3 sites (figure 4).

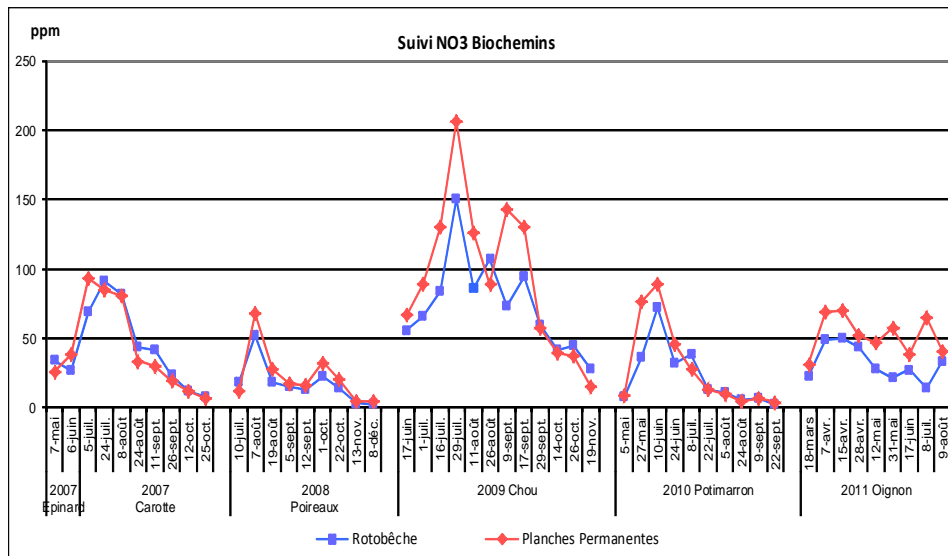


Figure 4 - Evolution de l'azote nitrique sur 0-25 cm de 2007 à 2011. Acpe1

CONCLUSION

Une technique à adapter à chaque situation

Les 5 essais montrent que le résultat est fortement dépendant du contexte dans lequel il a été étudié : type de sol, cultures pratiquées, outils utilisés pour les planches, et itinéraires de référence variables. Il n'est pas évident d'avoir des tendances nettes pour une technique donnée, ni une convergence systématique des nombreux indicateurs mesurés...

Il semblerait cependant que le type de sol soit un facteur de réussite crucial : si les résultats sont clairement positifs en sols où la structuration physique est facilitée par les éléments grossiers (cailloux sur le site de l'Adabio, sables sur celui de l'Acpe1), ils sont beaucoup moins tranchés sur sols plus lourds et sensibles aux tassements, où les outils rotatifs sont quasiment incontournables pour affiner la surface en vue d'une plantation, ou *a fortiori* d'un semis. La multiplicité des passages sur certains itinéraires planches permanentes (pour la préparation de sol à l'Adabio, pour le désherbage au PLRN) peut être trop contraignante en régions très humides où le calendrier d'intervention est parfois restreint. Le facteur temps est aussi un élément à prendre en compte : il intègre à la fois la durée d'adaptation et d'appropriation d'une nouvelle technique de travail du sol, et le temps de réaction du sol à ce nouveau système de gestion.

Des intérêts d'organisation du travail

Si le gain de temps de travail peut-être potentiellement important, notamment si l'itinéraire de départ est intensif, les suivis réalisés sur les essais montrent qu'il n'est pas systématique. Il est important, en moyenne de 30%, sur le site de l'Adabio-Serail, alors qu'il n'y a pas eu de gain de temps mesuré sur les autres sites, soit parce que l'économie de temps lors des préparations de sol est compensée par un temps de désherbage supérieur (PLRN), soit parce que l'itinéraire de référence est lui-même un itinéraire simplifié (Grab).

Par contre, des avantages d'organisation du travail sont soulignés par les producteurs pratiquant les planches permanentes : plus grande souplesse de calendrier d'intervention grâce à une portance plus importante sur les passages de roues et un ressuyage plus rapide sur les planches de culture ; meilleure organisation des assolements et des chantiers car la planche devient l'unité de production, facilement identifiable dans le temps

Les résultats complets des essais sont disponibles auprès des auteurs

ATELIERS MARAICHAGE

MERCREDI 12 DECEMBRE

QUELLES POSSIBILITÉS DE GESTION DES TAUPINS EN CULTURES LÉGUMIÈRES BIOLOGIQUES ?

François Villeneuve, François Latour

Ctifl

Centre de Lanxade, 28 route des Nébouts 24130 Prigonrieux, France

RESUME

Les problèmes liés aux larves de taupins deviennent de plus en plus dommageables pour les cultures légumières provoquant des pertes de peuplements, de vigueur, mais aussi une baisse de la qualité commerciale pour certaines cultures. Quatre espèces d'*Agriotes* font des dégâts dans les cultures en France : *A. lineatus*, *A. obscurus*, *A. sputator* et *A. sordidus*.

Dans le cadre d'une protection, la première étape est de pouvoir faire une évaluation des risques. Seul le piégeage des larves, malgré qu'il soit long et laborieux, donne une idée des populations de larves présentes dans une parcelle. L'utilisation des phéromones, dans laquelle de grands espoirs ont été placés, ne permet pas une prévision des risques.

Selon le type de culture donc de dégâts, il est nécessaire soit de permettre une implantation correcte soit de réduire très fortement les populations larvaires. Dans ces deux cas, aucune technique ne donne entièrement satisfaction. Compte tenu de la durée des cycles, la protection doit se concevoir sur plusieurs années, en conjuguant plusieurs techniques.

INTRODUCTION

On observe actuellement une augmentation des dégâts de taupins sur de nombreuses cultures, en agriculture conventionnelle ou en agriculture biologique. Les explications sont souvent d'ordre technique: le retrait de certains moyens de protection chimique, le changement dans les itinéraires techniques (travail simplifié du sol, jachères, abandon des traitements pleins au profit des traitements localisés ou des traitements des semences...)...Mais le développement d'une espèce de taupins à cycle court, *Agriotes sordidus*, est aussi constaté. Cette espèce dispose d'avantages d'adaptation écologique par rapport aux espèces à cycles longs. Enfin, les moyens dans le cadre de l'agriculture biologique n'ont fait l'objet d'une attention particulière que depuis quelques années. Les dégâts augmentent donc, et touchent même les parcelles et des cultures qui jusqu'ici semblaient indemnes ou peu sensibles.

LA RÉPARTITION DES DIFFÉRENTES ESPÈCES DE TAUPINS EN FRANCE

Une première carte de répartition des espèces présentes en France (Cocquempot et *al.*, 1999) confirmait la présence en mélange des trois espèces les plus fréquentes (*A. sputator*, *A. lineatus* et *A. obscurus*) dans la moitié Nord du pays et ces travaux révélaient la présence abondante de *A. sordidus* dans une grande moitié Sud de la France et jusqu'en Vendée. D'autre part, deux espèces d'*Athous* peuvent aussi être impliquées dans des dégâts (Blot et *al.*, 1999). Une cartographie basée sur un important échantillon de larves (6 000) collecté entre 2005 et 2007 a permis récemment de préciser la répartition des différentes espèces et d'évaluer ses modifications par rapport à la situation de 1999 (Pic et *al.*, 2008). On constate une forte dominance d'*A. sordidus* dans le sud ouest et dans la vallée du Rhône, et une présence de cette espèce dans toutes les zones au sud de la Seine avec une fréquence particulièrement élevée en Poitou-Charentes et Pays-de-Loire. Il est également bien présent en Alsace. L'existence de deux variants moléculaires chez cette espèce, différant par leur répartition géographique (Pic et *al.*, 2008) conforte plutôt l'hypothèse de recrudescences simultanées de populations déjà implantées localement, pour des raisons climatiques (succession d'années « chaudes » depuis 1990) ou plus complexes non identifiées actuellement. La présence d'*A. sordidus* a également été signalée récemment en cultures aux Pays Bas et en Grande-Bretagne, ainsi qu'en Allemagne et en Autriche. Il s'agit donc d'un phénomène démographique à l'échelle de l'Europe.

LA PREVISION DES RISQUES

En termes de protection, il est important de pouvoir évaluer le risque avec la mise en place d'une culture. Pour cela, il est nécessaire de disposer d'une technique fiable d'évaluation des populations présentes, mais aussi d'établir une relation entre le nombre d'individus capturés et les dégâts observés dans une culture. Les dégâts sont effectués par les larves âgées qui se nourrissent, entre le printemps et l'automne pour les cultures irriguées (été exclu pour les cultures non irriguées), des semences, des graines en germination, du collet des plantules, des racines ou des organes souterrains végétaux (Dedryver et al., 2009). Les larves mesurant moins de cinq millimètres ne causent pas de dégâts significatifs (Villeneuve et Latour, 2011b). Ils sont fonction des populations larvaires présentes et de leur stade de développement, des conditions de levée de la culture, de la nature du végétal, des caractéristiques pédologiques agissant sur la dégradation des composants et sur leur mobilité (Chabert et al., 1993). Les ravages sont d'autant plus importants que la densité des plantes est faible. De récents travaux ont confirmé la possibilité d'ingestion de proies animales par les larves, en particulier pour *A. obscurus* (Traugott et al., 2008).

Pendant de nombreuses années, la prévision des risques a été basée sur le piégeage de larves dans le sol. A ce jour, c'est la seule méthode de quantification précise qui permet d'évaluer le risque avant la mise en place d'une culture. Les travaux de Chabert et Blot (1990) et Chabert et al. (1993) ont permis de s'affranchir du dénombrement par sondage et lavage de terre grâce à l'utilisation d'un piège attractif composé d'un pot de vermiculite et d'un appât constitué d'un mélange de grains de blé et de maïs, disposé dans le sol. Un grand nombre de pièges est cependant nécessaire pour tenir compte de la forte variabilité des captures au sein d'une même parcelle. Il s'agit d'une technique longue à utiliser qui peut difficilement être mise en œuvre par les agriculteurs qui souhaitent estimer le risque parcellaire.

Le seuil de nuisibilité des larves de taupins varie en fonction des espèces cultivées. Dans les champs de pomme de terre, de maïs, de betterave et de tournesol, il est fixé à trois cent mille larves par hectare. Dans les cultures de luzerne, de trèfle, de lin, de pois et d'haricots, les populations peuvent atteindre plus de deux millions d'individus sans qu'un impact économique soit observé (Bedin et al., 1991).

Depuis 2004, des pièges à phéromones sont disponibles, testés et employés pour capturer les adultes de quatre espèces de taupins (*A. lineatus*, *A. sputator*, *A. obscurus* et *A. sordidus*). La première utilisation a été d'étudier leur répartition géographique. Des recherches pour mettre en relation captures d'adultes et populations larvaires du sol ont été récemment initiées (Villeneuve et Latour, 2011a). Les premiers résultats démontrent que la prévision du risque à partir de piégeage d'adulte n'est pas aisée.

LA PROTECTION DES CULTURES LÉGUMIÈRES CONTRE LES TAUPINS DANS LE CADRE DE L'AGRICULTURE BIOLOGIQUE

Contrairement à de nombreuses grandes cultures, le maïs en particulier, les problèmes de taupins pour les cultures légumières ne se réduisent pas uniquement à des problèmes d'implantation des cultures. En effet, pour un certain nombre d'entre elles, les larves de taupins provoquent des altérations de la partie consommée induisant des pertes de rendement commercialisable : sur les légumes racines ou bulbes (carotte, navet, pomme de terre, salsifis, betterave, oignon, ail...), les morsures et/ou des galeries sont souvent l'objet de contaminations secondaires par des champignons et des bactéries, qui évoluent en pourriture. Sur des légumes tiges comme l'asperge, les morsures provoquent des déformations de turions mais aussi l'apparition de goûts amers. Pour le melon et les tomates, les larves pénètrent dans les fruits à l'approche de la maturité, les rendant non commercialisables. Enfin, des dégâts connexes sont observés, en particulier sur les gaines d'irrigation localisée, où les larves provoquent des perforations induisant des pertes d'eau et des irrégularités dans la qualité des apports d'eau.

Ceci n'est pas sans conséquences sur la protection à mettre en œuvre. Lorsque les problèmes sont exclusivement des problèmes d'implantation, les techniques à mettre en œuvre viseront à permettre la réussite de cette phase de culture sans forcément viser à

réduire les populations présentes. Dans le cas d'altérations de la qualité, c'est cependant nécessaire, ce qui rend la tâche d'autant plus compliquée.

Les possibilités de protection contre les taupins peuvent porter sur trois points :

- Limitation des pontes, en particulier en diminuant les populations d'adultes ;
- Réduction des populations de larves et/ou des dégâts ;
- Utilisation de variétés moins sensibles.

Au premier chef de la protection, il est nécessaire de prendre en compte l'historique de la parcelle (parcelle à risques). Des travaux dans ce sens assez récents (Parker et Seeney, 1997, Blot et *al.*, 1997, Hermann et *al.*, 2012...) permettent de mettre en évidence un certain nombre de facteurs favorisant : températures du sol et de l'air ambiant, hauteurs de pluie annuelles, orientation de la parcelle, sols légers.

Les techniques de protection actuellement disponibles ne sont que partiellement efficaces : il est nécessaire de les combiner pour obtenir un résultat satisfaisant. Une population larvaire étant constituée d'individus d'âges différents, la protection doit aussi être pensée sur plusieurs années pour être efficace : pour les espèces à cycles longs, ce sont les larves âgées de 2 à 4 ans qui sont nuisibles, alors que pour *A. sordidus*, les larves sont préjudiciables dès la première année.

Les protections basées sur une réduction des adultes devenue possible grâce à l'utilisation des phéromones pour connaître les périodes de forte activité de déplacement ne donnent que des résultats partiels. En effet, lorsqu'ils ne sont pas en activité (alimentation, déplacements, accouplements...) les adultes se cachent et sont difficilement accessibles, même si le *Bacillus thuringiensis* subsp. *kurstaki* induit de fortes mortalités chez les adultes.

Tableau 1 - Récapitulatif des différentes techniques de protection dans le cadre de l'agriculture biologique.

Réduction des populations de larves	Éléments de l'environnement	La présence de bordures enherbées est favorable au maintien des populations de taupins (corrélation positive entre dégâts et présence à l'échelle de 25 ha, Hermann et <i>al.</i> , 2012)
	Rotation	Divers travaux montrent l'intérêt de la luzerne et des brassicacées à forte teneur en glucosinolates dans la réduction des larves. A l'inverse les cultures non sarclées sont favorables aux taupins.
	"assèchement" superficiel du sol	Les œufs et les jeunes larves sont particulièrement sensibles à la dessiccation, les travaux superficiels du sol présentent un réel intérêt. Les pontes s'échelonnent de mai à juillet.
	Travail du sol	Le labour et les travaux répétés au printemps et en début d'été sont défavorables aux larves de taupins. Les techniques de non labour sont, par contre favorables.
	Biofumigation	Les isothiocyanates libérés par certaines brassicacées ont un effet sur les populations larvaires.
	Inondation	Un sol saturé en eau pendant une période d'au moins deux semaines à une température égale ou supérieure à 20°C permet de réduire les populations de larves. La salinité du sol affecte l'efficacité (van Herk et Vernon, 2006)
	Amendements	Les tourteaux de neem et de ricin ont été testés et sont employés. Ils ne permettent pas de diminution significative des populations larvaires, par contre réduisent l'éclosion des œufs et ralentissent le développement larvaire (Blot, résultats non publiés).

	Extraits de plantes	Malgré de nombreuses expérimentations, le purin de fougères ne permet pas une régulation des populations (groupe taupins, résultats non publiés). Différentes huiles végétales ou extraits de plantes ont été expérimentées avec des fortunes diverses : thymol, eugénol...
	Autres substances	Le spinosad, autorisé en agriculture biologique, a une efficacité sur taupins. De même, un effet de synergie a été observé avec des applications de <i>Metarhizium anisopliae</i> (Ericsson et al., 2007)
	Attract and kill techniques	Deux techniques ont été expérimentées, avec aussi peu d'efficacité l'une que l'autre : le piégeage de masse grâce à l'utilisation des pièges à phéromones et la technique de contamination des adultes par agents biologiques (Villeneuve et Latour, 2011a).
	Utilisation d'agents biologiques <ul style="list-style-type: none"> • Bactéries • Champignons • Nématodes 	L'utilisation de différents organismes a montré des efficacités, néanmoins actuellement se posent les conditions d'emploi pour rendre les résultats fiables et reproductibles. Les agents biologiques les plus étudiés sont le <i>Beauveria bassiana</i> (résultats dépendant de la souche et de la formulation), <i>Metarhizium anisopliae</i> , <i>Rickettsiella</i> ... Par contre, <i>Steinernema carpocapsae</i> montre des résultats insatisfaisants.
	Prédateurs	Différentes études, généralement anciennes, indiquent que des carabidae et des staphylinidae consomment des larves de taupins, néanmoins sans réduire de manière significative les populations. Il en est de même pour les oiseaux.
Réduction des dégâts	Variétés résistantes	Des différences variétales ont été mises en évidence chez la pomme de terre, certaines présentant moins de dégâts. Des résistances ont été également mises en évidence dans des descendances avec <i>Solanum berthaultii</i> et <i>S. etuberosum</i> , sans que celles-ci soit en relation avec la teneur en glucoalcaloïdes. Pour les autres cultures légumières, même si des différences variétales ont été mises en évidence, il n'y a pas de résistance développée.
	Dates de récolte précoce	Les dégâts augmentent au fil du temps, aussi est-il recommandé dans les parcelles de faire des sondages pour estimer le niveau des dégâts et prendre la décision de la date de récolte.
	Qualité des conditions d'implantation des cultures	Pour les cultures dont les dégâts se font essentiellement à l'implantation, des conditions froides et humides qui ralentissent fortement la croissance initiale sont favorables aux dégâts de taupins. Choisir des conditions optimum est un gage de moindres dégâts.
	Utilisation de plantes attractive (dilution des populations)	Dans cette catégorie de protection se trouve le concept de "push and pull" qui vise à attirer le ravageur au moyen de combinaison d'attractifs et de plante hôtes afin de déplacer les populations des cultures vers d'autres zones. Différents travaux sont aujourd'hui en cours dans ce sens mais ne peuvent servir que dans le cas de dégâts au moment de l'implantation des cultures. Les pistes travaillées sont l'utilisation de plantes plus attractives que la culture, l'utilisation d'appâts... Des résultats probants ont été mis en évidence dans une plantation de fraisier en association avec du blé comme plante attractive (Vernon et al., 2000)

Différentes pistes de protection compatibles avec l'agriculture biologique sont actuellement explorées. Mais dans l'état actuel des connaissances, aucune technique utilisée seule ne suffira : la réussite de la protection passera forcément par une combinaison de pratiques. Les résultats obtenus avec l'utilisation des phéromones aussi bien pour la prévision des risques que comme technique de protection ne sont pas à la hauteur des espérances, puisque les résultats sont négatifs dans les conditions françaises.

BIBLIOGRAPHIE

- > BEDIN P., MALET M., 1991. Les taupins et les cultures. Fruits et Légumes, 84 : 46-47
- > CHABERT A, BLOT Y, 1992. Estimation des populations larvaires de taupins par un piège attractif. *Phytoma - La défense des végétaux*, n°436, Pages : 27-30
- > CHABERT A., BRUNEL E. & BLOT. Y., 1993 – LES TAUPINS (Elateridae, *Agriotes* sp). Utilisation d'un piège attractif pour la prévision des risques C.R. 3^{ème} Conférence Internationale sur les Ravageurs en Agriculture., Montpellier, ANPP, 1043-1050.
- > COCQUEMPOT C., MARTINEZ M., COURBON R., BANCHET A., CARUHEL P., 1999 - Nouvelles données sur l'identification des larves de taupins (Coleoptera: Elateridae): une aide à la connaissance de la biologie et la cartographie des espèces nuisibles 5^{ème} Conférence Internationale sur les Ravageurs en Agriculture. Montpellier, ANPP, 477-486.
- > DEDRYVER C.-A. 2009 - Lutte contre les taupins : État des recherches et des connaissances techniques en France et dans l'U.E. Voies de recherche à privilégier. *Rapport INRA*, 31p.
- > ERICSSON J.D., KABALUK J.T., GOETTEL M.S., MYERS JH., 2007. Spinosad interacts synergistically with the insect pathogen *Metarhizium anisopliae* against the exotic wireworms *Agriotes lineatus* and *Agriotes obscurus* (Coleoptera: Elateridae). *Journal of economic entomology*, 100:31-38
- > HERMANN A., BRUNNER N., HANN P., WRBKA T., KROMP B., 2012. Correlations between wireworm damages in potato crop fields and landscape structure at different scales. *Journal of Pest Science*
- > PIC M., PIERRE E., MARTINEZ M., GENSON G., RASPLUS J.-Y. & ALBERT H., 2008. Les taupins du genre *Agriotes* démasqués par leurs empreintes génétiques. 8^{ème} Conférence Internationale sur les Ravageurs en Agriculture. Montpellier, ANPP, 10 pp
- > TRAUOGOTT M., SCHALLHART N., KAUFMANN R., JUEN A., 2008. The feeding ecology of elaterid larvae in central European arable land: New perspectives based on naturally occurring stable isotopes. *Soil biology and biochemistry*, 40: 342-349
- > Van HERK W.G., VERNON R.S., 2006. Effect of temperature and soil on the control of a wireworm, *Agriotes obscurus* L. (Coleoptera : Elateridae) by flooding. *Crop protection*, 25: 1057-1061
- > VERNON R.S., KABALUK T., BEHRINGER A., 2000. Movement of *Agriotes obscurus* (Coleoptera : Elateridae) in strawberry (Rosaceae) plantings with wheat (Gramineae) as a trap crop. *The Canadian Entomologist*, 132:231-241
- > VILLENEUVE F., LATOUR F., 2011a. Cultures légumières et taupins : captures des adultes et nouveaux moyens de protection. *Infos-Ctifl*, 262 : 37-43
- > VILLENEUVE F., LATOUR F., 2011b. Piégeage des adultes de taupins (Coleoptera : Elateridae) en cultures légumières : intérêts et limites. 4^{ème} Conf. Inter. sur les moyens alternatifs de lutte contre les organismes nuisibles des végétaux ; Lille, 8, 9, 10 mars 2011

COLONISATION DES CULTURES DE TOMATE SOUS ABRI PAR LES PUNAISES PREDATRICES MIRIDES : EFFETS DES PRATIQUES ET DU PAYSAGE

Amélie Lefèvre (1), Stéphanie Aviron (2)

INRA SAD - UE Alénya Roussillon - Amelie.Lefevre@supagro.inra.fr

INRA SAD-Paysage (Rennes) - Stephanie.Aviron@rennes.inra.fr

RESUME

Le projet REGABRI mis en œuvre chez des maraîchers de la plaine du Roussillon de 2010 à 2012 vise à (i) décrire le processus de colonisation des cultures de tomate sous abri par des punaises mirides de la tribu des *Dicyphini* et (ii) à déterminer et hiérarchiser les facteurs paysagers et agronomiques qui peuvent affecter cette performance liée à la régulation biologique naturelle. Un diagnostic de terrain a permis notamment de quantifier la variabilité de colonisation existante entre les sites et les parcelles. Des types de conduites culturales défavorables ont été identifiés. Le potentiel d'entrée et d'installation des auxiliaires semble corrélé à la forte proportion de certains habitats autour des abris. Une étude plus fine des caractéristiques fonctionnelles de ces éléments paysagers a alors été initiée.

INTRODUCTION

L'un des enjeux majeurs de la production maraîchère est de développer des systèmes de culture et des stratégies de protection des plantes suffisamment robustes pour maintenir dans la durée, la pression ravageurs en-dessous du seuil de nuisibilité. Ces stratégies doivent combiner l'ensemble des leviers disponibles à la fois pour prévenir puis gérer une infestation. Les luttes biologiques inoculative ou inondative visent à lâcher dans la parcelle des auxiliaires prédateurs ou parasitoïdes pour en augmenter la population afin de contrôler les ravageurs. Cet outil de régulation est de plus en plus utilisé par les maraîchers qui obtiennent de bons résultats en culture sous abri en climat méditerranéen.

La régulation biologique dite « naturelle » est tout aussi importante : certaines espèces d'insectes indigènes contribuent en effet à la réduction des populations de ravageurs par prédation ou parasitisme, souvent même hors de la parcelle cultivée. La lutte biologique par conservation ou gestion des habitats consiste ici à favoriser l'installation de ces espèces indigènes et utiles à proximité voire dans la parcelle, en modifiant pratiques culturales et environnement paysager. Nous formulons alors deux hypothèses :

- ✓ les abris maraîchers du sud de la France en agriculture biologique sont souvent des structures perméables propices au transfert d'organismes entre zone cultivée et extérieur : il est donc pertinent de chercher à y mobiliser à la fois les outils de la régulation naturelle et ceux d'une protection biologique standard ;
- ✓ si 9 espèces d'auxiliaires sur 10 ont besoin d'habitats non cultivés pour achever leur cycle, mieux comprendre l'écologie de ces espèces est donc un préalable pour favoriser le processus de colonisation dans les espaces cultivés.

Le projet de recherche REGABRI² financé de 2010 à 2012 par le CIAB³ s'attache à **mieux comprendre le processus de colonisation d'une culture sous abri par les insectes auxiliaires pour en expliquer la variabilité**. Sur le cas d'étude de la tomate en plaine du Roussillon et appliqué aux punaises prédatrices des genres *Macrolophus* sp et *Dicyphus* sp. dont l'intérêt agronomique a été souvent relaté, nous cherchons à mieux décrire le phénomène en lui-même et à identifier et hiérarchiser les facteurs qui l'affectent. Pour cela nous avons mis en place un diagnostic agronomique et paysager régional selon un échantillon stratifié de sites de production et de parcelles de tomate. Ce travail s'est déroulé selon 2 étapes :

- (1) Approche corrélative [2010-2011] – Peut-on expliquer la performance « *colonisation des cultures par les mirides* » par des types de pratiques culturales et/ou un contexte paysager donné (à 300m autour des cultures) ?
- (2) Approche fonctionnelle [2012] – Les éléments paysagers cultivés ou semi-naturels ciblés en (1) sont-ils effectivement source ou puits de mirides pour la colonisation ?

Ces premiers résultats seront autant de pistes à approfondir pour développer le potentiel de colonisation par les espèces indigènes auxiliaires sur un site de production.

DIAGNOSTIC AGRONOMIQUE ET PAYSAGER EN PLAINE DU ROUSSILLON

En l'absence de connaissances fines sur l'écologie des espèces étudiées, cette étude qui se veut exploratoire, consiste en l'observation du processus de colonisation dans des sites de production en plaine du Roussillon (Pyrénées Orientales). L'échantillon a été construit de manière à maximiser la diversité des situations paysagères notamment concernant les éléments semi-naturels (de 22 à 71% d'occupation du sol à 300m dans l'échantillon 2011). La production de tomate a été retenue du fait de sa présence quasi systématique au printemps-été dans les exploitations maraîchères avec abri en sol non chauffé.

Pour relier la colonisation aux facteurs techniques et paysagers (étape 1), 34 cultures de tomate (dont 26 en AB) réparties dans 23 sites de production différents ont fait l'objet de suivis hebdomadaires sur l'état sanitaire de la culture, de recueil de données sur les pratiques culturales et d'une analyse paysagère fine de 50 à 300m. Pour ensuite identifier si les habitats ciblés étaient effectivement source ou puits de mirides, les travaux de l'étape 2 se sont concentrés sur l'exploration de 3 habitats dans 5 sites en agriculture biologique.

Suivi technique et entomologique des cultures

L'ensemble des parcelles de tomate a fait l'objet de suivis hebdomadaires depuis la plantation (entre mars et avril) jusqu'à la fin juillet. Le dénombrement des mirides adultes des genres *Macrolophus* sp., *Dicyphus* sp., *Nesidiocoris tenuis* et des stades larvaires regroupés a été réalisé à l'œil sans prélèvement ni destruction d'organes de plantes sur 6 feuilles (apex-haut, milieu et bas de plante) de 25 plantes étalées dans la parcelle. Les principaux ravageurs (Aleurodes, *Tuta absoluta*, pucerons, acariens tétranyques) ont été quantifiés selon le même échantillonnage mais selon des classes d'abondance.

L'itinéraire technique de la tomate a été décrit à partir des observations en parcelle et des informations fournies par le producteur. Ainsi les données culturales ont été compilées en 19 variables sur le calendrier cultural, la gestion de l'abri (couverture au sol, blanchiment, ouvertures) les interventions de protection des cultures (traitements, lâchers d'auxiliaires, nourrissage, plantes relais, pièges...) et les interventions d'entretien de la plante (effeuillage, ébourgeonnage...).

² Colonisation des cultures maraîchères sous abri par des auxiliaires indigènes et contribution à la régulation biologique naturelle des ravageurs aériens

³ Comité Interne pour l'Agriculture Biologique de l'INRA

Caractérisation paysagère de 50 à 300m

Les composantes paysagères ont été décrites dans un rayon de 300m autour de l'abri suivi à partir de logiciels de cartographie (gvSIG OADE et Quantum GIS) sur la base de photos aériennes digitalisées (BD ORTHO® IGN 2009) et de vérifications de terrain.

Tableau 2 : Typologie simplifiée de description paysagère utilisée à 300m

Urbains	Zone sans végétation	Espaces verts urbains	
Cultivés	Maraîchage sous abri Plein champs Grandes cultures	Pérenne enherbée non irriguée Vigne sol nu	Verger enherbé Verger sol nu
Semi-naturels	Végétation spontanée Végétation herbacée vivace	Éléments boisés Haie de canne de Provence	Fossés Milieux aquatiques

L'occupation du sol a été traduite selon une typologie initiale de 25 éléments paysagers retenus à partir des données bibliographiques sur l'écologie des espèces. Dans un premier temps, les analyses ont porté sur une typologie simplifiée de 15 habitats différents (Tableau 2). La proportion de ces 15 éléments paysagers a été calculée pour chaque abri sur une distance de 50 à 100, 200 et 300m.

QUELLE COLONISATION DES ABRIS PAR LES PUNAISES MIRIDES ?

Les suivis entomologiques de 2010 - 2011 ont permis de quantifier et de mieux positionner la dynamique de colonisation des différentes cultures de tomate par les mirides. Ils confirment la grande hétérogénéité de cette performance entre les parcelles et entre les sites en termes de diversité d'espèces, d'effectifs (Figure 1), de délai d'entrée dans la culture après plantation et de cinétique des populations dans le temps et dans l'espace cultivé.

Or ces paramètres sont tous importants dans la dynamique de contrôle des ravageurs ayant infesté la culture.

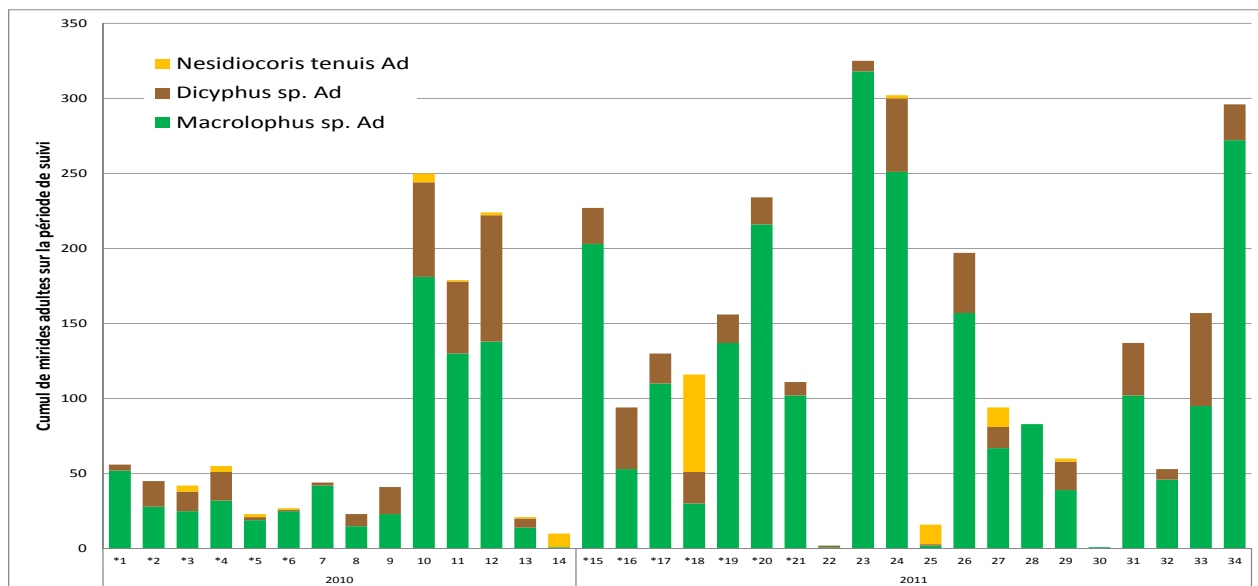


Figure 1 : Abondance totale d'adultes de mirides par genre dans les cultures suivies

EFFET POTENTIEL DES PRATIQUES ET DU PAYSAGE

Typologie de pratiques culturales

Le dispositif REGABRI ne vise pas à évaluer l'effet de chaque type d'intervention sur la colonisation des plantes par les mirides, mais à définir d'une part si certains types de conduites sont plus favorables à leur entrée et leur installation dans la culture, et d'autre part à évaluer le poids relatif de cet effet « pratiques » par rapport à celui de l'effet paysage. L'étude des variables collectées a permis de définir 3 groupes homogènes de pratiques :

- Groupe C : Conduite ayant recours aux insecticides et acaricides de façon régulière qu'ils soient d'origine naturelle ou de synthèse, entretien intensif des plantes avec ébourgeonnages, effeuillages fréquents.
- Groupe ABI : Conduite biologique ayant recours aux produits insecticides ou fongicides homologués en AB (Bt, spinosad, ...) ainsi qu'aux lâchers d'auxiliaires, aux plantes relais et veillant à un entretien des plantes régulier.
- Groupe ABE : Conduite biologique extensive en termes d'intervention pour la protection contre les ravageurs et d'entretien des plantes.

Effet de la composition du paysage, de la présence de proies et des pratiques

L'analyse statistique de l'effet des variables paysagères et techniques nous permet d'expliquer 54% de la variabilité de l'abondance totale des mirides parmi les 34 situations. L'effet de la pression ravageurs dans la culture et donc, de l'abondance et diversité de proies potentielles dans la culture n'a pas encore été testé statistiquement. Il est à noter que cette pression est également très hétérogène.

Il semble que seul le groupe C soit significativement défavorisé en ce qui concerne le potentiel d'entrée et d'installation de populations de mirides. Sur l'ensemble des composantes paysagères testées aux différentes échelles, l'analyse pointe 2 corrélations :

- l'abondance de mirides dans des cultures entourées de friches mais aussi d'éléments boisés dont haies de conifères dans les 200m. Ces éléments assumeraient respectivement un rôle d'habitat complémentaire / refuge et de brise-vent limitant une dispersion.
- la rareté de mirides dans des cultures entourées de légumes de plein champ à courte distance (50m) ou de verger enherbé (200m). Ces espaces cultivés peuvent être une source de dilution pour les populations de punaises ou peuvent être associés à des traitements pesticides répétés (cas des vergers en conventionnel).

Cette analyse statistique trouve certaines limites dans son interprétation du fait de l'échantillonnage et du manque de connaissances écologiques et nécessite des travaux complémentaires à ce jour.

CARACTERISATION FONCTIONNELLE DES HABITATS POTENTIELS DE MIRIDES

Pour essayer de comprendre si les mirides présentes dans la culture de tomate exploitent ou non les éléments paysagers ciblés par la 1^{ère} phase du projet, le terrain 2012 a consisté (i) à décrire plus finement l'état et la composition botanique de ces habitats et (ii) à détecter des punaises mirides à l'aide d'un aspirateur (soufflerie de jardin inversée) dans ces espaces.

Pour ce faire, 5 sites ont été retenus car présentant une forte proportion de végétation spontanée et bien colonisés par les mirides en 2010-11. La collecte a été réalisée en 3 périodes sur avril-mai sur 66 points répartis sur des zones en verger enherbé (sol et feuillage), en végétation spontanée (friche) ou herbacée vivace (prairie, bord de champs).

Un tiers des points d'échantillonnage contenait au moins une fois une punaise *Macrolophus* sp. ou *Dicyphus* sp. Ces détections ont été essentiellement faites courant mai. Elles permettent de confirmer l'importance des espaces non cultivés telles que les friches et les espaces herbacés dans les 100m autour d'un abri (*Figure 2*).

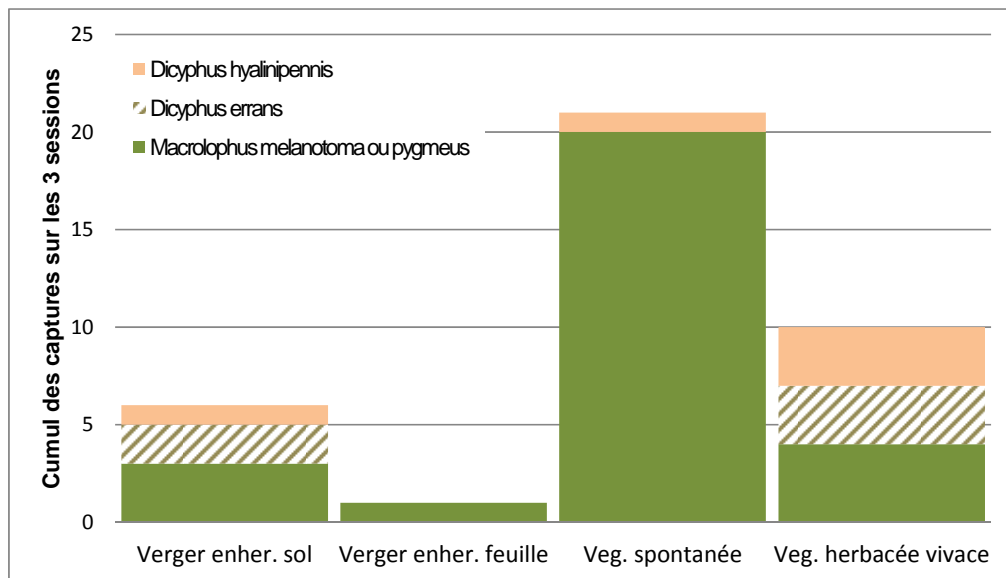


Figure 2 : Répartition des captures de Dicyphini identifiés par habitats autour de l'abri (100m)

Il faut noter que les effectifs collectés restent très faibles et qu'une grande hétérogénéité existe entre les sites et entre les placettes échantillonnées. L'analyse fine des résultats combinés à la description des habitats (composition botanique dont plantes dites hôtes de mirides d'intérêt) est en cours.

CONCLUSION

Ces nombreuses données restent à analyser en détails mais elles confirment déjà que la composition de l'environnement paysager à des distances parfois importantes (200, 300m) influence le potentiel de colonisation des cultures maraîchères sous abri par les mirides. Ce facteur semble avoir un poids relatif aussi important que le type de pratiques mis en œuvre. Ces résultats montrent que pour vraiment encourager la colonisation d'une culture par des auxiliaires comme les mirides, il faudra certainement développer des stratégies combinant à la fois des pratiques culturales favorables, des aménagement de bords de parcelle (voire l'intérieur de parcelle) ET l'analyse du potentiel écologique de l'environnement cultivé et semi-naturel (a minima sur l'espace couvert par l'exploitation agricole)

DIAGNOSTIC DE L'ENVIRONNEMENT DES PARCELLES AGRICOLES : METHODOLOGIE ET RENDUS AUX AGRICULTEURS

Virginie ANTOINE stagiaire BTM, **Rémi COLOMB** stagiaire SERAIL, **Florian HAVARD** stagiaire BTM, **Elsa DEGLETAGNE** stagiaire BTM, **Jean VIANNAY** étudiant, **Dominique VIANNAY** maraîcher, **Thierry GIRARD** maraîcher, **Benoît RONZON** maraîcher, **Laurent RAYMOND** maraîcher, **Gilbert BESSON** arboriculteur, **Simon GRENIER** INRA, **Hugues MOURET** Arthropologia, **Benoît CAILLERET** FREDON Rhône-Alpes, **Christian ICARD** Ctifl-SERAIL, **Nadine TREUVEY** SERAIL, **Dominique BERRY** Chambre d'Agriculture du Rhône

RESUME

Depuis 2007, dans le Rhône, un groupe de travail réunissant des paysans bio et non bio passionnés par la biodiversité et les insectes auxiliaires s'est constitué à l'initiative de 4 maraîchers et un arboriculteur, et met déjà en œuvre des pratiques agricoles destinées à les favoriser.

Leur objectif est de développer et diffuser les pratiques visant à favoriser la maîtrise des ravageurs des cultures par les auxiliaires naturels avec la perspective d'atteindre une régulation naturelle qui pourrait permettre de se passer de l'usage d'insecticide. Cette démarche implique de rompre avec la logique d'éradication communément développée en matière de protection des cultures pour mettre en place les conditions nécessaires afin de maintenir les ravageurs à un niveau agronomiquement tolérable.

Pour ce faire, ils ont pris contact avec des structures locales de développement du monde agricole que sont l'ARDAB⁴ et le BTM⁵, et établi des partenariats avec la recherche (Simon Grenier – ancien chercheur à l'INRA), l'expérimentation (SERAIL⁶), les services de protection des cultures (FREDON⁷) et une association naturaliste (Arthropologia).

La concrétisation des objectifs du groupe s'est traduite par la réalisation d'une quarantaine de diagnostics d'environnement et de biodiversité des parcelles agricoles menée pour l'essentiel dans le cadre de l'activité du BTM.

La lutte biologique naturelle, appelée aussi « Lutte Biologique par Conservation de l'environnement » ne consiste pas, contrairement à la lutte biologique (LB) classique, à lâcher des auxiliaires pour maîtriser les ravageurs mais à attirer et maintenir les ennemis naturellement présents des ravageurs dans et aux abords des parcelles. Ces auxiliaires peuvent bien sûr être des arthropodes prédateurs et parasitoïdes, très connus et utilisés en LB classique, mais aussi des oiseaux (rapaces nocturnes, diurnes, passereaux insectivores), des chauves-souris, mammifères (mustélidés, hérisson), reptiles, batraciens. Il est donc apparu nécessaire de définir, dans le cadre de la lutte biologique par conservation, une méthodologie de diagnostic de l'environnement et de la biodiversité de parcelles maraîchères et arboricoles suffisamment simple pour être facilement utilisable, interprétable et reproductible.

⁴ Association Rhône-Loire pour le Développement de l'Agriculture Biologique

⁵ Bureau Technique des Maraîchers du Rhône

⁶ Station d'Expérimentation Rhône-Alpes Légumes

⁷ Fédération Régionale de Défense contre les Organismes Nuisibles

INTRODUCTION

Le travail a constitué dans un premier temps à la mise en forme d'un outil de diagnostic de l'environnement des parcelles, sur la base de travaux existants et de références bibliographiques. La mise en œuvre de terrain aboutit à un rendu écrit au producteur, accompagné de préconisations d'aménagements complémentaires éventuels. Cette démarche vous est succinctement présentée, après les notions de biodiversité fonctionnelle et de lutte par conservation.

LA BIODIVERSITE FONCTIONNELLE ET LA LUTTE PAR CONSERVATION

Le concept de biodiversité englobe trois niveaux qui forment un tout : la diversité génétique des êtres vivants, la diversité des espèces et la diversité écologique c'est-à-dire celle des écosystèmes (DI CASTRI&YOUNES, 1995 in BAUDRY, 2000).

Pour l'agriculture, les enjeux se situent au niveau des services apportés par la biodiversité et de leur intérêt écologique et économique au sein des systèmes agricoles et des paysages (Le Roux et al, Agriculture et biodiversité, expertise scientifique collective INRA Juillet 2008).

L'agriculture joue un rôle important dans la préservation ou la destruction de notre patrimoine naturel : le modèle productiviste, motivé par des intérêts économiques, politiques et sociaux, a eu de nombreux impacts négatifs, notamment l'appauvrissement de la diversité des milieux cultivés. La simplification de la structure paysagère a induit une diminution de la diversité floristique et faunistique. Les agrosystèmes ont également été fragilisés par l'emploi excessif et généralisé de produits phytosanitaires. La situation aujourd'hui est telle que des déséquilibres de populations sont apparus, avec des risques accrus de pullulation de ravageurs, ces derniers ne pouvant être correctement régulés par leurs antagonistes naturels, les auxiliaires.

Par sa capacité à héberger, nourrir et développer les auxiliaires naturels, un environnement riche et varié peut devenir un outil de production alternatif aux insecticides. Cette biodiversité fonctionnelle est la base de la méthode dite de Lutte Biologique par Conservation de l'environnement dont le principe est non pas de lâcher mais de favoriser l'attraction ou le maintien des auxiliaires indigènes au sein des agrosystèmes.

Elle vise le renforcement des populations grâce à l'aménagement des alentours des cultures (BAUDRY *et al*; 2000). Le but est de parvenir à terme à un équilibre entre auxiliaires et ravageurs, en favorisant spécifiquement la faune utile (prédateurs, parasitoïdes, pollinisateurs) sans pour autant augmenter la faune nuisible. Cette biodiversité fonctionnelle doit être renforcée dans le voisinage comme à l'intérieur des cultures.

La mise en œuvre de ce type de lutte nécessite une somme de connaissances sur les communautés d'auxiliaires et de ravageurs présents, la caractérisation des habitats environnants, les données pédo-climatiques (...) afin de chercher à établir un paysage cohérent et fonctionnel.

LE DIAGNOSTIC D'ENVIRONNEMENT DE PARCELLE

Méthodologie

Le diagnostic repose sur le principe de la lutte biologique par conservation de l'environnement, et consiste en un inventaire et une évaluation des éléments semi-naturels (ESN) présents sur et autour de la parcelle ou du groupe de parcelles étudiées, ainsi qu'une analyse et une interprétation de ces éléments. Cette évaluation est tout d'abord quantitative puisque l'on estime la surface parcellaire recouverte en ESN sur la surface totale de l'îlot. Mais elle est également qualitative par une analyse des points positifs et négatifs de chaque élément et l'observation de leurs connectivités.

La méthodologie de ce diagnostic a été élaborée en 2009 en s'appuyant notamment sur le travail réalisé en arboriculture par le Ctifl. Conçu pour apporter un conseil aux agriculteurs intéressés, ce diagnostic devait également répondre à un objectif opérationnel : être rapidement applicable, abordable, reproductible et informatif.

La mise en œuvre repose sur 4 temps :

- La première phase est une phase de terrain dans laquelle l'agriculteur est interrogé sur ses pratiques ainsi que sur ses attentes et ses projets en terme de biodiversité fonctionnelle, avant la réalisation de l'état des lieux et l'inventaire (identification, quantification) des éléments semi-naturels continus et ponctuels présents: haies, chemins, prairies, bandes enherbées et fleuries, bois, bosquets, murs, murets, fossés, talus, bords de serres, cours d'eau, arbres isolés, points d'eau, tas de bois ou de pierres, souches, ronciers, bâti, ...
- La deuxième phase correspond à l'analyse de l'abondance et de la qualité des éléments inventoriés pour en évaluer les aspects positifs et négatifs dans la perspective d'une régulation potentielle des ravageurs des cultures. La connectivité entre les ESN est également notée. Un document d'interprétation, élaboré sur la base de références bibliographiques disponibles, renseigne sur les régimes alimentaires, les habitats et les facteurs favorables au maintien et au développement des principaux auxiliaires dans l'environnement. Bien que forcément incomplet et destiné à être enrichi par de nouvelles sources d'information, il sert de base à l'interprétation de l'état des lieux.
- La troisième phase est destinée à proposer des aménagements complémentaires à l'agriculteur pour améliorer la qualité et/ou la connectivité des éléments, et ainsi favoriser davantage la biodiversité fonctionnelle. Ces propositions sont également basées sur le document d'interprétation mais doivent également intégrer les pratiques, les attentes et les projets de l'agriculteur bénéficiaire du diagnostic.
- Enfin, la quatrième phase correspond à la remise d'un document finalisé de diagnostic à l'agriculteur. Il contient l'ensemble des éléments recueillis et analysés, complétés d'une représentation cartographique permettant de visualiser les aménagements existants et les propositions d'amélioration.

Rendu aux agriculteurs

Après avoir resitué le contexte et les objectifs du diagnostic, il renseigne premièrement sur les pratiques de l'agriculteur en estimant leur impact possible sur les auxiliaires naturels.

Ensuite, suivant la trame de la méthodologie définie précédemment, il reprend la description des ESN inventoriés, illustré de photos et complété d'une représentation cartographique.

L'interprétation quantitative établit un pourcentage de surface couverte par les ESN comparé à des seuils référencés dans la bibliographie (par exemple un paysage dont 30% de sa surface est constitué d'éléments semi-naturels est considéré comme complexe et donc favorable à la biodiversité - *expertise scientifique collective « Agriculture et biodiversité », INRA, 2008*).

L'interprétation qualitative, réalisée sur la base du document de référence, se fait ESN par ESN ainsi que sur la connectivité entre les éléments. Il en découle une appréciation globale de l'environnement de la parcelle en terme de biodiversité fonctionnelle et les propositions d'aménagements complémentaires sont détaillées et positionnées sur la représentation cartographique de la parcelle.

Finalement pour compléter l'information au producteur les annexes contiennent le document d'interprétation et les principales références bibliographiques utilisées.

SUITES A DONNER

Entre 2009 et 2011 une quarantaine de diagnostics ont été réalisés sur les parcelles de maraîchers et d'arboriculteurs. En 2012 quelques viticulteurs ont été concernés dans le cadre d'une action territoriale sur le secteur Beaujolais. Quelques aménagements complémentaires ont été réalisés individuellement par certains agriculteurs et une action concertée va permettre l'implantation de haies sur la base de plusieurs diagnostics réalisés sur les parcelles parfois contiguës d'une même commune, dans le double objectif d'enrichir le milieu et de lutter contre l'érosion. Il reste cependant parfois difficile aux agriculteurs de mettre en œuvre les aménagements proposés, faute de moyen mais également d'un accompagnement technique adapté.

BIBLIOGRAPHIE

- > ANTOINE V ,2009, Elaboration d'une méthode de diagnostic de l'environnement et de la biodiversité fonctionnelle, Cas de parcelles en maraîchage et arboriculture dans le Rhône, rapport de stage, BTM
- JONIS M., 2002 – Enquête sur les pratiques des vigneron biologiques. Alter Agri, n°53, 8-11.
- > COLOMB R, 2009, Elaboration d'une méthode de diagnostic de l'environnement et de la biodiversité fonctionnelle, Cas de parcelles en maraîchage et arboriculture dans le Rhône, rapport de stage, BTM
- > DEGLETAGNE E, 2011, Diagnostics de l'environnement et de la biodiversité fonctionnelle de parcelles cultivées, BTM
- > BAUDRY O, BOURGERY C., GUYOT G., RIEUX R., 2000 – *Les haies composites réservoirs d'auxiliaires*- CTIFL(Centre Interprofessionnel de Fruits et Légumes), Paris. 116p.
- > JAY M, 2000, -*Oiseaux et mammifères auxiliaires des cultures*- CTIFL, Paris. 203p
- > LE ROUX X, BARBAULT R., BAUDRY J., BUREL, F. DOUSSAN I., GARNIER E., HERZOG F., LAVOREL S, LIFRAN R., ROGER-ESTRADE J., SARTHOU J.P., TROMMETTER M (éditeurs), 2008. *Agriculture et biodiversité. Valoriser les synergies. Expertise scientifique collective*, synthèse du rapport, INRA (France).116p.
- > VAN HELDEN, M.(ENITA Bordeaux, UMR Santé Végétale); PAIN, G.,(ENSA Angers, LEVA).[diaporama pdf en ligne] [consulté le 25 février 2009] -*4ème rencontre du Végétal 16 et 17 janvier 2007, Angers : Quel paysage au service de la protection biologique des cultures légumières ?*- , Disponible sur l'internet :<http://www.resogm.org>
- >

QUELS DISPOSITIFS POUR FAVORISER LA PRESENCE DES PUNAISES PREDATRICES INDIGENES ?

Jérôme Lambion

Groupe de Recherche en Agriculture Biologique ; BP 11283 ; 84911 AVIGNON cedex 9

RESUME

Les punaises prédatrices de la famille des mirides (sous famille des *Dicyphinae*) sont présentes naturellement dans la zone méditerranéenne où elles jouent un rôle important dans la régulation naturelle de différents ravageurs. Le GRAB a démarré depuis 2007 des essais de biodiversité fonctionnelle. L'objectif est, grâce à un choix judicieux de plantes-hôte et à la mise en place de bandes florales adaptées aux attentes et contraintes des producteurs, de renforcer la présence de ces mirides auxiliaires et de permettre leur présence de façon précoce à proximité des cultures. Les travaux récents se concentrent sur le Souci officinal et différentes Géraniacées, plantés au sein de bandes florales dans ou hors des abris. Les résultats montrent que certaines espèces végétales sont particulièrement intéressantes, et que l'installation des bandes florales dans les abris est très prometteuse.

INTRODUCTION

Sous abris, la lutte biologique classique permet la plupart du temps de limiter les dégâts dus aux ravageurs. Elle s'appuie essentiellement sur des lâchers d'auxiliaires à renouveler tous les ans. Mais cette technique, exigeante au niveau technique, peut s'avérer coûteuse. Certains auxiliaires comme *Macrolophus pygmaeus* sont très chers (environ 0,15€ par individu). Le coût des auxiliaires contre les aleurodes peut ainsi atteindre 3000€/ha en culture de tomate. Les lâchers peuvent en outre faire preuve d'efficacité variables. Les essais du GRAB ont ainsi montré que la lutte biologique contre les acariens tétranyques (*Tetranychus urticae*), basée sur des lâchers d'acariens prédateurs phytoséides (*Phytoseiulus persimilis* et *Neoseiulus californicus*), était clairement insuffisante, dans les conditions de culture provençales (températures très élevées et faible hygrométrie dans les abris). Toute nouvelle technique participant au contrôle des ravageurs, et notamment des acariens tétranyques, mérite donc d'être étudiée avec soin : c'est le cas de la biodiversité fonctionnelle, qui consiste à implanter, autour des cultures, des espèces végétales qui vont attirer, héberger et nourrir les insectes et acariens auxiliaires indigènes participant au maintien des populations de ravageurs sous le seuil de nuisibilité économique.

LES TRAVAUX REALISES ENTRE 2007 ET 2011 :

Après un important travail de bibliographie en 2006, 22 espèces végétales hôtes des principales punaises mirides avaient été testées sur la station du GRAB en 2007 et 2008. Ces essais ont permis de sélectionner des espèces rustiques, compétitives vis-à-vis des adventices, hébergeant des populations importantes de mirides (*Macrolophus spp.* et *Dicyphus spp.*), sans entraîner de pullulations de ravageurs. *Calendula officinalis* et *Dittrichia viscosa* ont ainsi été testées chez différents producteurs, selon diverses modalités de mise en place, entre 2009 et 2011. *Dittrichia viscosa* a, depuis, été écartée des essais à cause de la bibliographie récente, confirmée par nos identifications : *D. viscosa* héberge exclusivement *Macrolophus melanotoma*, espèce apparemment très inféodée à *D. viscosa* et incapable de s'installer sur tomate. Les travaux en 2012 se sont donc concentrés sur *Calendula*, et certaines Géraniacées et Labiacées, qui avaient montré un fort potentiel en 2011. Les bandes florales plantées à l'extérieur en 2011 ont été suivies (deuxième année), et de nouvelles bandes ont été plantées sous les abris, pour renforcer encore la proximité avec la culture, et ménager aux *Dicyphus* des conditions d'hibernation moins rigoureuses qu'en extérieur.

PROTOCOLE DE L'ESSAI 2012 :

Dispositif expérimental :

En 2011, des bandes ont été plantées sur paillage, avec goutte à goutte à l'extérieur des abris sur deux sites : exploitation du GRAB (Montfavet-84), et exploitation de J.E. Pelletier (Vélorgues-84). Chaque parcelle élémentaire est constituée de 10 plants sur 2 m et séparée de la parcelle suivante par 2 m non plantés.

En 2012, des bandes ont été plantées en 2012 sur paillage, avec goutte à goutte à l'intérieur des abris sur deux sites : exploitation du GRAB (Montfavet-84), et exploitation de M. Tamisier (Pernes les Fontaines-84). Chaque parcelle élémentaire est constituée de 25 plants sur 5 m et séparée de la parcelle suivante par 2 m non plantés.

Observations :

Toutes les 3 semaines, une aspiration de 1 à 3 plantes est réalisée avec un appareil thermique, dès que les plantes se sont suffisamment développées. Puis, on procède au tri et à l'identification. Les aspirations ont été réalisées de mi-avril à début août.

RESULTATS

Entomofaune générale

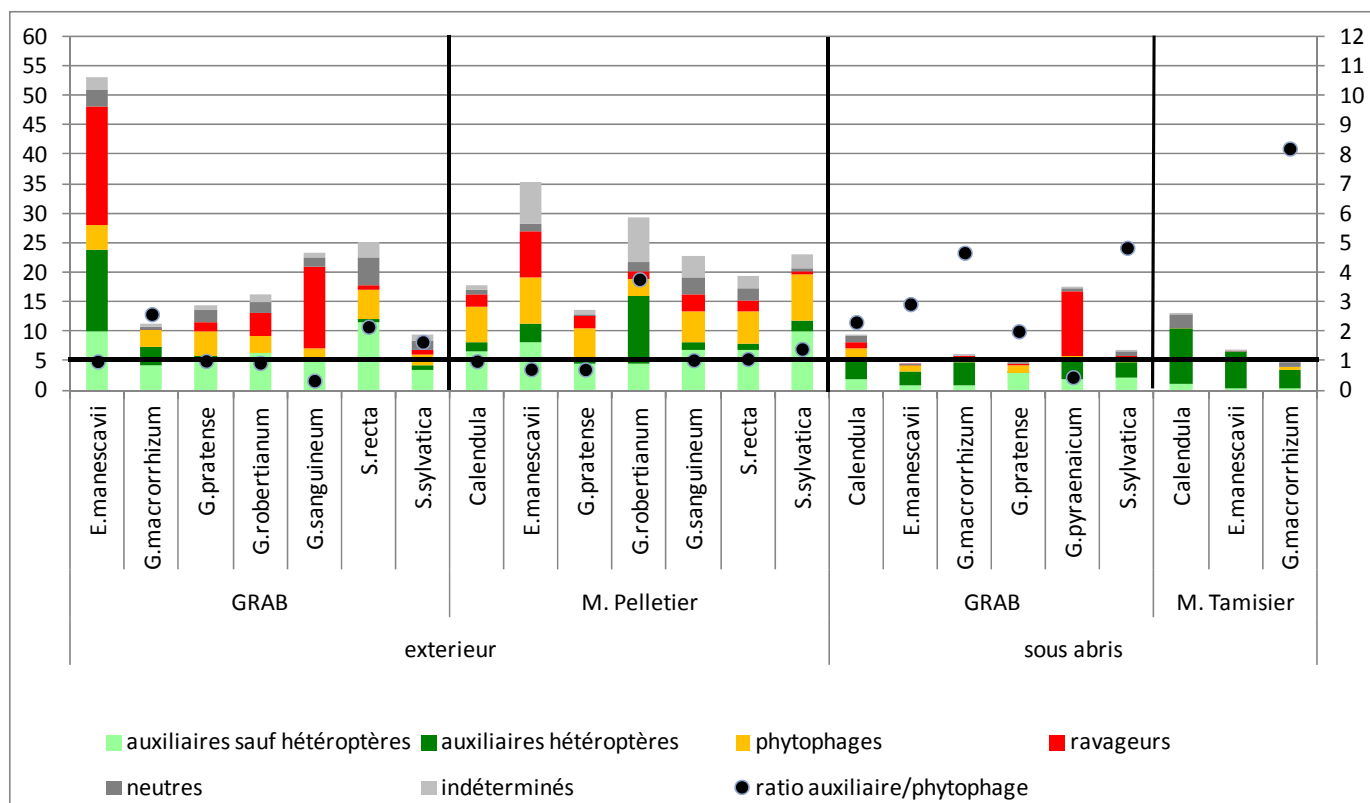


Figure 1 - Effectifs moyens par aspiration, classés par catégories trophiques

Echelle de gauche : populations moyennes des insectes par aspiration

Echelle de droite : ratio nombre total d'auxiliaires (hétéroptère ou non) / nombre total de phytophages (ravageurs des cultures ou non)

Le ratio de Calendula et E. manescavii sous abri chez M. Tamisier dépasse 60 et n'apparaît donc pas sur la figure

Sur les bandes plantées en 2011 à l'extérieur, les conclusions sont les mêmes sur les deux sites (fig. 1). Les espèces plantées hébergent une entomofaune équilibrée : les ratios auxiliaires/phytophages sont proches de 1, sauf pour *G. sanguineum* au GRAB (présence importante de pucerons donc ratio faible) et *G. robertianum* chez M. Pelletier (peu de phytophages d'où un ratio élevé, proche de 4). Beaucoup de micro-hyménoptères et d'araignées sont retrouvés sur les deux sites.

Sur les bandes plantées en 2012 à l'intérieur des abris, les populations de phytophages sont beaucoup plus faibles. Les ratios auxiliaires/ravageurs sont donc bien plus élevés, dépassant même 60 pour *Calendula* et *E. Manescavii* chez M. Tamisier : cela signifie qu'il y a 60 fois plus d'auxiliaires que de phytophages sur ces espèces ! Parmi les auxiliaires capturés, on retrouve quelques micro-hyménoptères et araignées, mais ce sont essentiellement des punaises prédatrices (*Miridae – Dicyphinae*) qui sont représentées.

En comparant les ratios au GRAB en extérieur et sous abri, il apparaît clairement que ces derniers sont plus élevés sous abri. Ces résultats peuvent s'expliquer du fait que sous abri, les espèces ont été plantées sur paillage cette année et que la flore spontanée, attirant la plupart des ravageurs, est moins présente qu'en extérieur. Les effectifs totaux de l'entomofaune sont plus élevés en extérieur car les plants y sont plus développés.

Population de Dicyphinae en sortie d'hiver :

Des aspirations ont été réalisées mi-janvier et mi-mars sur les bandes florales en extérieur au GRAB afin d'évaluer les populations en sortie d'hiver et ainsi déterminer si les punaises prédatrices peuvent hiverner sur certaines espèces. Les résultats montrent que des *Dicyphus* ont pu être aspirés en janvier et en mars sur *E. manescavii*, *G. macrorrhizum* et *S. sylvatica*. Les punaises prédatrices mirides trouvent donc refuge pendant l'hiver sur certaines espèces. Cette présence très précoce est un atout majeur dans la régulation naturelle des ravageurs.



Notre savoir-faire
naît de la nature



Rijk Zwaan - sélection, production et distribution de semences potagères professionnelles vous propose un large choix de variétés bio et non-traitées.

Liste et disponibilité sur simple demande au 04 66 57 49 89.

La culture de la réussite.



"La Vernède" • 30 390 Aramon
Tél. 04 66 57 49 89 • Fax 04 66 57 49 89
e-mail : aramon@rijkszwaan.fr

Effet des espèces végétales et des conditions de mise en place sur les populations de *Dicyphinae*

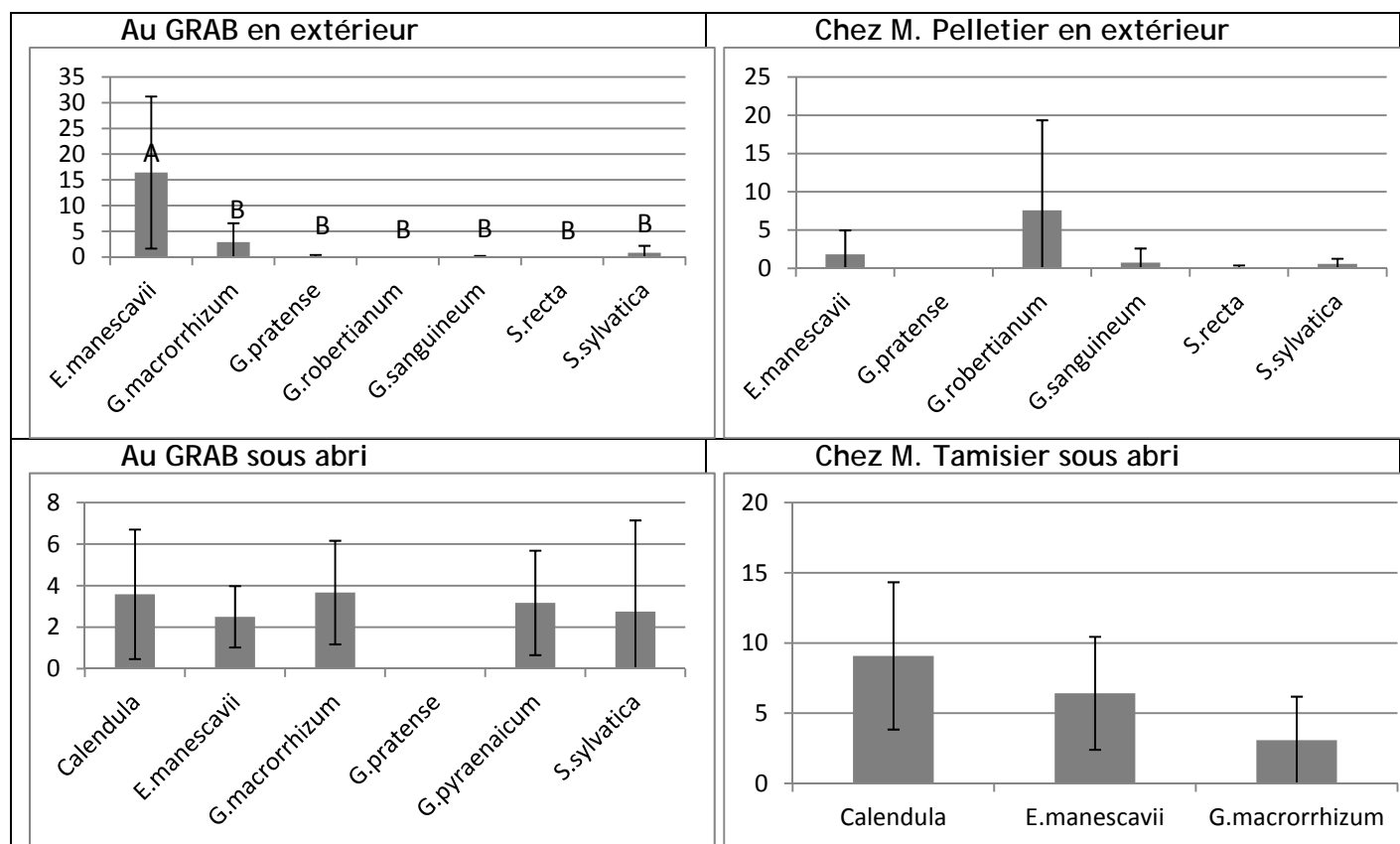


Figure 2 - Nombre moyen de *Dicyphinae* par plant en fonction des espèces végétales (test de Newman-Keuls avec $p < 0,05$)

Dicyphus est quasiment le seul *Dicyphinae* aspiré sur les bandes florales. Cette information est intéressante car *Dicyphus* est la principale punaise prédatrice indigène rencontrée naturellement dans les cultures.

Sur les bandes plantées en 2011 à l'extérieur, *Dicyphus* est capturé en nombre parfois très important sur *E. manescavii*, *G. macrorrhizum*, *G. robertianum*, *G. sanguineum*, et *S. sylvatica*. Quasiment aucun *Dicyphus* n'a été capturé sur *G. pratense* et *S. recta*, quel que soit le site (fig. 2).

Les espèces plantées à l'intérieur des abris en 2012 hébergent toutes des populations importantes de *Dicyphus*, à part *G. pratense* (même résultat qu'en extérieur). Au GRAB, *Calendula*, *E. manescavii*, *G. macrorrhizum*, *G. pyraenaicum* et *S. sylvatica* présentent des résultats similaires, avec en moyenne 3,1 *Dicyphus* par plant. Chez M. Tamisier sous abri, *Calendula* présente les meilleurs résultats avec un effectif de 9,1 *Dicyphus*. *G. macrorrhizum* avec 3,1 *Dicyphus* par plant est la moins performante des trois espèces. *E. manescavii* se situe entre ces deux espèces avec 6,4 *Dicyphus* par plant.

Le choix des espèces sélectionnées s'avère donc judicieux. *Dicyphus* est capable de coloniser rapidement les bandes plantées dans les abris et ne semble pas gêné par le fait que les plantes-hôtes soient localisées dans l'abri, au pied des bâches.

Effet du lieu d'implantation des bandes florales sur les populations de *Dicyphinae*

Un nombre plus élevé de *Dicyphinae* est capturé en extérieur que sous-abri mais aucune différence statistique n'a été mise en évidence. Il semble donc que *Dicyphus* ne soit pas gêné par l'abri pour coloniser la bande florale. Cette conclusion est confortée par le fait que la colonisation dans les bandes sous abri a été très rapide (un mois après plantation).

Evolution dans le temps des populations de Dicyphinae sur les bandes florales

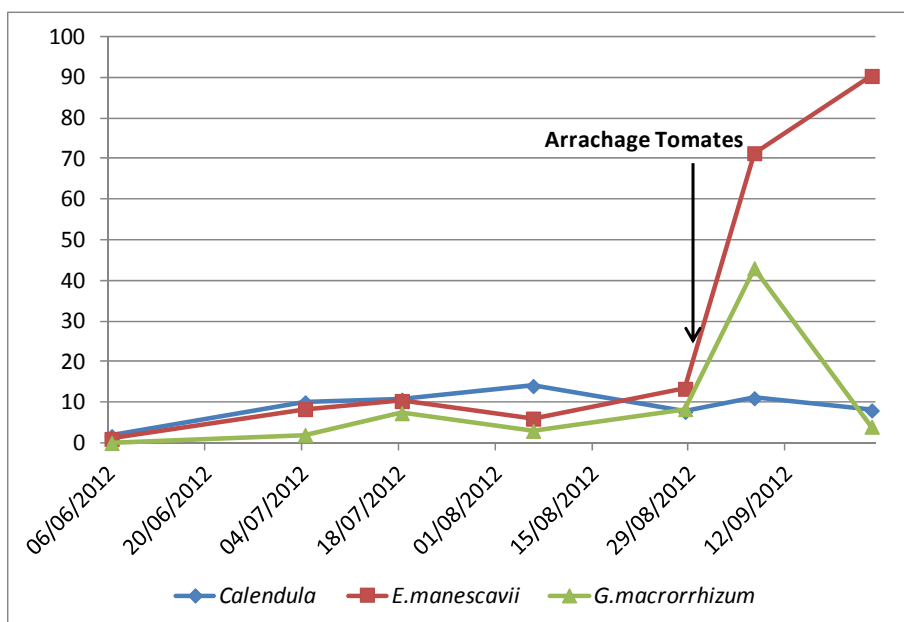


Figure 3 – Evolution des populations de Dicyphinae chez M. Tamisier sous abri

Il est intéressant de noter la dynamique des populations de *Dicyphinae* (quasi-exclusivement *Dicyphus*). La colonisation de la bande se fait rapidement : les premiers individus sont capturés début juin, un mois après la plantation des bandes florales. A l'arrachage de la culture de tomate, on observe un transfert important vers la bande, surtout sur *E. manescavii* (fig. 3). Cette observation est très prometteuse car elle prouve que les bandes florales dans les abris peuvent servir de refuge aux *Dicyphinae*, une fois la culture d'été arrachée. Les bandes doivent être suivies tout cet hiver pour vérifier que les *Dicyphinae* se maintiennent jusqu'au printemps suivant, et être ainsi présents de façon très précoce en effectifs importants.

CONCLUSION

A l'extérieur, des *Dicyphus* ont été aspirés sur *E. manescavii* et *G. macrorrhizum* dès le mois de janvier, preuve que cette espèce est capable de survivre et hiberner sur ces espèces végétales. L'objectif de maintenir les auxiliaires à proximité de la culture semble donc réaliste. Les essais de cette année ont permis de montrer que l'on peut implanter des bandes florales dans les abris, et que la contrainte pour les producteurs est raisonnable. Les espèces choisies ont confirmé leur potentiel à héberger des *Dicyphus* à l'extérieur, mais aussi sous abri, où la colonisation a été très rapide. Sur les 9 espèces végétales testées dans nos bandes florales, 5 sont très intéressantes du point de vue des *Dicyphus* : *Calendula officinalis*, *Erodium manescavii*, *Geranium robertianum* et *Geranium macrorrhizum*, *Stachys sylvatica*.

BIODIVERSITE FONCTIONNELLE SUR LES CULTURES MARAICHÈRES: ETUDES DE CAS CONCERNANT L'ESPAGNE, SPECIALEMENT LA CATALOGNE

Rosa Gabarra, Judit Arnó et Óscar Alomar

IRTA, Entomologie, Ctra. Cabrils km. 2, Cabrils (Barcelona), Espagne

RESUME

La production de cultures maraichères est très intensive. La création d'infrastructures écologiques pour fournir les ressources nécessaires aux ennemis naturels peut être une stratégie viable pour améliorer le contrôle biologique de ces écosystèmes agricoles. Nous présentons ici un résumé de nos résultats sur la recherche de plantes refuges d'auxiliaires utiles pour la conservation et l'installation de prédateurs et parasitoïdes autochtones dans les cultures maraichères. L'efficacité des plantes refuges d'auxiliaires a été mesurée dans les cultures de salade pour le contrôle biologique de deux de ses principaux ravageurs. En outre l'intérêt de bordures de *Lobularia* en culture de salade dans des domaines commerciaux a été évalué. Les résultats confirment que fournir des ressources végétales a assuré la présence de prédateurs clés: syrphes adultes et *Orius* ont été attirés et agrégés sur les patches fleuris. À la suite de l'établissement des prédateurs, les populations de ravageurs ont été réduites en dessous du seuil économique.

INTRODUCTION

Les cultures maraichères méditerranéennes sont des paysages caractérisés par la coexistence de plusieurs cultures annuelles, sur des surfaces souvent petites, et avec une haute variété d'espèces cultivées simultanément toute l'année. Les serres ont tendance à n'être que partiellement fermées, et les limites entre les serres et les cultures de plein champ deviennent souvent imprécises. En raison des plantations décalées, il peut aussi y avoir un chevauchement des champs d'une même culture. Comme beaucoup de légumes partagent les mêmes organismes nuisibles (par exemple, les aleurodes, les pucerons ou les thrips) les problèmes sont exacerbés, car il y a alors présence continue de plantes hôtes et donc d'insectes nuisibles tout au long de l'année, présence à peine interrompue pendant l'hiver. Mais l'hétérogénéité du paysage peut également fournir d'abondants refuges aux entomophages, et favoriser ainsi le contrôle biologique naturel dans les cultures (Albajes et Alomar, 1999).

La production de cultures maraichères est très intensive, avec un maximum de trois cultures produites sur la même parcelle chaque année. Il y a aussi la destruction périodique de la végétation non cultivée le long des bordures de champs. Le caractère discontinu de ces habitats éphémères rend l'établissement d'ennemis naturels plus difficile que dans les habitats plus stables et les ennemis naturels doivent recoloniser les champs à chaque fois. La création d'infrastructures écologiques pour fournir les ressources nécessaires aux ennemis naturels peut être une stratégie viable pour améliorer le contrôle biologique de ces écosystèmes agricoles.

Nous présentons ici un résumé de notre travail (Alomar et al. 2006, Alomar et al. 2008, Arno et al. 2012) lié à :

- 1) La recherche des plantes refuges d'auxiliaires utiles pour la conservation et l'installation dans les cultures maraichères, en serre et en plein air, de prédateurs et parasitoïdes autochtones.
- 2) L'utilisation des plantes refuges d'auxiliaires dans les cultures de salade pour augmenter les populations des ennemis naturels des pucerons et de thrips, deux de ses principaux ravageurs.

3) L'évaluation de l'effet des bandes de *Lobularia* sur la lutte contre les pucerons en culture de salade dans des fermes.

L'objectif est aussi de résumer des résultats de la recherche sur la biodiversité fonctionnelle en cultures intensives réalisés par différentes équipes de recherche en Espagne dernièrement.

PLANTES REFUGES D'AUXILIAIRES UTILES POUR LA CONSERVATION ET L'INSTALLATION DE PREDATEURS ET PARASITOÏDES AUTOCHTONES DANS LES CULTURES MARAICHERES.

L'identification des principaux ravageurs et leurs ennemis naturels a été faite et les syrphes, les *Orius* spp, les mirides (*Macrolophus* et *Dicyphus*) et les hyménoptères ont été identifiés comme les ennemis naturels plus abondants dans les cultures. Des espèces de plantes indigènes ou naturalisées ont été choisies parmi celles qui sont mentionnées dans la bibliographie comme présentant un intérêt pour les hétéroptères prédateurs et / ou les syrphes et transplantées dans des parcelles 2,25 m² dans un bloc complet randomisé avec 3 répétitions. Les ravageurs et ces ennemis naturels ont été échantillonnés périodiquement et des données sur leur abondance ont été utilisées pour sélectionner des plantes pour une infrastructure écologique.

La plupart des 25 espèces de plantes testées avaient d'abondantes populations d'adultes d'*Orius*, et beaucoup d'entre eux avaient également des nymphes, ce qui indique que *Orius* peut profiter des ressources végétales et leurs proies, mais aussi s'y reproduire. Lorsque les plantes sélectionnées ont été limitées à celles abritant des prédateurs entre février et mi-mai, et en éliminant celles risquant d'exacerber les problèmes de ravageurs et de maladies dans les cultures de salade, seules *Vicia sativa* et *Lupinus hispanicus* ont été retenues pour améliorer l'abondance *Orius*.

Les adultes de syrphes ont été observés sur la plupart des espèces de plantes. Cependant, la plupart des plantes visitées avaient aussi des populations de thrips très abondantes, ou étaient des arbustives à croissance lente : par conséquent, seules *Centaurea cyanus* et *Lobularia maritima* ont été sélectionnés pour évaluer leur effet sur l'abondance des syrphes en culture de salades. Pour les mirides, prédateurs davantage liés à la culture de tomate, seuls *Ononis natrix* et *Calendula officinalis* semblent être appropriés pour la conservation et la reproduction de *Macrolophus pygmaeus*. Pour l'ensemble des hyménoptères, nos résultats montrent que *Sinapis alba*, *Brassica nigra*, *Medicago sativa*, *Medicago lupulina* et *Lobularia maritima* (appelée aussi alyssum) méritent des études plus détaillées sur leur rôle dans la conservation de certains groupes de parasitoïdes en conditions méditerranéennes.

UTILISATION DES PLANTES REFUGES D'AUXILIAIRES DANS LES CULTURES DE SALADE POUR AUGMENTER LES POPULATIONS DES ENNEMIS NATURELS

Sur la base des résultats obtenus, nous avons fait l'évaluation de l'utilité de plantes fleuries pour conserver *Orius* et syrphes dans la lutte biologique contre les ravageurs de la salade. Nous avons évalué la mélange des 4 plantes fleuries choisies, (*Vicia*, *Lupinus*, *Centaurea*, *Lobularia*) et de seulement *L. maritima*. Deux témoins ont été inclus dans l'expérience: - un contrôle avec des applications de pesticides selon les pratiques traditionnelles de la région (Pesticide control) et- un contrôle sans pesticides (Natural control).

L'expérience a été menée dans un champ de 3600 m². Les plantes refuges ont été situées au milieu des parcelles de salade dans un bloc complet randomisé avec 4 répétitions de chacune des 4 modalités. 2 plantations ont été réalisées (printemps et été). Pour la récolte de l'été, nous avons gardé la même disposition des parcelles élémentaires pour maintenir les plantes refuges in situ, mais nous avons remplacé les légumineuses par *Ocimum basilicum* et *Achillea millefolium* deux semaines avant le repiquage de la nouvelle culture. Les populations de prédateurs ont été échantillonnées dans les plantes refuges et un échantillonnage destructif pour évaluer le nombre de ravageurs et de prédateurs dans les salades de chaque parcelle a été fait au laboratoire. Des plantes sentinelles de laitue

infestées par le puceron *N. ribisnigri* ont été utilisées pour surveiller la dispersion des syrphes sur le terrain.

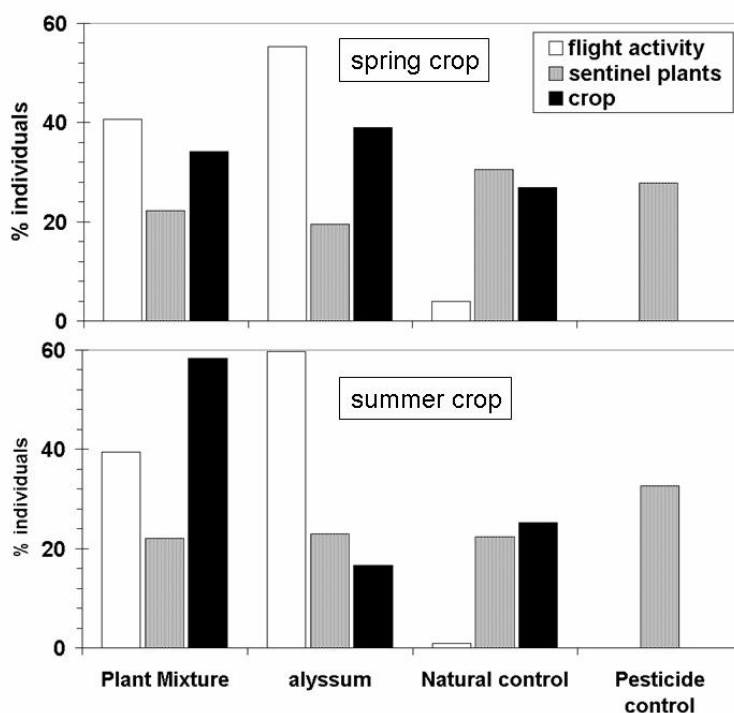


Figure 1 - Répartition en pourcentage relatif de tous les syrphes enregistrés dans chacune des quatre modalités au cours des cultures de printemps et de l'été: (a) activité de vol dans le centre des parcelles (plantes refuges ou des plantes de salade équivalentes), (b) ponte sur les plantes sentinelles; (c) œufs et larves établis dans la culture (Alomar et al., 2008)

L'observation visuelle sur les plantes refuges ou son équivalent plantes de laitue centrales confirme que les syrphes adultes étaient actifs dans le champ, et attirés par les fleurs (figure 1). Dans les parcelles sans plantes refuges, les adultes n'ont pas été observés. Cependant, les syrphes ont été capables de localiser et de pondre sur les plantes sentinelles dans les quatre traitements, ce qui indique que les adultes se sont dispersés partout sur le terrain. Dans la culture de printemps, des larves et des œufs de syrphe ont été récupérés à partir de laitues dans les deux modalités plantes refuges et Natural control, mais aucun dans les parcelles de contrôle avec des pesticides. À la suite de l'établissement des syrphes dans les parcelles sans pesticides, les pucerons ont été contrôlés au même niveau que dans les parcelles avec des pesticides. Aucun reste de larves de syrphe n'était présent dans les laitues commercialisables.

Pendant la culture d'été, les *Orius* se sont multipliés lentement dans les plantes refuges, plus rapidement sur basilic nouvellement transplantés, qui ont abrité près de trois fois plus d'*Orius*, que sur *Lobularia*. Dans cette culture, les nymphes d'*Orius* se sont établies sur la salade la 2ème semaine suivant la transplantation, sans différences significatives entre les trois modalités sans traitements insecticides. Les niveaux de thrips sont demeurés similaires dans le traitement avec pesticides et dans les traitements non-pesticides. En outre, *Orius* consomme *N. ribisnigri*, et son implantation dans la culture peut avoir aussi contribué à la lutte contre les pucerons.

Comme aucun avantage clair n'a été observé en faveur du mélange de plantes par rapport à *Lobularia*, dans un second temps, des bandes de *Lobularia* ont été mises en place sur un côté de cinq fermes sélectionnées à travers la Catalogne ; dans chaque ferme, deux modalités ont été mises en place: une BIO-parcelle proche de la bande fleurie et sans insecticides, et (2) la CHEM-parcelle où des traitements insecticides ont été appliqués selon

les critères des agriculteurs ou des techniciens responsables de la protection des cultures. Dans les BIO-parcelles non pulvérisées et proches de la bande de *Lobularia*, le nombre de pucerons était initialement plus élevé que dans le traitement chimique, mais les pucerons ont également été contrôlés, et au même niveau que dans le traitement chimique. Éviter les produits chimiques a permis l'installation de syrphes, et d'autres groupes prédateurs qui ont assuré le contrôle biologique du puceron de la salade.

Les résultats confirment que l'addition des plantes fleuries présente un grand potentiel pour la lutte biologique des ravageurs en cultures maraichères. Aussi, fournir des ressources végétales dans la parcelle a assuré la présence de prédateurs clés: les syrphes adultes ont été attirés et agrégés sur les bandes fleuries, et les prédateurs se sont établis dans les plantes refuges. À la suite de l'établissement des prédateurs, les populations de ravageurs ont été réduites en dessous du seuil économique. En outre, aucun autre ravageur n'a été observé dans les cultures sites d'essai à la suite de l'addition des plantes refuges.

Information additionnelle sur Biodiversité fonctionnelle dans cultures intensives.

- Badenes-Pérez et al. (2012) (IOBC/wprs Bulletin Vol. 75, pp. 21-23) montrent que *Barbarea vulgaris* en floraison, en plus de son utilisation comme culture piège, pourrait être utilisée comme source de nectar pour trois espèces différentes de parasitoïdes de *Plutella xylostella* et trois espèces différentes de syrphes aphidophages dans la lutte biologique par conservation.
- Cano et al (2009) (IOBC/wprs Bull. 49: 281-286), dans une évaluation des risques associés à des plantes refuges des ennemis naturels identifiés comme hôtes potentiels de virus de plantes cultivées montrent que *Mentha suaveolens* et *Ditrichia viscosa* maintiennent des populations élevées de *O. laevigatus* et de *Nesidiocoris tenuis*, respectivement. Aucun virus n'a été détecté sur les plantes choisies, soit par inoculation mécanique ou par transmission via les aleurodes.
- L'abondance la richesse des oiseaux ont été évaluées dans la région de production de vin de Penedès en Catalogne : il en ressort que les communautés d'oiseaux ont été affectées principalement par la composition de l'habitat. La richesse spécifique était en effet plus élevée dans les vignes avec un paysage à la structure plus complexe (Xavier et al 2012) (IOBC/wprs Bull. 75, 235-239).

BIBLIOGRAPHIE

- > Albajes, R. & Alomar, O. 1999. Current and Potential Use of Polyphagous Predators, pp: 265-275. In R. Albajes, M.L. Gullino, J.C. van Lenteren & Y. Elad (eds.), Integrated Pest and Disease Management in Greenhouse Crops. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, The Netherlands.
- > Alomar, O., Gabarra, R. González, O., Arnó, J., 2006 Selection of insectary plants for ecological infrastructure in Mediterranean crops. IOBC wprs Bull. 29, 6, 5 -8.
- > Alomar, O., Arnó, J., Gabarra, R. 2008 Insectary plants to enhance the biological control of *Nasonovia ribisnigri* and *Frankliniella occidentalis* in lettuce. IOBC wprs Bull. 34, 9 -12.
- > Arnó J., Gabarra R., Alomar O. 2012. Hymenoptera abundance on candidate plants for conservation biological control. Landscape Management for Functional biodiversity. IOBC/wprs Bulletin Vol. 75, 13-16.