

**AFPP – CINQUIÈME CONFÉRENCE INTERNATIONALE
SUR LES MÉTHODES ALTERNATIVES DE PROTECTION DES PLANTES
LILLE – 11 AU 13 MARS 2015**

**BILAN DE 4 ANNEES D'ETUDE DE SOLUTIONS DE BIOCONTROLE DANS LA LUTTE CONTRE LES
MOUCHES DU GENRE *DELIA* SP. EN MARAICHAGE**

E. LASCAUX ⁽¹⁾, S. GERARD ⁽²⁾ et R. DUTERTRE ⁽³⁾

⁽¹⁾Koppert France 14 rue de la Communauté 44860 Pont Saint Martin ; France ; elascaux@koppert.fr

⁽²⁾CDDM 6 rue de la flamme olympique 44860 Pont-Saint-Martin, France, sylvain.gerard@cddm.fr

⁽³⁾CDDL 5 place de la République BP 60085 49250 Beaufort en Vallée, France, rosalie.dutertre@cddl.org

RÉSUMÉ

Ce bilan de 4 années d'expérimentations en maraîchage reprend l'étude de stratégies de contrôle des mouches du genre *Delia* sp. : la mouche des semis *Delia platura*, la mouche du chou *Delia radicum*, la mouche de l'oignon *Delia antiqua*. Depuis 2011, l'étude d'un nouvel acarien prédateur du sol *Macrocheles robustulus* qui consomme les œufs et les tous jeunes stades larvaires de mouches du genre *Delia* sp. a initié un programme d'essais vis-à-vis de la lutte contre ces mouches. Ainsi, sur l'ensemble des 18 essais, cet auxiliaire a été testé seul ou en combinaison dans différentes stratégies d'apport en cultures de radis, navets et oignons. Si les stratégies donnent des résultats prometteurs sous abris, elles sont plus difficiles à mettre en œuvre et évaluer en plein champ. Ces essais mettent en évidence l'intérêt du mulch en tant que barrière physique vis-à-vis des ravageurs et de couverture du sol pour le maintien des acariens.

Mots-clés : mouches du genre *Delia* sp. ; *Macrocheles robustulus* ; maraîchage ; biocontrôle.

ABSTRACT

RESULTS OF 4 YEARS OF STUDIES WITH BIOCONTROL SOLUTION IN THE MANAGEMENT OF *DELIA* SP. FLIES IN HORTICULTURE.

This article tends to be an assessment of 4 years of experimentation in horticulture, to find strategies of management of the pest *Delia* sp. flies: seed corn maggot *Delia platura*, cabbage maggot *Delia radicum*, onion maggot *Delia antiqua*. Since 2011, the study of a new soil predatory mite *Macrocheles robustulus* which consume eggs and new larva stages of *Delia* sp. flies, has promoted an experimental program concerning this pest management. Therefore on a base of 18 trials, this beneficial has been tested alone or in association in different strategies of protection in radish, turnips and onions. If strategies lead to promising results in crops under tunnels, there are more difficult to set up and evaluate in open field. These trials have allowed to enhance the interest of mulch as physical barrier for pest and favorable soil cover to maintain the mites.

Keywords: *Delia* sp. flies ; *Macrocheles robustulus* ; horticulture ; biocontrol.

INTRODUCTION

Depuis 2011, l'étude d'un nouvel acarien prédateur du sol *Macrocheles robustulus* capable de consommer les œufs et les tous jeunes stades larvaires de mouches du genre *Delia* sp. a initié un programme d'essais vis-à-vis de la lutte contre ces mouches (Hulas N., 2011 ; Le Mitouard C., 2012). En effet, de par ses cibles, sa capacité de prospection dans le sol et sa forte capacité de reproduction, il est un candidat de choix parmi les solutions de biocontrôle existantes. En effet, depuis le retrait du Chlorfenvinphos en 2007 puis d'autres substances actives telles que le Chlorpyrifos-éthyl, les cultures maraîchères de radis, navets et oignons se retrouvent dépourvues de solutions phytosanitaires dans la durée face à cet usage. L'étude en laboratoire des capacités de cet acarien prédateur a redonné un élan à l'étude de solutions envisageables. Durant 4 années, des stratégies d'apport, de combinaison avec d'autres auxiliaires tels que les nématodes entomopathogènes et de techniques culturales ont été testées principalement sur ces cultures, à la fois sous abris et en plein champ. Une partie de ces essais sont issus de programmes d'expérimentation et de recherche tels que PIDelia et PICHamp (pilotes respectivement par le Comité Départemental de Développement Légumier et le Comité Départemental de Développement Maraîcher) menés en partenariat avec l'ARELPAL, l'Association Régionale d'Expérimentations Légumières en Pays de la Loire.

MATERIEL ET MÉTHODE

DEROULEMENT DES ESSAIS ET OBJECTIFS

L'étude de stratégie de lutte avec *Macrocheles robustulus* s'est divisée en plusieurs étapes. Les 1ères années d'essai 2011 et 2012, ont été l'occasion de tester différentes doses de *Macrocheles robustulus* et de valider son efficacité selon la culture. Parallèlement des stratégies combinées avec les nématodes entomopathogènes ont été testées. De même, l'influence d'un mulch sur l'installation de l'acarien du sol a été expérimentée et différents types de mulch ont pu être évalués. Enfin, les dernières années des différents programmes d'essai auront permis d'établir des stratégies d'apport et d'évaluer leur impact sur le contrôle des mouches. Le Tableau I représente le déroulement des essais au fil des années et les actions menées.

Tableau I : Déroulement des essais menés de 2011 à 2014 et action réalisées
(Progress of the trials set up from 2011 to 2014 and actions conducted)

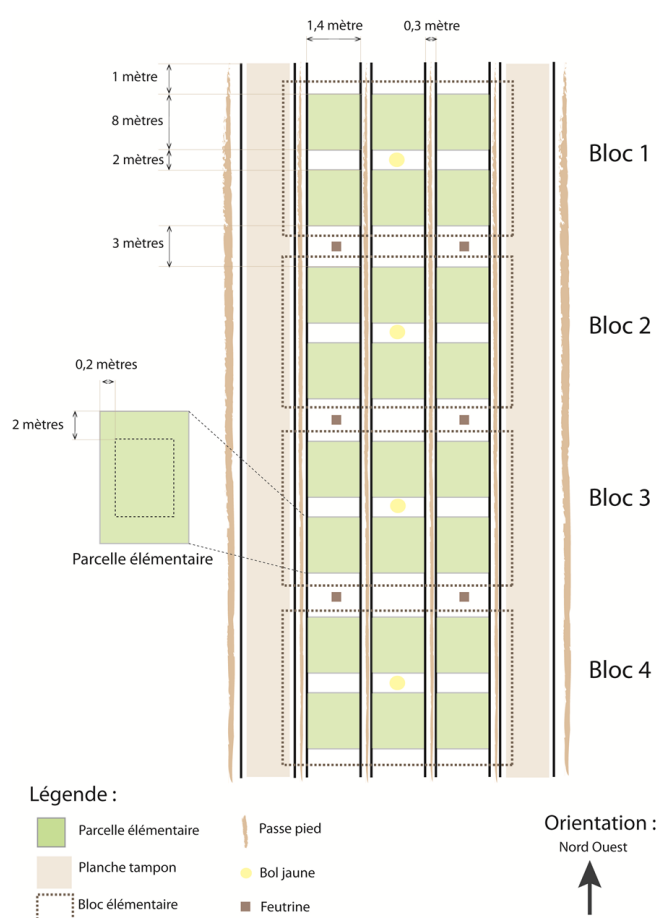
Action	Culture	Année			
		2011	2012	2013	2014
efficacité <i>M. robustulus</i> / mouches <i>Delia</i> sp.					
test effet dose	radis roses				
	navets				
	oignons				
positionnement /semis; renouvellement?	radis roses				
	navets				
	oignons				
installation de l'acarien: utilisation de paillage	radis roses				
	navets				
	oignons				
test influence environnement/ climat					
sous abris	radis roses				
	navets				
	oignons				
plein champ	radis roses				
	navets				
	oignons				
travail de stratégie					
succession cycles culturaux	radis roses				
	navets				
	oignons				
combinaison avec les nématodes entomopathogènes	radis roses				
	navets				
	oignons				
combinaison avec du mulch + test type de mulch	radis roses				
	navets				
	oignons				

DISPOSITIF EXPERIMENTAL

Plan des essais

Les essais ont été mis en place sur des parcelles de producteurs. Le dispositif expérimental adopté pour tester l'efficacité de l'acarien prédateur est une adaptation, à la culture de radis navet et oignons bottes, de la méthode numéro 238 établie par la Commission des Essais Biologiques (CEB) de l'Association Française de Protection des Plantes (AFPP), intitulée « Méthode d'étude de l'efficacité insecticides sur les mouches des cultures légumières ».

Figure 1 : dispositif expérimental standard des essais menés
(Experimental plan for the trials set up)



Les essais sont réalisés en blocs de Fisher à 4 répétitions. La disposition des modalités au sein de chacun des blocs est tirée au sort. Les parcelles élémentaires s'élaborent sur une surface minimum de 10m². La distance entre deux parcelles élémentaires d'un même bloc est de 2 m afin d'éviter les biais liés à la dispersion de l'acarien prédateur. La distance entre deux blocs est quant à elle, de 3 mètres (cf. Figure 1).

Modalités étudiées

Au fil de l'avancée des travaux, les modalités étudiées ont évolué. 4 paramètres ont été testés : la dose, le positionnement, le type de mulch, la combinaison avec les nématodes entomopathogènes (cf. Tableau I).

Les 1^{ers} essais ont été réalisés sur radis roses et navets sous abris. Les deux premières années d'essai ont permis de tester des doses très différentes (100 ind./m² ; 250 ind./m² et 1000 ind./m²) afin de mettre en évidence une dose efficace selon les modalités d'essai : sous abris ou en plein champ (cf. Figure 2). Le positionnement de l'acarien vis-à-vis du semis et surtout de l'installation du mulch ont été

testés la 1^{ère} année.

Dès 2011, les modalités d'essai incluent l'utilisation de mulch afin de favoriser l'installation de l'acarien qui préfère naturellement les sols riches en matière organique et donc humides.

Enfin l'espèce de nématodes entomopathogènes *Steinernema feltiae*, a été incluse dans le dispositif dès la seconde année afin d'évaluer l'action combinée des deux auxiliaires.

Figure 2 : Détail des modalités testées de 2011 à 2014
(Details of treatments tested from 2011 to 2014)

culture	mulch dose de l'apport au semis	2011		2012	2013		2014		
		sans mulch	épluchures de pomme de terre (1)	sans mulch	sans mulch	miscanthus (2)	sans mulch	miscanthus (2)	granumulch (3)
Radis roses sous abris	0 ind./m ²	x	x						
	250 ind./m ²	x	x						
	1000 ind./m ²								
	=250 + 750 (après paillage)	x	x						
Radis roses plein champ	0 ind./m ²	x	x	x					
	100 ind./m ²	x	x	x					
	250 ind./m ²	x		x					
	1000 ind./m ²	x							
Navets sous abris	voile						x		
	0 ind./m ²	x	x		x	x	x	x	x
	250 ind./m ²	x	x		x	x		x	x
	1000 ind./m ² =250 + 750 (après paillage)	x	x						
Radis roses plein champ	0 ind./m ²			x	x				
	100 ind./m ² + 0			x	x				
	250 ind./m ² + 0			x	x				
	100 ind./m ² + 100 ind./m ²			x					
	250 ind./m ² + 250 ind./m ²			x					
	0 + 100 ind./m ²			x					
	0 + 250 ind./m ²			x					
Navets sous abris	0 ind./m ²			x					
	100 ind./m ²			x					
	250 ind./m ²			x					
	100 ind./m ² + S. feltiae 250 000 ind./m ²			x					
	100 ind./m ² + S. feltiae 500 000 ind./m ²			x					
Oignons sous abris et de plein champ	0 ind./m ²			x					
	250 ind./m ²			x					
	250 ind./m ² + S. feltiae 250 000 ind./m ²			x					
	250 ind./m ² + S. feltiae 500 000 ind./m ²			x					

- (1) mulch BIO-TOP BASIC® (Crustell) fabriqué à partir du tissu cellulaire de la pomme de terre, il est utilisé pour recouvrir la terre et empêcher la croissance des mauvaises herbes et la formation de mousse.
- (2) paillis issu du broyage d'une production artisanale de *Miscanthus giganteus* ou « herbe à éléphant » dont la tige au cœur spongieux permet une couverture légère homogène et qui se caractérise par un pH neutre. Apport d'environ 10L/m² pour une couche de 1cm.
- (3) GRANUMULCH® (Tecnivert) est issu à 100% de pailles de céréales, présenté sous forme de bouchons dont l'expansion se réalise au contact de l'eau. Apport d'environ 10L/m² pour une couche de 1cm.

OBSERVATIONS ET MESURES

Suivi des vols de mouche

L'importance des vols de mouches du chou et de mouches des semis est évaluée grâce à des bols jaunes disposés dans la parcelle (de 2 à 4 selon la dimension de la parcelle). Ces bols sont remplis d'eau savonneuse afin de piéger les mouches attirées par le jaune. Des relevés des individus piégés sont réalisés 1 à 2 fois par semaine du semis jusqu'à la récolte. Les mouches piégées sont ensuite identifiées à la loupe binoculaire grâce à une clé de détermination. En parallèle, pour certains essais une prédiction du risque était donnée par le logiciel SWAT.

Suivi des acariens *M. robustulus*

L'installation de *Macrocheles robustulus* est vérifiée grâce à des prélèvements de sol : 1 fois tous les 15 jours ou 1 fois par mois selon la durée du cycle de culture. 1 prélèvement de 250 ml est réalisé par modalité et par parcelle élémentaire, sur 10 cm de profondeur. Les échantillons de sol sont soumis à la technique de Berlese Tullgren ce qui permet d'extraire et d'estimer la quantité d'acariens présents. Un échantillon de 500 ml du sol collecté est laissé 8 heures à 13 cm d'une ampoule à 150 Watts. Les acariens sont récupérés dans des flacons d'alcool à 70 % et dénombrés sous loupe binoculaire. Une identification est réalisée au microscope après montage entre lames et lamelles et éclaircissage des acariens.

Suivi de la culture et observations des dégâts

Comme la mouche des semis *D. platura* s'attaque surtout aux graines en germination et aux plantules, il faut évaluer les pertes de peuplement qu'elle peut entraîner. Pour cela, un quadra de 0.25 m² (soit 50 cm x 50 cm) est délimité pour chaque parcelle élémentaire. Le dénombrement des plantules est réalisé du stade cotylédon au stade jeune plantule, environ 1 à 2 fois par semaine.

Au bout d'un mois, puis à la récolte, 30 navets, 50 oignons ou 100 radis sont prélevés au hasard dans chaque parcelle élémentaire. Ils sont pesés et leur diamètre est mesuré. Leur état est aussi évalué par des observations du système racinaire et du collet. Ces observations permettent de différencier les légumes sains (sans aucun défaut), attaqués mais toujours commercialisables ou non commercialisables.

Suivi du climat

La température de l'air et du sol (-10 cm) est suivie régulièrement tout au long de l'essai avec une sonde enregistreuse.

Analyses statistiques

Une analyse de variance est réalisée sur différentes variables : «pourcentage de radis/navets/oignons attaqués», «pourcentage d'efficacité», «poids moyen», «longueur moyenne» et/ou «diamètre moyen». Après vérification des postulats, cette analyse de variance a été complétée par un test de comparaison de moyennes de Tukey lorsque c'était nécessaire. Dans le cas où les variables ne suivent pas les conditions d'application des analyses de variance classiques ; elles sont soumises à des tests non paramétriques à l'aide du logiciel XL stat. Le test de Kruskal-Wallis au seuil de 5% est complété par un test bilatéral de Dunn avec application de la correction de Bonferroni.

APPLICATION DES PRODUITS

Application de *Macrocheles robustulus*

L'acarien commercialisé sous le nom de produit MACRO-MITE®, se présente sous forme d'un seau de 5L contenant 50 000 individus, avec pour support un mélange de terreau et vermiculite, en mélange avec des acariens des fourrages. Il est apporté manuellement de façon homogène après semis avec un volume de vermiculite permettant un apport homogène (3L/19-20 m²). Il est apporté avant la mise en place du mulch qui est amené sur une épaisseur de 0.5 à 1cm.

Application de *Steinernema feltiae*

Le produit associé ENTONEM® se présente sous forme d'un sachet de 50 millions d'individus sur un support inerte constitué de gel et d'argile. Une fois les nématodes mis en solution, des dilutions de la solution mère doivent être effectuées, si besoin, pour obtenir les concentrations souhaitées sur la parcelle. Ils s'appliquent à l'aide d'un pulvérisateur à dos en prenant soin d'enlever les filtres < 0.5 mm afin d'éviter tout risque de bouchage. Les nématodes *Steinernema feltiae* sont apportés après semis, et l'application est renouvelée tous les 15 jours, 4 fois maximum sur la durée du cycle de culture. Suite à l'application, la parcelle est arrosée afin de faciliter la pénétration des nématodes et permettre une action optimale. Le sol doit être gardé humide dans les jours qui suivent.

RESULTATS

RESULTATS EN CULTURE DE RADIS ROSES

Effet de la dose et du positionnement sous abris

Le premier essai conduit en 2011 en production sous abris a pour but de valider l'efficacité de l'acarien prédateur sur mouches, de discriminer les doses d'apport : 250 et 1000 ind./m², ainsi que de tester l'utilité d'un mulch d'épluchures de pomme de terre (cf. Figure 2). La pression en mouche des semis est relativement importante tout au long de l'essai. Un pic de piégeage de *Delia platura* est observé le 14 mai avec 186 adultes piégés. En effet, la mouche des semis est très majoritaire durant l'essai, par exemple au 14 mai, 9 fois plus de mouches des semis que de mouche du chou sont piégées. La pression en ravageur étant forte, les conditions sont réunies pour mener à bien cet essai.

L'efficacité de l'acarien a été démontrée (cf. Figure 3) puisque les dégâts sont de 5.25% à la dose 1 et seulement 1.75% à la dose 2 en l'absence de mulch à base d'épluchures de pommes de terre, alors que le témoin présente 17.75% de dégâts. En présence de mulch, on observe les mêmes tendances, avec une différence significative à la dose 2. Néanmoins, en présence de mulch, dans la modalité témoin, le pourcentage de dégâts est 2,4 fois plus élevé que dans le témoin sans mulch. Ce type de mulch a donc clairement un effet attractif. Bien que la dose 2 semble être la plus efficace pour le contrôle des ravageurs puisqu'on aboutit aux environs de 2% de dégâts seulement, il n'existe pas de différence significative entre les 2 doses testées.

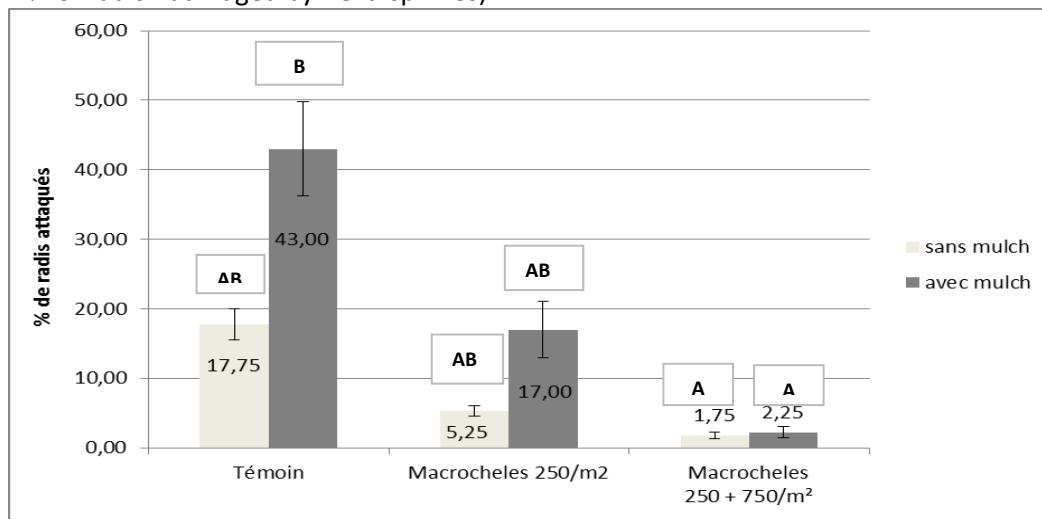
Les extractions de l'entomo-faune du sol ont permis de mettre en évidence la présence de *M. robustulus*, 29 jours après son introduction, dans les quatre modalités échantillonnées. Au terme du processus d'extraction, il a été récupéré plus d'acariens au niveau des modalités pour lesquelles une couche de mulch a été appliquée. Les extractions réalisées avec les échantillons des modalités mulch ont révélé la présence de collemboles en très grande quantité.

Figure 3 : Essai en culture de radis roses sous abris en 2011 (semis S17 ; récolte S21).

% de radis attaqués par les mouches *Delia* sp.

(Trial in radish crops under tunnels in 2011 (sowing week 17; harvest week 21)

% of radish damaged by *Delia* sp. flies)



Succession culturale et maintien de l'acarien prédateur

Cet essai conduit en 2012 en partenariat avec l'ARELPAL a pour but d'évaluer l'installation de l'acarien prédateur dans le sol et de voir l'effet cumulatif sur 2 cycles consécutifs de culture de radis

en plein champ. D'après le Tableau II, les individus se sont conservés jusqu'en début de 2^{ème} cycle cultural (22/06) soit 22j après le 1^{er} apport d'acarien prédateur sur la culture. En effet, dans la modalité à la dose '250+250', les auxiliaires sont retrouvés même si en faible proportion par rapport à la quantité lâchée. En revanche, les acariens prédateurs sont capables de se maintenir dans le sol puisque sur les modalités '100+0' et '250+0', on relève respectivement 118 et 24 individus/m² alors qu'aucun autre apport n'a été fait sur la 2^{ème} culture.

Aucune conclusion, ni relation, ne peuvent malheureusement être tirées entre l'abondance des acariens prédateurs et leur effet sur le contrôle des mouches car les attaques de mouches ont été très faibles malgré l'utilisation d'un attractif (V2000-aliment complet pour poisson d'ornement). En effet, le taux d'attaque dans le témoin est de 2,5% à la récolte du 10/07. Un essai reconduit en 2013 a abouti à la même conclusion avec une présence de l'acarien 4 semaines après le semis en assez grande quantité (Cf. Tableau III). Ceci peut s'expliquer par la qualité du sol riche en matière organique et donc plus favorable au développement de l'acarien. Par ailleurs, une grande mobilité de l'acarien est relevée avec une dispersion de celui-ci dans les modalités non traitées malgré la présence de zones 'tampon'. Cet essai a été réalisé tardivement (27/09) et n'a pas pu être poursuivi sur un second cycle au vu de la pression parasitaire trop faible.

Tableau II : Essai 2012 en radis roses de plein champ sur 2 cycles culturaux : échantillonnage de *M. robustulus* estimés dans le sol

Trial 2012 in radish crops in open field during 2 successive cycles: sampling of *M. robustulus* estimated in soil

Date	Prélèvement de sol	Modalité	Nombre réel d'individus retrouvés	Nombre moyen d'individus dans 0,5l de sol	nombre moyen d'individus rapporté au m ²
22/06/2012	Début de culture 2, C2 : avant l'apport de <i>M. robustulus</i> sur C2 Application 1+ 22j	0	0	0	0
		100+100	0	0	0
		250+250	1	1,2	24
10/07/2012	A la récolte C2 Application 1+40j Application 2 + 18j	0+100	1	1,2	24
		0+250	2	2,3	46
		100+100	1	1,2	24
		250+250	1	1,2	24
		100+0	5	5,9	118
		250+0	1	1,2	24

Tableau III : Essai 2013 en radis roses de plein champ en Agriculture Biologique sur 1 cycle cultural : échantillonnage de *M. robustulus* estimés dans le sol 21j après apport

Trial 2013 in organic radish crop in open field during 1 cycle: sampling of *M. robustulus* estimated in soil 21 days after the release

Modalité	Nb moyen d'individus présents dans 0,5L de sol	Nb moyen d'individus rapporté au m ²
<i>M. robustulus</i> 100/m ²	4,25	255
<i>M. robustulus</i> 250/m ²	5	300
Filet insect-proof	3	180
Témoin non traité	3,25	195

Effet de la dose et du positionnement en plein champ

En 2011, le 1^{er} essai en plein champ a permis de mettre en évidence quelques tendances même si aucune analyse statistique n'a pu être réalisée du fait du dispositif expérimental incomplet (cf. Figure 4). En effet, seuls 2 blocs ont pu être mis en place.

Malgré une pression en mouches très faible, les dégâts ont été importants, jusqu'à 28 % dans le témoin avec mulch d'épluchures de pomme de terre et 13% dans le témoin sans mulch. L'effet attractif de ce mulch à base d'épluchures de pomme de terre est confirmé. Enfin, on remarque l'effet positif de *M. robustulus* avec une réduction des dégâts de moitié dans la modalité avec mulch et pour la dose la plus faible (100 ind./m²). En revanche, aucune différence significative n'est observée entre les 2 doses de 250 ind./m² et 1000 ind./m² sans mulch.

Les 4 essais menés au courant du printemps et de l'été 2012 n'ont pas permis de mettre en évidence l'action de l'acarien prédateur car malgré la présence principalement de mouches des semis, les dégâts relevés étaient inférieurs à 2.5%.

Enfin l'essai mené en 2013, a permis de montrer une différence entre le témoin non traité (5.5% d'attaques) et les 2 modalités testées à 250 ind./m² (4.5% d'attaques) et 100 ind./m² (3% d'attaques).

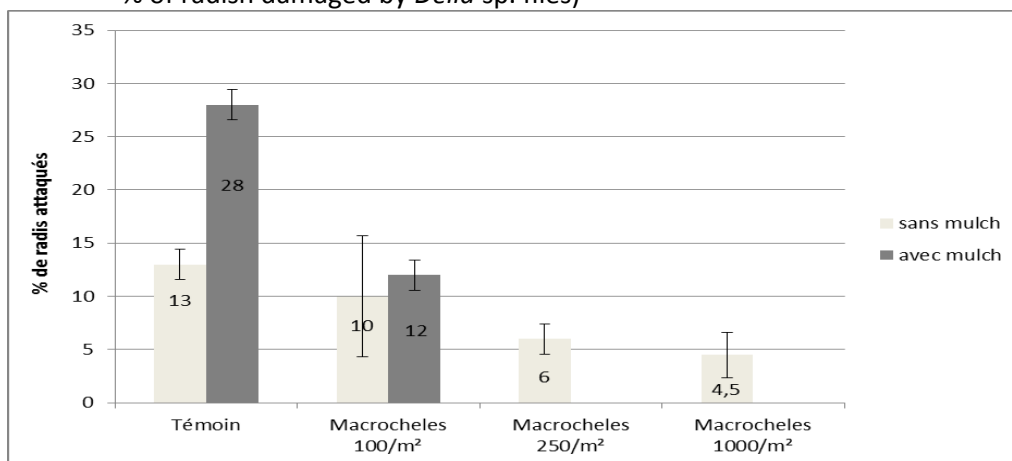
Le filet insect-proof testé dans cet essai reste la solution la plus efficace avec aucune attaque.

Figure 4 : Essai en culture de radis roses de plein champ en 2011 (semis S22 ; récolte S25).

% de radis attaqués par les mouches *Delia* sp.

(Trial in open field radish crops in 2011 (sowing week 22; harvest week 25)

% of radish damaged by *Delia* sp. flies)



RESULTATS EN CULTURE DE NAVETS

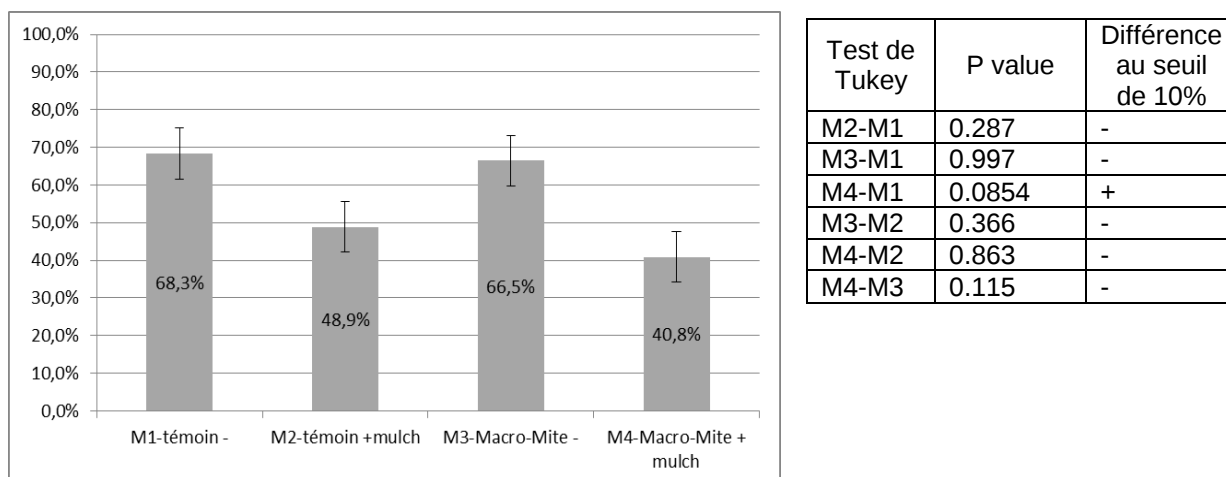
De 2011 à 2014, 6 essais ont été menés en culture de navets sous abris en production, dont 4 en partenariat avec l'ARELPAL dans le cadre du projet PIDelia. Il s'agissait de cultures de printemps semées entre mars et avril. Les dégâts relevés sont très aléatoires d'une année sur l'autre pour un même site et d'un site à l'autre pour la même année, même si les sites sont pris dans une même zone géographique (même commune). Ainsi, les dégâts ont varié de 0 à 68% avec pour les plus fortes attaques de 38% à 68% en moyenne de navets touchés. Dans ces cas de fortes pressions, aucune différence significative n'a été observée entre les modalités non traitées avec ou sans mulch et les modalités traitées avec *M. robustulus*, malgré le renouvellement d'apport en acariens au bout d'1 mois d'essai. Seul 1 essai conduit en 2013 a permis de mettre en évidence une différence significative (test de Tukey à 10%) entre l'acarien associé au mulch de miscanthus (40.8% de dégâts) et le témoin (68.3% de dégâts). De même, cet essai a permis de mettre en évidence une tendance de réduction des dégâts avec le mulch de Miscanthus seul (cf. Figure 5).

Enfin, on remarque que dans l'ensemble des essais la présence de mulch favorise celle des acariens.

Concernant l'association avec des nématodes entomopathogènes *Steinernema feltiae*, l'essai conduit en 2012, malgré des attaques modérées (témoin-5.5% de dégâts), n'a pas permis de mettre en évidence une efficacité des nématodes.

Figure 5 : Essai 2013 en production de navets sous abris : % de dégâts dus aux mouches *Delia* sp. selon les modalités testées : mulch de Miscanthus, Macromite 250 ind./m², la combinaison.

(Trial lead in 2013 in turnip crops under tunnels: % of damage due to *Delia* sp. flies according to the tested treatments: mulch of Miscanthus, Macromite 250 ind./m², the mix)



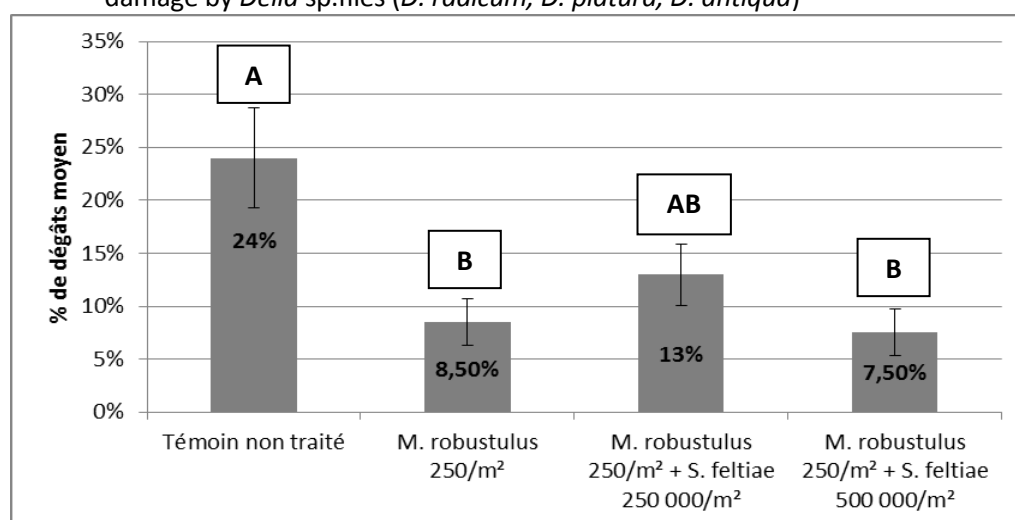
RESULTATS EN CULTURE D'OIGNONS

Cultures sous abris

En 2012, l'essai conduit au printemps (mars à juin) a permis de mettre en évidence l'intérêt de *M. robustulus* sur le contrôle des mouches en présence successivement (*Delia radicum* puis, *D. platura* et *D. antiqua*) (cf. Figure 6). En effet, le % de dégâts observés à la récolte était au moins réduit de moitié pour les modalités avec l'acarien. En revanche, aucune efficacité des nématodes entomopathogènes *S. feltiae* n'a pu être relevée.

Figure 6 : Essai 2012 en culture d'oignons sous abris : efficacité de *M. robustulus* et *S. feltiae* sur le % de dégâts dus aux mouches *Delia* sp. (*D. radicum*, *D. platura*, *D. antiqua*)

Trial 2012 in onion crops under tunnels: efficacy of *M. robustulus* and *S. feltiae* on the % of damage by *Delia* sp. flies (*D. radicum*, *D. platura*, *D. antiqua*)



Cultures de plein champ

L'essai conduit au courant du printemps et de l'été 2012 (mai-juillet), malgré une pression forte en début d'essai en mouches des semis, n'a pas pu mettre en évidence de résultats car il n'y a pas eu d'attaques.

DISCUSSION

De l'ensemble de ces expérimentations, nous retiendrons la difficulté de fiabiliser les résultats d'expérimentation de par le caractère aléatoire de la présence du ravageur et des dégâts en culture. En effet, si le piégeage nous permet de suivre le début des vols et de détecter les pics d'émergence, il ne permet pas de donner d'indication sur le niveau prévisionnel de dégâts à la récolte et donc rend parfois difficile le choix des sites.

L'efficacité des auxiliaires

Si l'efficacité n'a pas toujours pu être montrée de manière significative, en cas de pression suffisante, une tendance a été démontrée de réduction des dégâts et de leur sévérité en associant l'acarien à un mulch de *Miscanthus* ou à de l'hydromulch (fibres végétales) par exemple (cf. Figures 3 et 5). En radis, on a pu obtenir jusqu'à plus de 50% de réduction des dégâts entre les modalités avec acariens associés au mulch et le témoin (cf. Figure 3 et 4). En navets, l'efficacité notée est moins bonne, de 32 à 40% de réduction des dégâts mais en général la pression est bien plus forte que sur radis. Sur de grosses attaques en moyenne, les dégâts ont atteint 58%. En effet, les essais ont été conduits au printemps afin de maximiser le risque d'attaque en mouches. Ainsi, même une efficacité de l'acarien associé au mulch qui peut jouer aussi un rôle de barrière physique et perturber la ponte des mouches (cf. Figure 5), n'est pas suffisante. En revanche sur l'essai oignon exploitable (Figure 6), on retient une très bonne efficacité de l'acarien alors que le nématode *S. feltiae* n'apporte rien à la stratégie de lutte. Néanmoins, d'autres essais conduits par la station expérimentale du Sileban vis-à-vis de la mouche de l'oignon en pépinière de poireaux sur 3 années consécutives (2011 à 2013), ont montré une efficacité intéressante de la combinaison de l'acarien et du nématode, à la hauteur de la référence chimique (Spinosad). Cependant, ces essais ont eu lieu en conditions de faible pression (6% d'attaques en moyenne dans le témoin).

L'installation de *Macrocheles robustulus*

Les prélèvements de sol qui ont été réalisés ne sont pas suffisants et les analyses assez robustes pour faire une analyse quantitative des acariens présents dans le sol. Elles ont cependant le mérite de révéler la présence ou non d'acariens prédateurs. Il s'agit d'une méthode simplement qualitative mais qui nous a permis de tirer quelques conclusions. Sur l'ensemble des essais en radis, on retiendra la capacité de l'acarien à se maintenir en sol sableux sur des cultures à cycle court (1 mois) (cf. Tableau II). Il semble aussi qu'en conditions de sol favorables, à savoir plus riche en matière organique, l'acarien est capable de se développer (Cf. Tableau III). De manière générale, l'acarien a pu être retrouvé jusqu'à 1,5 mois de culture en oignons, et 1 mois en navets. Mais sur des cultures supérieures 1 mois et devant les risques pris vis-à-vis des attaques, nous avons fait le choix de renouveler à 1 mois les apports sur ce type de culture. On notera par ailleurs que le mulch peut favoriser le maintien dans le temps et le développement de *M. robustulus* (cf. Figure 5). A l'issue de ces essais, 2 mulchs sont retenus pour leur faible contrainte vis-à-vis de la culture : *Miscanthus* et hydromulch. Cependant avec du *Miscanthus*, on a pu relever aussi d'autres acariens prédateurs plus généralistes du genre *Parasitus* sp. ou des acariens se développant sur des champignons et pouvant servir potentiellement eux-mêmes de proies tels que *Tyrophagus* sp. Le mulch permet donc de restaurer une microfaune du sol pouvant être favorable mais aussi de conserver une humidité au sol favorable aux cultures (observations personnelles E. Lascaux).

La forte capacité de dispersion de l'acarien (cf. Tableau III) a été observée dans les essais sur radis et démontrée à nouveau en 2014 sur un essai identique.

D'autre part, des essais menés en culture de navets d'automne sous abris (CDDL 2013) et radis noirs de plein champ (CDDL 2012) ont soulevé des questions sur la viabilité et l'efficacité de l'acarien pour des températures inférieures à 12°C.

CONCLUSION

L'ensemble de ces essais, malgré leur caractère aléatoire, nous a permis d'évaluer un nouveau type d'auxiliaires qui pourraient être inclus dans des stratégies de biocontrôle en maraichage de plein champ ou sous abris. Les essais menés sous abris nous ont permis de conclure plus facilement. Aussi, la présence des acariens en cultures sous abris est moins aléatoire qu'en plein champ. Face aux dégâts engendrés par ce type de ravageur (jusqu'à 80% de perte en navets), il s'agit bien de combiner plusieurs outils de protection. Dans l'attente de nouvelles solutions de biocontrôle qui pourraient être associées et/ou de produits phytosanitaires de synthèse compatibles, l'utilisation d'acariens prédateurs du sol ou des nématodes pourraient constituer une partie de la solution. Aussi, ces essais nous ont permis de dégager des tendances positives de contrôle des mouches du genre *Delia* sp. en associant acarien et mulch et de voir l'intérêt du mulch comme perturbateur visuel de ponte ou barrière physique vis-à-vis d'autres ravageurs tels que le thrips en poireau par exemple.

REMERCIEMENTS

Nous tenons à remercier l'ensemble des producteurs de la région Pays de la Loire ayant participé à ces essais et tout particulièrement nos anciens stagiaires Nicolas Hulas et Cécile Le Mitouard. De même, nous remercions la collaboration et les échanges fructueux que nous avons pu avoir avec l'ARELPAL sur ce thème de travail dans le cadre des 2 projets soutenus par la Région Pays de la Loire (Pichamp et PIDelia).

BIBLIOGRAPHIE

Hulas N., 2011. Etude de l'action de l'acarien prédateur *Macrocheles robustulus* Berlese (Acari : Macrochelidae) sur les mouches du genre *Delia* (Diptera : Anthomyiidae) en culture de radis et de navets. Agrocampus Ouest, 36p.

Le Mitouard C., 2012. Lutte contre les mouches du genre *Delia* (Diptera : Anthomyiidae) avec l'acarien prédateur *Macrocheles robustulus* Berlese (Acari : Macrochelidae) et les nématodes *Steinernema feltiae* Filipjev (Nematoda : Steinernematidae) en culture d'oignons et de navets. INP-ENSAT, 91p.