

**AFPP – CINQUEME CONFÉRENCE INTERNATIONALE
SUR LES MÉTHODES ALTERNATIVES EN PROTECTION DES CULTURES
LILLE – 11 au 13 MARS 2015**

**METARHIZIUM ANISOPLIAE, UN MOYEN DE LUTTE CONTRE TAUPINS RAVAGEURS DU SOL :
RESULTATS ET PERSPECTIVES**

B. GUERY

DRAAF- SRAL Aquitaine

71 Avenue Edouard Bourlaux CS 20032 33882 VILLENAVE D'ORNON CEDEX (France)

Tel : 33 (0)5 35 31 40 77 Fax : 33 (0)5 35 31 40 70 bernard.guery@agriculture.gouv.fr

RÉSUMÉ

La recrudescence des ravageurs du sol, comme les taupins, nécessite que de nouveaux moyens de lutte efficaces soient disponibles. Ce constat est particulièrement vrai pour plusieurs cultures, notamment pour les cultures mineures où il existe beaucoup d'usages orphelins. Devant la raréfaction des solutions phytopharmaceutiques, des études ont été engagées sur des moyens alternatifs, comme les produits de biocontrôle. En 2011, des travaux ont été entrepris pour vérifier l'intérêt du champignon entomopathogène du *Metarhizium anisopliae* dans la lutte contre les larves de taupins en conditions de plein champ. Les essais ont montré un intérêt technique de la spécialité commerciale Met 52 Granulés sur tabac, tomate, melon et pomme de terre. Les études ont porté sur différentes doses de Met 52 et les résultats obtenus sont présentés par cultures, ainsi la protection contre les taupins a présenté des niveaux d'efficacité pouvant atteindre plus de 80 %. Cependant, les résultats ont été irréguliers avec de fortes variations selon les conditions d'expérimentations et de culture.

Il est nécessaire de poursuivre les travaux, en vue d'élaborer des stratégies de protection intégrant des solutions de biocontrôle dans le but de limiter la nuisibilité du taupin.

Mots-clés : *Metarhizium anisopliae*, Usages Orphelins, ravageurs du sol, taupins, produit de biocontrôle.

ABSTRACT

Currently, the increase of soil pests needs to find effective treatments against wireworms, which are especially a problem on minor crops where there are several empty practices. After the ban of a lot of chemical pesticides, some trials were conducted with alternatives methods, such as biocontrol. In 2011, some experiments were carried out in order to assess the efficacy of the entomopathogenic fungi *Metarhizium anisopliae* to control wireworms larvae in the field. This study provided interesting results with the Met 52 granules formulation on tobacco, tomatoes, melons and potatoes. Several dosages were tested and the results shown the efficacy against wireworms could be as high as 80 % of mortality. Nevertheless, high variations in the efficacy were obtained depending on the test series and cultures. It seems to be necessary to continue to work on this topic in order to find the best way, including integrated control, to limit this pest.

Keywords: *Metarhizium anisopliae*, empty practices, soil pests, wireworms, biocontrol products.

INTRODUCTION

Une recrudescence des ravageurs du sol est constatée depuis une décennie pour de nombreuses cultures. L'augmentation de ces problèmes est multifactorielle. Elle est d'abord la conséquence de l'abandon des traitements du sol sur toute la surface au profit des traitements localisés dans la raie de semis ou de plantation et autour de la semence, ajouté au retrait de nombreuses substances actives.

En effet, depuis 1998, les retraits des familles chimiques les plus efficaces se sont succédés : les spécialités à base de lindane, les microgranulés organophosphorés (fin décembre 2003), les traitements de semences à base d'imidaclopride (GAUCHO), de fipronil (REGENT) ainsi que les applications en plein de fipronil (SCHUSS). Puis en 2008, on note le retrait du chlorméphos, carbofuran et carbosulfan. En 2014, on note le retrait des néonicotinoïdes pour une durée de deux ans, notamment sur maïs. Le retrait de ces substances actives est surtout dû à leurs impacts sur l'environnement.

Elle est aussi due à l'évolution des techniques culturales : régression de la pratique du labour, implantation de bandes enherbées, couverture végétale du sol pendant l'interculture. A cela s'ajoute le développement des populations de l'espèce de taupin *Agriotes sordidus*, à cycle biologique plus court, différent des espèces traditionnellement nuisibles dans notre pays (*A. lineatus*, *A. sputator* et *A. obscurus*) (d'Aguilar, 1962 : Leseigneur. 1972 et Furlan. 2004).

Dans ce contexte, il est nécessaire de repenser les stratégies de protection des cultures vis-à-vis des taupins.

LA LUTTE CHIMIQUE EN 2014 – 2015

Il n'existe pas de méthodes de lutte curative permettant d'intervenir en végétation lorsque les dégâts dus aux larves de taupins sont observés, la lutte sera donc nécessairement préventive. Le nombre de substances actives est restreint et les usages pourvus peu nombreux.

Les substances actives qui sont autorisées en 2014 en traitement de semence sont l'imidaclopride en blé et betterave, la téfluthrine en betterave, maïs et céréales et le thiaclopride en maïs. En traitement du sol localisé dans la raie de semis sont autorisées en maïs, tabac et porte graine la téfluthrine, la cyperméthrine en maïs, sorgho et tournesol, la zétacyperméthrine en maïs et en pomme de terre le fosthiazate et la téfluthrine en dérogation de 120 jours en 2014. On observe que pour un grand nombre de cultures, cet usage est un usage orphelin et un grand nombre des substances actives font partie de la famille des pyréthrinoides.

LES MOYENS DE LUTTES ALTERNATIFS

Les travaux ont été initiés par le groupe ravageurs du sol animé par le CTIFL avec l'appui du SRAL Aquitaine ainsi que la participation d'ARVALIS – Institut du végétal, CETIOM, ITB, ACTA, ANITTA, FNPPPT, SONITO et les Stations Régionales Légumes (ACPEL, APREL, CEHM, INVENIO, CEFEL, SERAIL) qui élaborent les protocoles d'études. Un projet «Casdar taupins » a été porté par ARVALIS Institut du Végétal, un colloque aura lieu le 25 mars 2015 à Paris pour présenter les principaux résultats acquis

Des études ont été engagées par le SRAL Aquitaine (Service Régional de l'Alimentation) et la FREDON Aquitaine en collaboration avec Raphaël ROUZES (Entomo Remedium) sur différents moyens de lutte alternatifs contre le taupin.

Piégeages d'adultes par phéromones. Depuis 2008, différents types de pièges ont été utilisés, afin d'évaluer leurs efficacités mais aussi leurs spécificités en terme de non-capture de la faune auxiliaire notamment l'entomofaune carabique du sol (Jeannel, 1941).

Les résultats montrent que la prévision du risque à partir de piégeages d'adultes par phéromone n'est pas aisée. Beaucoup d'interrogations se posent et des réponses ne pourront être apportées qu'en affinant les connaissances biologiques et écologiques des différentes espèces de taupins.

Piégeages de larves : Nous avons testé l'attractivité de deux types de pièges à de larves : le piège Chabert et un piège élaboré par C.Mauline de Périgord Tabac avec trois types d'appâts (appât industriel, pommes de terre et mélange blé-maïs).

Le faible taux de capture de larves n'a pas permis de conclure sur l'appétence des larves pour un appât particulier. 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.

Structure et répartition de la population de taupins. Dans le cadre du réseau biovigilance Taupin du SRAL Aquitaine, deux sites ont été suivis à Cessac (33) et Mimbaste (40). Depuis 2012, sur chaque site, toutes les semaines, ont été relevés le nombre de taupins capturés par des pièges Yatlor contenant les 2 phéromones correspondant aux 2 espèces principales de taupins ravageurs (*Agriotes sordidus* et *Agriotes lineatus*). On a constaté, dans les deux sites, que l'espèce *Agriotes sordidus*, à cycle court, était dominante dans les deux cas : Cessac (71%) et Mimbaste (88%).

Champignons entomopathogènes : A partir de 2011, de nombreuses études ont été engagées par la DGAL / SDQPV avec *Metarhizium anisopliae*. Les essais ont montré un intérêt technique de la spécialité Met 52 Granulés (Monsanto BioAg) sur tabac, tomate, melon et pomme de terre, dans la lutte contre les larves de taupins. La formulation du Met 52 Granulés est basée sur la fixation d'un champignon entomopathogène *Metarhizium anisopliae* sur des grains de riz

Les travaux effectués de 2011 à 2014 dans le cadre du réseau d'expérimentation DGAL/SDQPV seront uniquement présentés dans le cadre de cet article.

ETUDE TABAC

MATERIEL ET MÉTHODES

Essai tabac 2011 : l'essai a été réalisé à Saint Martin de Beauville (47) en sol Argilo- Calcaire. L'essai a porté sur l'étude du Met 52 Granulés à la dose de 125 kg/ha et 250 kg/ha. Le tabac est de type BURLEY, variété ITB 221. La plantation a été réalisée le 18/05/11. Toutes les modalités ont été appliquées dans la raie de plantation. Les conditions climatiques ont été très favorables, la température durant la première décade après plantation était en moyenne de 20° C. Une pluie de 7 mm est intervenue juste après plantation, ce qui a permis une bonne reprise des plants et une humidité du sol pour favoriser l'activité du champignon.

Essai tabac 2012 : L'essai a été implanté sur la commune de Juxix (47) sur un sol Argilo-limoneux. Le Met 52 Granulés a été testé à la dose de 12.5 kg/ha, 25 kg/ha, 60 kg/ha et 125 kg/ha. Le tabac est de type BURLEY, variété 501. La plantation a été réalisée le 16/05/2012, sur un sol légèrement humide. Les conditions climatiques ont été favorables, la température durant la première décade après plantation était en moyenne de 19° C. Durant la première décade après plantation, on note des précipitations atteignant un total de 37 mm.

Essai tabac 2013 : L'essai a été mis en place sur la commune de Beauville (47) sur un sol Argilo-Limoneux. Le Met 52 Granulés a été testé à la dose de 12.5 kg/ha, 25 kg/ha et 60 kg/ha. Le tabac est de type BURLEY, variété 501. La plantation a été réalisée le 07/06/13, sur un sol humide. Les températures, durant le mois de juin ont été fraîches et en dessous des normales saisonnières. Le 08/06/13, on notait une pluie de 40 mm sur l'essai, le mois de juin a été excédentaire en pluie (de 85 mm).

Les trois essais avaient un dispositif de type « blocs de Fisher » à 4 répétitions, un témoin randomisé était inclus.

Les parcelles élémentaires étaient constituées de 4 rangs de 12 mètres de long, les notations ont été effectuées sur 4 rangs et 10 mètres de long, soit 88 pieds par parcelle élémentaire. L'application des produits a été réalisée dans la raie de plantation. Un premier passage avec la planteuse ouvre la ligne de plantation. Le produit est mis dans chaque ligne manuellement avec un mélange de produit additionné de sable pour obtenir une application régulière.

RESULTATS / DISCUSSION

L'interprétation des résultats porte uniquement sur l'efficacité des différents traitements. Le pourcentage de plantes attaquées dans les témoins est en moyenne de 24.2 %, les attaques les plus faibles sont de 18.4 % et les plus fortes de 30 %. La figure 1 indique l'efficacité lors des dernières notations de chaque essai, soit 40 jours après plantation et les variations d'efficacités.

La référence chimique Force 1.5 G à 10.0 kg/ha (téfluthrine 1.5 %), présente une bonne efficacité, elle est en moyenne de 83.4 %.

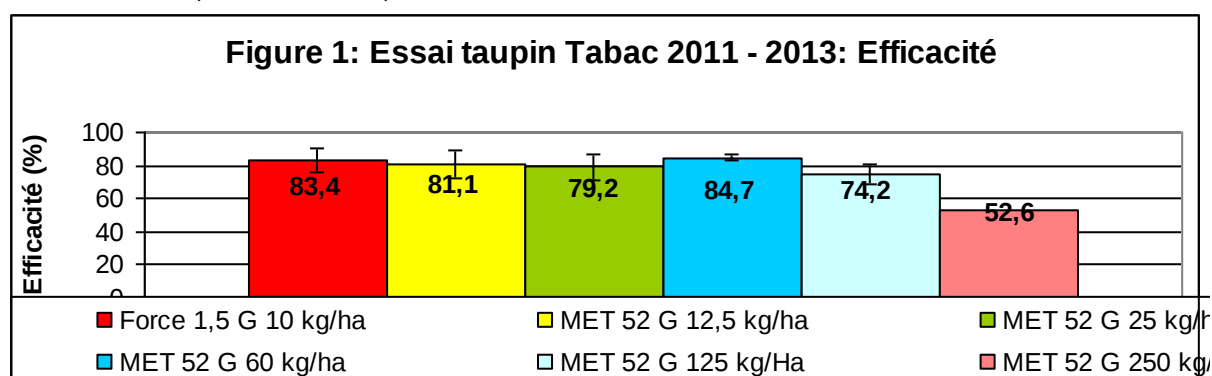
Le Met 52 à 12.5 kg/ha (2 essais) présente une efficacité de 81.1 %, elle est quasiment équivalente à la référence chimique. Le Met 52 à 25 kg/ha (2 essais) a une efficacité de 79.2 %, la dose de 60 kg/ha (2 essais) cette efficacité est de 84.7 %. On observe que les efficacités entre 12.5 et 60 kg/ha sont homogènes et quasi-semblables à la référence Force 1.5 G et les variations entre essais sont faibles.

Le Met 52 à la dose de 125 kg/ha (2 essais) a une efficacité de 74.2 %, elle est donc inférieure à la référence de 7 points, à la dose de 250 kg/ha (1essai) son efficacité est inférieure de 28.5 points.

Sur tabac, les résultats montrent une certaine homogénéité entre les doses 12.5 et 60 kg/ha par rapport à la référence chimique. Sur les fortes doses, les résultats sont inférieurs à la dose de 12.5 kg/ha de Met 52.

Figure 1 : Efficacité des différentes modalités testées – essai taupin sur tabac 2011 à Saint Martin de Beauville, 2012 à Juxis et 2013 à Beauville

Figure 1 : Efficacy of tested substances – trial against wireworms on tobacco in Saint martin de beauville – 2011, in Juxis – 2012, in Beauville - 2013



ETUDE TOMATE

MATERIEL ET MÉTHODES

Essai tomate de conserve 2011 : Deux essais ont été réalisés en 2011. Les essais ont porté sur l'étude du Met 52 Granulés à la dose de 125 kg/ha et 250 kg/ha. Le premier essai a été effectué à Sainte Livrade-sur-Lot (47) sur le site de la station expérimentale INVENIO du 22 juin au 20 juillet 2011, sur un sol Limoneux. Les mini-mottes de tomates, de la variété Perfect Peel ont été installées sur des buttes de 1.60 m de large tous les 20 cm soit 31250 pieds à l'hectare. Les conditions climatiques ont été très favorables, la température durant la première décade après plantation était en moyenne de 20°C. Une irrigation de 10 mm a eu lieu juste après plantation. Le deuxième essai a été implanté à Mornas (84) du 09 mai au 9 juin 2011, sur un sol Argileux. La variété Vulcan a été plantée en double rang avec une densité de 6 plants par m². L'irrigation était effectuée par goutte à goutte, ce qui permettait d'avoir un sol humide tout au long de l'essai.

Essai tomate de conserve 2012 : Deux essais ont été réalisés en 2012. Les essais ont porté sur l'étude du Met 52 Granulés à la dose de 12.5 kg/ha et 125 kg/ha. Le premier essai a été implanté à Sainte Livrade-sur-Lot (47) du 24 mai au 15 juin 2012, avec les mêmes caractéristiques que 2011. Les

conditions climatiques ont été très favorables, la température durant la première décade après plantation était supérieure à 20°C. Afin d'assurer la reprise de plantation une irrigation de 8 mm a eu lieu juste après plantation. Le deuxième essai a été implanté à Pernes Les Fontaines (84) du 14 mai au 5 juin 2012, sur un sol Argileux. La variété Perfect Peel a été plantée en double rang avec une densité de 6 plants par m². L'irrigation était effectuée par goutte à goutte, ce qui permettait d'obtenir un sol humide tout au long de l'essai.

Essai tomate de conserve 2013 : trois essais ont été réalisés en 2013. Les essais ont porté sur l'étude du Met 52 Granulés à la dose de 12.5 kg/ha et 125 kg/ha. L'essai de Sainte Livrade-sur-Lot avait les mêmes caractéristiques que ceux réalisés en 2011 et 2012. Le traitement a été effectué le 23 mai et la dernière notation le 02 juillet 2013. Durant l'essai, les températures ont été fraîches et les pluies fréquentes. L'essai situé sur la commune de Caissargues (30) a été mis en place avec la variété Perfect Peel en double rang, il s'est déroulé du 24 mai au 24 juin 2013. Les températures ont été supérieures à 22°C et l'irrigation était effectuée au goutte à goutte. Le dernier essai a été mis en place à Pernes Les Fontaines (84) (mêmes caractéristiques qu'en 2012), il s'est déroulé du 24 mai au 21 juin 2013.

Essai tomate de conserve 2014 : Deux essais ont été réalisés en 2014. Les essais ont porté sur l'étude du Met 52 Granulés à la dose de 12.5 kg/ha. Le premier essai a été implanté avec la variété Leader située à Merles (82) sur un sol Argilo-Limoneux et s'est déroulé du 21 mai au 23 juin 2014. Les températures ont été fraîches et la pluviométrie durant la première décade après traitement était de 25 mm. L'essai situé sur la commune de Tarascon (13) a été implanté sur un sol lourd Argilo-Limoneux et s'est déroulé du 22 mai au 20 juin 2014, avec la variété Bronte plantée en double rang et l'irrigation au goutte à goutte a permis un apport d'eau régulier.

Pour l'ensemble des essais, un dispositif de type « blocs de Fisher » à 4 répétitions, avec un témoin randomisé, a été utilisé. Les essais Sud-Ouest ont été implantés en simple rang, avec un écartement de 0.33 m sur le rang, les planches faisaient 1.6 m de large et chaque parcelle élémentaire avait 45 plants. Les essais Sud Est sont conduits en double rang avec une distance de 0.35 m entre les rangs et de 0.33 m sur le rang, les planches font 1.6 m de large et 45 plants sont utilisés par parcelle élémentaire. L'application des produits a été effectuée dans la raie de plantation. Un premier passage avec une binette ouvre la ligne de plantation. Le produit a été mis dans chaque ligne manuellement avec un mélange du produit additionné de sable pour avoir une application régulière. Les notations ont été effectuées 3 jours après traitement, puis tous les 7 jours pendant 3 semaines, le nombre de plants sains, morts et fanés était noté. En fin d'essai, tous les plants sont arrachés et nettoyés. Afin d'observer les morsures directes sur les racines, 5 classes sont déterminées :

- Classe 1 : racine saine
- Classe 2 : faiblement attaquée
- Classe 3 : moyennement attaquée
- Classe 4 : Fortement attaquée
- Classe 5 : mort

RESULTATS / DISCUSSION

Puisqu'il n'existe pas de référence officielle, nous avons pris deux références : du blé fermier non traité à 125 kg/ha pour les essais Sud Ouest et du riz décortiqué pris à la coopérative à 125 kg/ha pour les essais Sud Est mis dans la raie de plantation.

L'interprétation des résultats porte uniquement sur l'efficacité. Le pourcentage de plantes attaquées dans les témoins est en moyenne de 56.9 %, le pourcentage d'attaque le plus faible était de 20.3 % et le plus fort de 93.4 %. La figure 2 représente l'efficacité en prenant en compte les plants fanés et morts avant arrachage et le cumul des classes 3, 4 et 5 lors de l'arrachage et les morsures sur racines ayant une incidence sur le rendement.

La référence Blé à 125 kg/ha (2 essais) présente des résultats moyens avec en moyenne 64.7 % d'efficacité, on observe très peu de variations entre les essais en terme d'efficacité. On note un

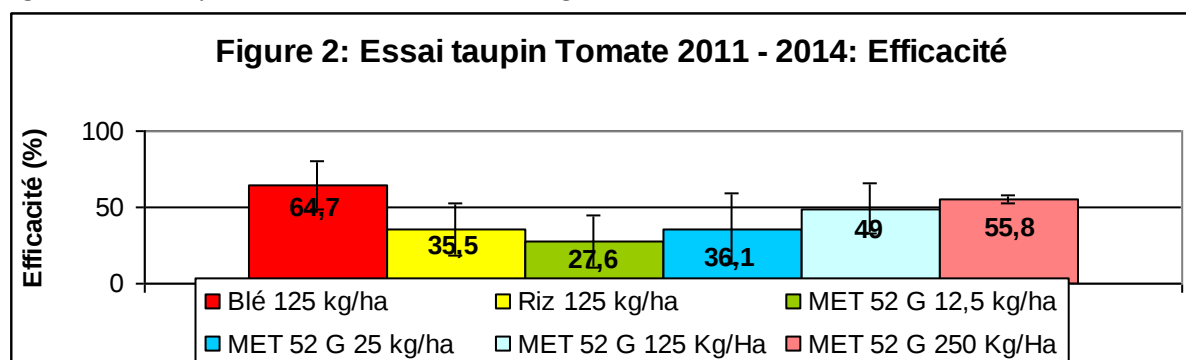
impact sur le développement de la tomate malgré une application d'un herbicide spécifique 18 jours après plantation. Des études complémentaires seraient nécessaires afin de baisser les quantités de blé et vérifier les efficacités. Le riz à 125 kg/ha (3 essais) présente des écarts importants avec une efficacité minimale de 19.1 % et maximale de 52.6 %, la moyenne était de 35.5 %. On note un écart de près de 30 points entre le blé et le riz

Le Met 52 à 12.5 kg/ha (7 essais) présente une efficacité de 27.6 % en moyenne avec des écarts importants de 10.7 à 59.4 %, ces efficacités sont inférieures de 37 points par rapport au blé et de 8 points par rapport au riz. Le Met 52 à 25 kg/ha (3 essais) a une efficacité de 36.12 % en moyenne et des écarts importants de 14.6 à 61 %, ces efficacités sont supérieures de 8.5 points par rapport à la dose de 12.5 kg/ha, on constate les mêmes écarts avec le blé et des résultats équivalents avec le riz.

Le Met 52 à la dose de 125 kg/ha (4 essais) a une efficacité de 49 %, elle est supérieure de 21 points à la dose de Met 52 à 12.5 kg/ha. Elle est supérieure de 13.5 points au riz et inférieure de 16 points au blé. La dose de 250 kg/ha de Met 52 (2 essais) a une efficacité de 55.8 %, cette dose présente les meilleurs résultats avec des variations très faibles. Toutefois, on note que l'efficacité augmente avec la dose avec cependant de fortes variations entre les essais.

Figure 2 : Efficacité des différentes modalités testées – essai taupin sur tomates – 2011 - 2014

Figure 2 : Efficacy of tested substances – trial against wireworms on tomato – 2011 - 2014



ETUDE MELON

MATERIEL ET MÉTHODES

Melon : Entre 2011 et 2013, 8 essais ont été réalisés mais uniquement 2 essais sont exploitables.

Essai melon 2011 : L'essai a porté sur l'étude du Met 52 Granulés à la dose de 125 kg/ha et 250 kg/ha. L'essai était situé à Sainte Livrade-sur-Lot (47) sur le site de la station expérimentale INVENIO. Il s'est déroulé du 9 juin au 28 juin pour les notations plants et jusqu'au 12 septembre 2011 pour la dernière notation fruit, le sol est Limoneux et la variété utilisée Hugot. Les conditions climatiques ont été très favorables, la température durant la première décade après plantation était en moyenne de 20° C. L'irrigation était effectuée au goutte à goutte.

Essai melon 2012 : L'essai a porté sur l'étude du Met 52 Granulés à la dose de 12.5 kg/ha et 125 kg/ha. L'essai a été implanté à L'Isle/La Sorgue (84) du 31 mai au 20 août 2012, sur un sol Argileux et variété Gaspar a été utilisée. L'irrigation est effectuée par goutte à goutte, ce qui permet d'avoir un sol humide tout au long de l'essai.

L'ensemble des essais avait un dispositif de type « blocs de Fisher » à 4 répétitions, un témoin randomisé était inclus. Les blocs étaient disposés dans le sens des rangs. Les parcelles élémentaires font 8 m et les plants étaient espacées de 0.40 m, il y avait donc 20 plantes (base de 5000 plants par hectare). L'application des produits est réalisée dans la raie de plantation. Un premier passage avec une binette ouvre la ligne de plantation. Le produit est mis dans chaque ligne manuellement avec un mélange produit additionné de sable pour avoir une application régulière.

Les notations ont été effectuées 3 jours après traitement, puis tous les 7 jours pendant 3 semaines. Le nombre de plants sains, le nombre de plants morts et plants fanés étaient notés. La notation fruits attaqués par le taupin est un cumul des melons récoltés sur un mois.

RESULTATS / DISCUSSION

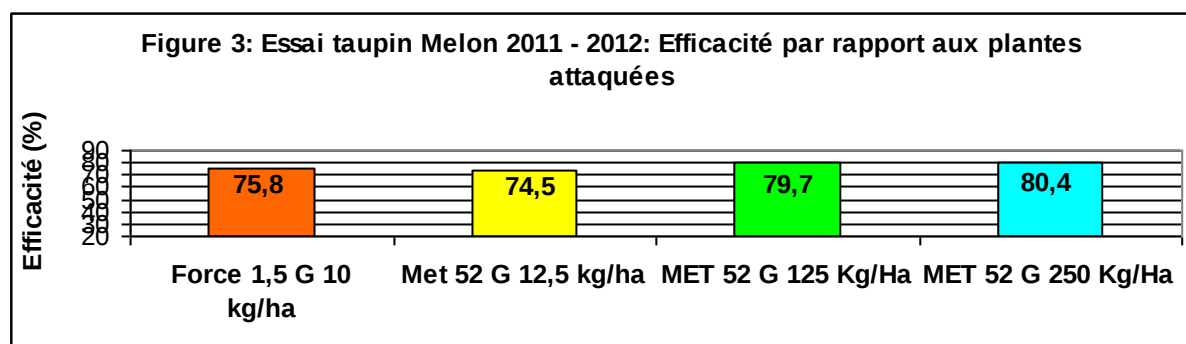
L'interprétation des résultats porte uniquement sur l'efficacité. Le pourcentage de plantes attaquées dans les témoins est de 14.3 %. La figure 3 représente l'efficacité lors des dernières notations de chaque essai soit, 21 jours après plantation.

La référence chimique Force 1.5 G (1 essai) à 10.0 kg/ha (téfluthrine 1.5 %) présente un résultat moyen de 75.8 % d'efficacité.

Le Met 52 à 12.5 kg/ha (1 essai) avec 74.5 %, à 125 kg/ha (2 essais) avec 79.7 % et à 250 kg/ha (1 essai) avec 80.4 % ont des efficacités comparables à la référence.

Figure 3 : Efficacité des différentes modalités testées – essai taupin melon 2011 - 2012 – notation finale

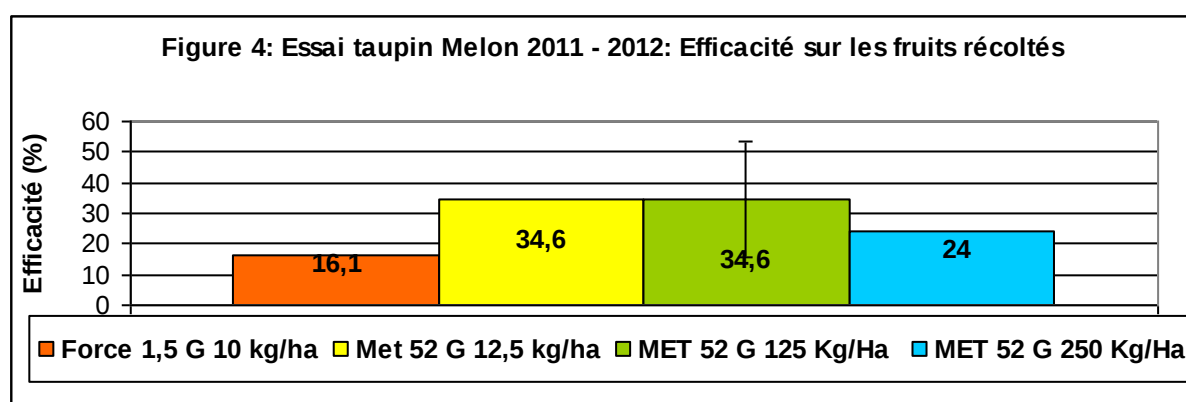
Figure 3 : Efficacy of tested substances – trial against wireworms on melon – 2011-2012 - Last assessment



L'essai a été conduit jusqu'à la récolte. Tous les fruits ont été récoltés à maturité. Le pourcentage de melons attaqués dans les témoins est de 22.5 %. La figure 4 représente l'efficacité sur fruits sur l'ensemble des récoltes.

Figure 4 : Efficacité des différentes modalités testées – essai taupin sur melon – 2011 - 2012 – notation finale sur fruits récoltés.

Figure 4 : Efficacy of tested substances – trial against wireworms on melon – 2011-2012 - Last assessment on harvested fruits



Toutes les modalités ont des efficacités relativement faibles, la référence Force 1.5 G a une efficacité de 16.1 %. Les modalités Met 52 à 12.5 et 125 kg/ha ont des efficacités supérieures de 18.5 points et la dose de 250 kg/ha est supérieure de 8 points.

ETUDE POMME DE TERRE

MATERIEL ET METHODES

Pomme de terre 2011, 2012 et 2013 : Les essais ont été réalisés sur des parcelles situées dans le département de la Haute Loire et la commune de Chaudeyrolles (1300 mètres d'altitude). L'exploitation agricole a un mode de production biologique avec une rotation de type : prairie temporaire, pomme de terre et céréales.

2011 : L'essai a porté sur l'étude du Met 52 Granulés à la dose de 125 kg/ha et 250 kg/ha. La plantation a eu lieu le 25 mai 2011 avec la variété Fleur de pêcher et la récolte a été effectuée le 29 septembre 2011. Le mois de mai était très chaud avec quelques orages. Les températures de juin sont de saison avec des précipitations orageuses. Le mois de juillet était très orageux avec des précipitations excédentaires. Les températures sont froides au alentour de 15°C. Août est un mois chaud et orageux et septembre est marqué par un déficit hydrique et des températures élevées.

2012 : L'essai a porté sur l'étude du Met 52 Granulés à la dose de 12.5 kg/ha et 125 kg/ha. La plantation a eu lieu le 6 juin 2012 avec la variété Bintje et la récolte a été effectuée le 10 octobre 2012. Durant le mois de mai, les précipitations étaient irrégulières et déficitaires, avec des températures proches des normales saisonnières, elles étaient supérieures pour le mois d'août, par la suite, les conditions climatiques ont été favorables à une bonne tubérisation.

2013 : L'essai a porté sur l'étude du Met 52 Granulés à la dose de 12.5 kg/ha, 25 kg/ha et 60 kg/ha. La plantation a eu lieu le 13 juin 2013 avec la variété Bintje et la récolte a été réalisée le 16 octobre 2013. Le mois de juin était plus clément en terme de température et de pluviométrie. La croissance de la culture était favorisée en juillet par une pluviométrie excédentaire et des températures supérieures aux normales. saisonnières Le déficit hydrique du mois d'août et les températures excédentaires ont ralenti la croissance des tubercules. Septembre et octobre ont été favorables à la reprise de croissance et au grossissement des tubercules avec des précipitations proches des normales saisonnières et des températures douces.

Le dispositif expérimental était composé de 4 X 1 lignes de 20 mètres de long traitées par modalité et 4 lignes de 20 mètres pour le témoin randomisé. Les spécialités ont été appliquées manuellement, directement dans la ligne de plantation.

Les notations ont été effectuées à la récolte sur 100 tubercules fils , 4 classes ont été déterminées :

- Classe 0 : 0 morsures
- Classe 1 : 1 à 2 morsures
- Classe 2 : 3 à 5 morsures
- Classe 3 : Plus de 5 morsures

RESULTATS / DISCUSSION

L'interprétation des résultats porte uniquement sur l'efficacité. Le pourcentage de tubercules attaqués dans les témoins est de 17.5 %.

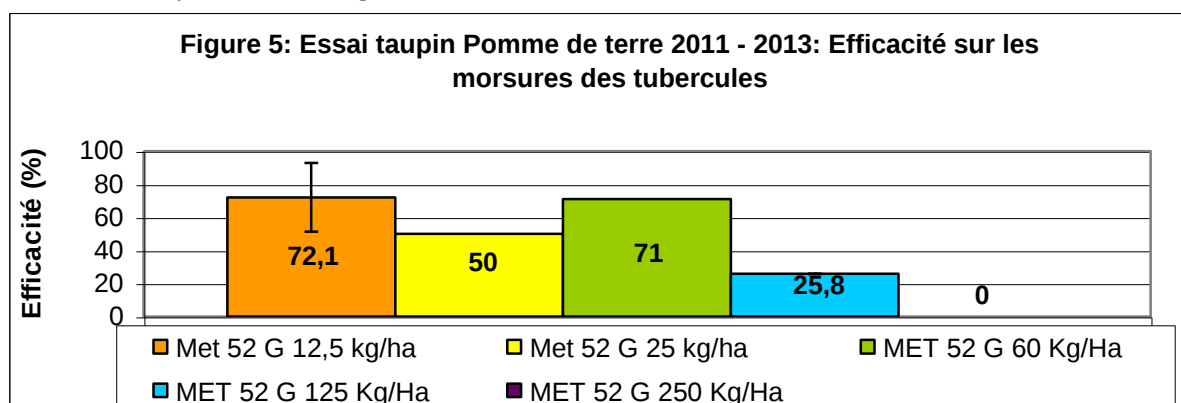
Le Met 52 à 12.5 kg/ha (2 essais) présente une efficacité moyenne de 72.1 % l'amplitude entre la valeur minimale 51.3 et la valeur maximale 92.9 % est de 40 points, l'efficacité est dépendante du pourcentage d'attaque. Le Met 52 à 25 kg/ha (1 essai) a une efficacité de 50 % inférieure à la dose de 12.5 kg/ha. Pour la dose de 60 kg/ha (1 essai), l'efficacité est de 71 %, elle est comparable à la dose de 12.5 Kg/ha.

Le Met 52 à la dose de 125 kg/ha (2 essais) a une efficacité de 25.8 % (inférieure de 46 points à la dose de 12.5 kg/ha), la dose de 250 kg/ha (1essai) a une efficacité nulle.

Pour la Pomme de terre et le tabac, les résultats montrent une certaine homogénéité entre les doses 12.5 et 60 kg/ha.

Figure 5 : Efficacité des différentes modalités testées – essai taupin sur pomme de terre – 2011 - 2013 – notation des attaques sur tubercules

Figure 5 : Efficacy of tested substances – trial against wireworms on potatoes – 2011-2013 – assessment of potatoes damages



DISCUSSION / CONCLUSION GENERALE

Les résultats sont encourageants quant à l'utilisation du *Metarhizium anisopliae*, ils doivent être cependant confirmés. On remarque que son emploi est très complexe et de nombreux paramètres rentrent en jeu pour obtenir une bonne efficacité. Les résultats des essais confirment que les conditions climatiques (température et précipitations) constituent l'élément primordial. Les résultats montrent que les doses de *M. anisopliae*, les plus élevées ne sont pas les plus efficaces, le bon compromis se trouve entre 12.5 et 25 kg/ha. Cependant, les résultats sont irréguliers avec de fortes variations selon les conditions d'expérimentations.

Les essais réalisés avec *M. anisopliae* pour protéger les plantes contre les taupins montrent un intérêt technique pour plusieurs cultures comme le tabac, la tomate et la pomme de terre. Pour le melon, des études complémentaires sont nécessaires, afin de vérifier l'intérêt de *M. anisopliae* notamment sur fruit. Toutefois, il semble qu'il soit difficile de dissocier l'effet du champignon entomo pathogène et celui du support riz du produit, comme le montre les essais sur tomate avec l'utilisation du blé et du riz dans la ligne de plantation. Ils sont susceptibles de servir d'appât aux larves de taupins. Un autre sujet majeur est la formulation du *M. anisopliae* qui est difficile à appliquer mécaniquement. Dans les présents essais, le produit a été appliqué manuellement dans les lignes de plantation. Il est impératif de faire évoluer cette formulation afin de pouvoir l'utiliser avec un microgranulateur ou une planteuse avec micro-doseur.

Dans le cadre de la gestion des organismes entomopathogènes dans le sol, il est important de connaître le taux de contamination et son évolution dans le temps. Une application *M. anisopliae* tous les ans comme cela se pratique pour *Coniothyrium minitans* afin d'obtenir un effet cumulatif est également à étudier. Les essais de rotations permettront vraisemblablement de répondre à effet cumulatif. Autre question d'importance qu'il faudra étudier : quelle est l'influence de la souche utilisée sur la faune utile du sol ?

La lutte contre les insectes du sol est difficile mais actuellement des moyens existent, il s'agit de les utiliser dans un système de lutte intégrée qui soit efficace.

REMERCIEMENTS

Tabac : ANITTA – Fabienne MORNET, ARVALIS – Kadidiatou KANE et toute l'équipe de TGA (Tabac Garonne Adour).

Melon : Station d'expérimentation INVENIO (ex HORTIS) Ste Livre (47)– Henri Clerc et Eric SCHAUMICH.

Tomate : SONITO – Robert GIOVINAZZO et Eric OUDARD (SRAL PACA).

Pomme de terre : Françoise BAUBET (SRAL Auvergne).

Les expérimentateurs des FREDON: Aquitaine, Bretagne, Languedoc Roussillon, Provence-Alpes-Côtes d'Azur et Poitou Charentes.

Raphaël ROUZES : Entomo Remedium, contact@entomo-remedium.com pour son aide précieuse sur les études taupins.

BIBLIOGRAPHIE

D'Aguilar J. (1962) – Famille des Elateridae. In Balachowsky A.S, Entomologie appliquée à l'agriculture. *Traité d'entomologie*, Tome 1, Ed Masson & Cie., 204-233.

Chabert A., Brunel E., Blot. Y., 1993 – Les taupins (Elateridae, Agriotes sp). Utilisation d'un piège attractif pour la prévision des risques C.R. 3ème 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 et biologique et la cartographie des espèces nuisibles. 5ème Conférence Internationale sur les Ravageurs en Agriculture. Montpellier, ANPP, 477-486.

DEDRYVER C.A. - Lutte contre les taupins : Etat des recherches et des connaissances techniques en France et dans l'u.E., Voies de recherche à privilégier 2009 pp3 1

Furlan L. (2004) – The biology of *Agriotes sordidus* Illiger (Col., Elateridae). *Journal of Applied Entomology*, 128 (9-10), 696-706.

Furlan L., Toth M., Yatsynin V.G, Ujvary I. (2001) – The project to implement IPM strategies against *Agriotes* species in Europe: What has been done and what is still to be done. *Proceedings of XXI IWGO Conférence, Legnaro Italy, 27 October-3November*, 57-60.

Jeannel R. (1941) – Coleoptères carabiques. *Faune de France*, Tome 39, Ed. Lechevalier, 1173p.

Kabaluk J.D., Goettel M.S., Erlandson M., Ericsson J., Duke G., Vernon R., 2005. *Metarhizium anisopliae* as a biological control for wireworms and a report of some other naturally-occurring parasites. *IOBS/WPRS Bulletin*, 28: 109-115.

Kabaluk, J.T., Ericsson, J.D., 2007. *Metarhizium anisopliae* seed treatment increases yield of field corn when applied for wireworm control. *Agron. J.* 99, 1377–1381.

Kabaluk, J.T., Ericsson, J.D., Jerry, D., 2007. Environmental and behavioural constraints on the infection of wireworms by *Metarhizium anisopliae*. *Environ. Entomol.* 36, 1415–1420.

Leseigneur L. (1972) – Coléoptères Elateridae de la faune de France continentale et de Corse, Société linnéenne de Lyon.

Lespourci M. (2007) – Etudes sur l'utilisation du piégeage par phéromone sexuelle du taupin *Agriotes sordidus* comme outil de prévision du risque et comme lutte alternative. Mémoire Master professionnel biotechnologie et bioprotection pour l'environnement.

Piveteau V. (2006) - Optimisation du piégeage des taupins par phéromones sexuelles. Utilisation pour évaluation du risque et comme alternative à la lutte chimique en culture de maïs. Mémoire Master professionnel « Contrôle et conservation des populations d'insectes ».

Vernon R.S. (2004) – A ground-based pheromone trap for monitoring *Agriotes lineatus* and *Agriotes obscurus* (Coleoptera: Elateridae). *Journal Entomol. Soc. Brit. Columbia*, 101, 141-142.

Vernon R.S., Van Herk W., Tolman J. (2005) – European wirewormw (*Agriotes* spp.) in North America : Distribution, damage, monitoring, and alternative integred pest management strategies. *Insect Pathogens and InsectParasitic Nématodes : Melolontha. IOBC/wprs*, 28 (2), 73-79.

Villeneuve F., Latour F., 2012. Quelles possibilités de gestion des taupins en cultures légumières biologiques ? Journées techniques légumes et cultures pérennes biologiques, Avignon, 11-13 décembre 2012, 33-37