



RÉSUMÉ

En 2007, certains producteurs de la zone Sud-Est ont subi d'importants dommages dans leurs vergers, causés par un ravageur nouvellement arrivé en France : *Rhagoletis completa* Cresson, ou mouche du brou. C'est pourquoi, dès 2008, le Ctifl et la SENURA (Station d'expérimentation nucicole Rhône-Alpes) ont mis en place un programme d'expérimentation sur ce ravageur. Les objectifs étaient multiples : mieux connaître l'insecte et sa biologie, trouver les moyens de détection de la présence de l'insecte et de suivi des vols, trouver et tester différentes méthodes de lutte.

MONILIA DISEASES OF WALNUT HUSK FLY: RESEARCH STATUS

In 2007, a number of growers in south-eastern France suffered extensive damage to their orchards at the hand of a pest newly reported in France: *Rhagoletis completa* Cresson, or walnut husk fly. Accordingly, Ctifl and SENURA (a walnut research centre in south-eastern France) reacted in 2008 by devoting an experimental programme to this pest, with several aims: to become more familiar with the insect and its biology, to find means for detecting the insect's presence and tracking its flights, and to develop and test various control methods.



Rhagoletis completa

Photo SRAL

La mouche du brou

Le point sur la recherche

Découverte en 1920 en Amérique du Nord, la mouche du brou est présente au Mexique, au Canada et aux États-Unis. Signalée en Europe à la fin des années 1980, elle est repérée pour la première fois en Suisse, puis en Italie, Slovénie, Allemagne et est identifiée pour

la première fois en France le 16 août 2007 près de Chabeuil, dans le département de la Drôme. Actuellement, 62 espèces du genre *Rhagoletis* (famille des Tephritidae) sont recensées dans le monde. En France uniquement quatre espèces sont présentes dont *Rhagoletis completa*.

Biologie de l'insecte

La mouche du brou a une seule génération par an. Les adultes sont de petite taille, entre 4 et 8 mm. Ils se distinguent des autres espèces par leurs yeux bleus et leurs ailes transparentes composées de trois traits épais noirs dont le dernier est prolongé en forme de L. L'identification du sexe est possible par observation des pattes: les femelles ont un fémur marron alors qu'il est noir chez les mâles. Les adultes émergent de mi-juillet à fin août et ont une durée de vie pouvant atteindre 40 jours. Six à huit jours après leur apparition, les femelles sont fécondées. La ponte commence une à deux semaines après la reproduction. Chaque femelle pond de 300 à 400 œufs par groupes d'environ 15 œufs par fruit. Elle dépose alors une phéromone qui signale qu'il y a déjà eu dépôt d'œufs, et qui permet aux autres femelles de ne pas pondre de nouveau dans la même noix. Les œufs mettent entre trois et sept jours à éclore en fonction des conditions climatiques. Les larves sont de couleur jaune blanchâtre. Leur développement se fait en trois stades, dans le brou dont elles se nourrissent. Après deux à cinq semaines, elles atteignent leur dernier stade larvaire et mesurent 5 à 7 mm. Elles tombent alors au sol et s'enfouissent dans les premiers centimètres de terre où elles se transforment en une puppe jaune-brunâtre en forme de tonneau de 3 à 4 mm (FIGURE 1).

Dégâts

Les dégâts sont importants car la ponte est massive et le noyer est la principale plante hôte. Les dommages apparaissent dès l'éclosion des œufs: les larves se nourrissent du brou, provoquant sa décomposition. Il devient noir et visqueux, et laisse des tâches noires sur les coques de noix. Si l'attaque est précoce, la noix tombe et n'est donc pas récoltée. Si elle reste sur l'arbre, elle sera plus ou moins endommagée (moisissure, flétrissement des cerneaux...). Si l'attaque est tardive, la coque restera tachée mais le cerneau pourra être commercialisé.

Un territoire sous surveillance

La mouche du Brou est un insecte de « quarantaine » (inscrite à l'annexe IAI), ce qui signifie que la lutte est obligatoire. Par conséquent un réseau de piégeage a été mis en place dès 2007. Il a permis de repérer 13 communes contaminées dans la zone de production nucicole Sud-Est. En 2008, un

FIGURE 1 - Cycle de la mouche du brou (Source : US Davis) Diapause: octobre à fin juin

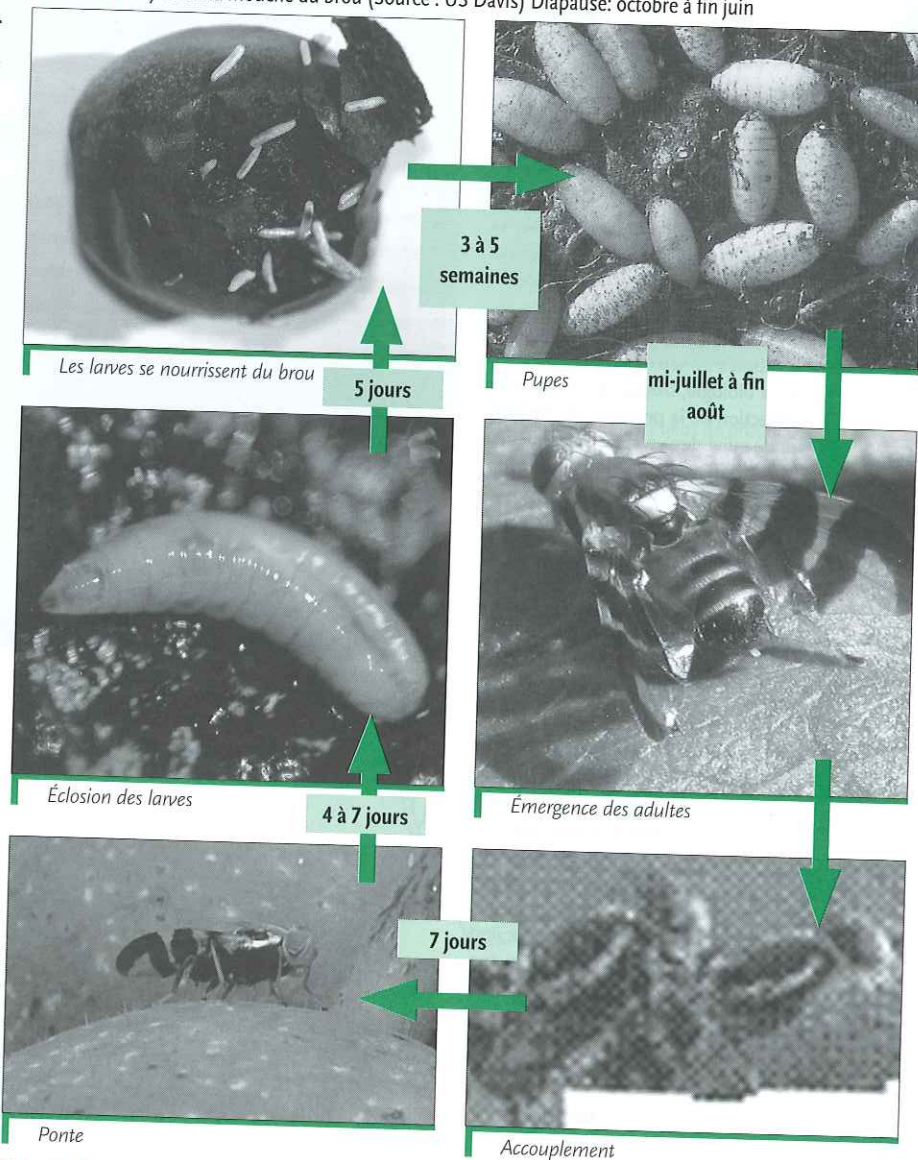
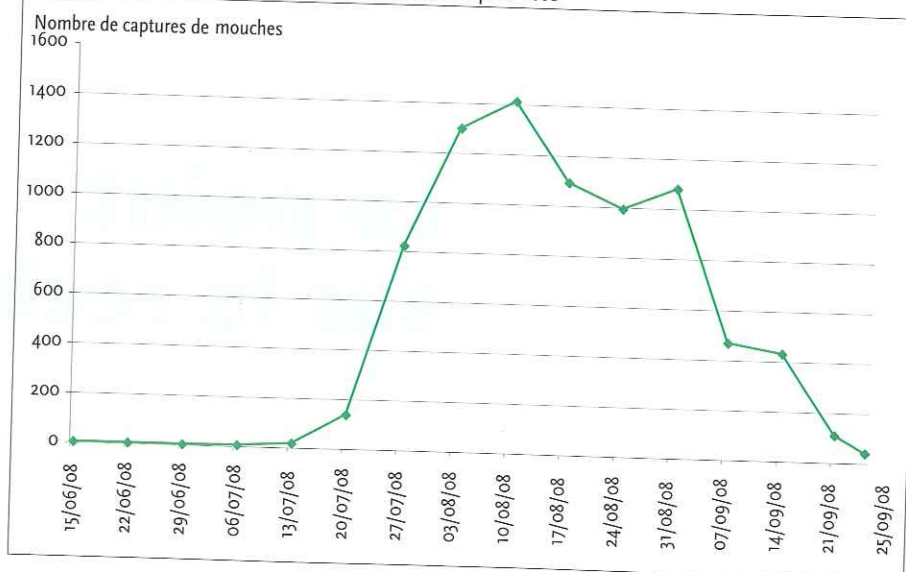


FIGURE 2 - Cumulé des pièges du plan de surveillance pour 2008





vaste plan de surveillance a été constitué par l'ensemble des acteurs et partenaires de la filière noix. Sur le terrain, le réseau de surveillance consistait en la pose et le suivi d'un piège tous les 10 hectares, soit 978 pièges repartis sur l'ensemble de la zone nucicole Rhône-Alpes. La figure 2 présente le cumul hebdomadaire des captures réalisées sur l'ensemble des pièges du réseau tout au long de la campagne. Ce graphique montre que les vols dans le Sud-Est ont commencé autour du 10 juillet et ont fini autour du 21 septembre. Nous avons un pic autour du 10 août et un autre vers la fin août puis une diminution rapide du nombre de captures. Le réseau de piégeage a mis en évidence plusieurs communes contaminées. Ces communes sont donc entrées progressivement en zone de lutte obligatoire. Les producteurs concernés par la zone de lutte obligatoire étaient contraints de traiter avec des substances actives en dérogation.

Une volonté partagée

En 2008 une demande forte des professionnels a été constatée. En effet, face à l'intensité des dégâts (60 à 80 % de pertes de rendement en 2007 sur quelques parcelles) et à la progression potentielle de l'insecte, leur souhait était de disposer de connaissances sur le ravageur et de moyens de lutte. Un programme d'expérimentation a donc été proposé par la SENuRA et le Ctifl. Ce programme s'est appuyé sur les travaux déjà réalisés à l'étranger et ceux menés en France sur les mouches de la cerise et de l'olive.

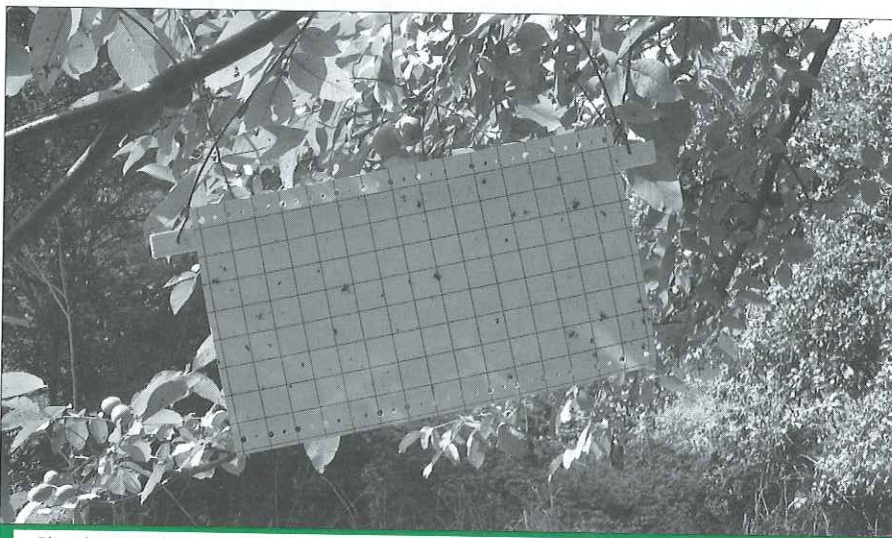
Les essais « piégeages »

Différents types de pièges ont été testés, avec des objectifs multiples. Pour optimiser le plan de surveillance, il fallait trouver un piège efficace, pratique d'utilisation et peu cher qui permet une détection optimale de la présence de la mouche du brou. Ces essais avaient aussi pour objectif d'en savoir plus sur l'insecte et sa biologie, et de connaître sa cinétique de vol. Ils étaient aussi l'occasion d'une première prospection d'un piège efficace pour un éventuel piégeage massif.

Les pièges ont été placés sur des parcelles ayant reçu des attaques ou non en 2007 et sur une parcelle témoin non traité. Cet essai comportait neuf modalités, répétées cinq



Piège croisé avec acétate d'ammonium (Photo SENuRA)



Piège jaune englué (Photo SENuRA)

fois dans des parcelles différentes :

- Modalité A : piège jaune englué taille (40x23 cm) au bas de la canopée exposition sud de l'arbre au sud de la parcelle (conseillé dans le cadre du plan de surveillance). Il nous servira de témoin.
- Modalité B : piège jaune englué de taille (40x23 cm) au haut de la canopée exposition sud de l'arbre et de la parcelle.
- Modalité C : piège jaune englué de taille (40x23 cm) au bas de la canopée exposition nord de l'arbre et au sud de la parcelle.
- Modalité D : piège jaune englué de taille (40x23 cm) au bas de la canopée exposition nord de la parcelle.
- Modalité E : piège jaune englué de taille (18x23 cm) au bas de la canopée exposition sud de la parcelle.
- Modalité F : plaque chromatique jaune avec attractif ammoniacal d'une durée de 3 mois au bas de la canopée exposition sud de la parcelle.

- Modalité G : piège croisé GDL C26-2 avec attractif ammoniacal d'une durée de 1 mois au bas de la canopée exposition sud de la parcelle.
 - Modalité H : piège Rebell C26-1 jaune,
 - Modalité J : bombage des noix avec de la glue.
- Chaque piège a été suivi deux fois par semaine sans être déplacé. La figure 4 présente les résultats de ces piégeages.

Les résultats

La dynamique de population

En cumulant les captures réalisées sur l'ensemble des pièges de nos parcelles d'essais, on observe trois pics de vol, le premier entre le 21 et 25 juillet, le deuxième autour du 11 août et le troisième de moindre intensité aux environs du 22 août. Si l'on superpose cette courbe de vol avec les conditions climatiques, on s'aperçoit que lorsqu'il pleut, on dénombre moins de captures sur les pièges (FIGURE 3).

FIGURE 3 - Cumulé des captures dans 5 parcelles d'essais

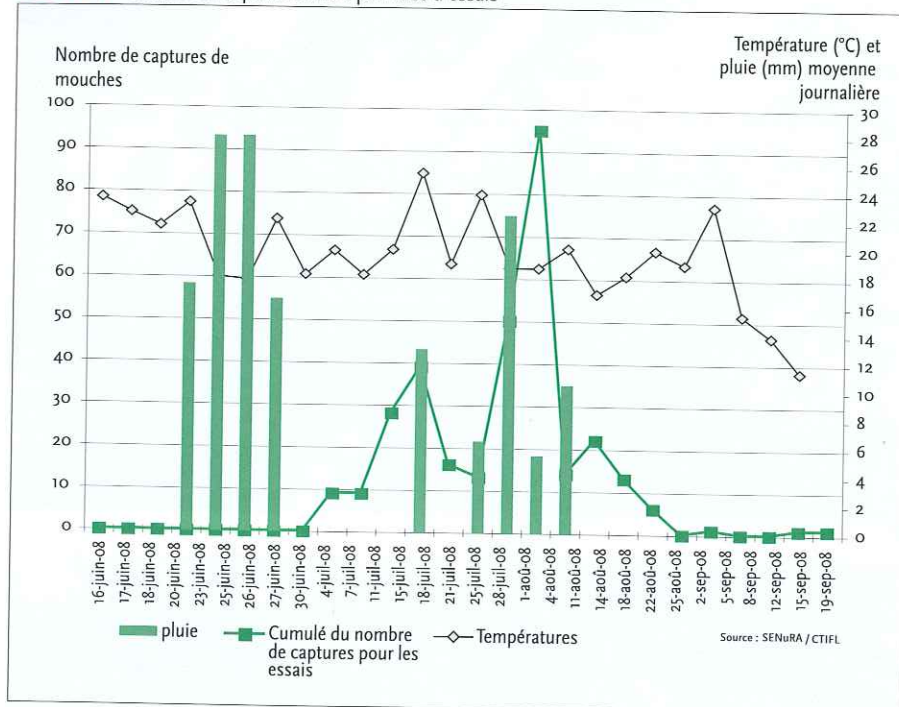
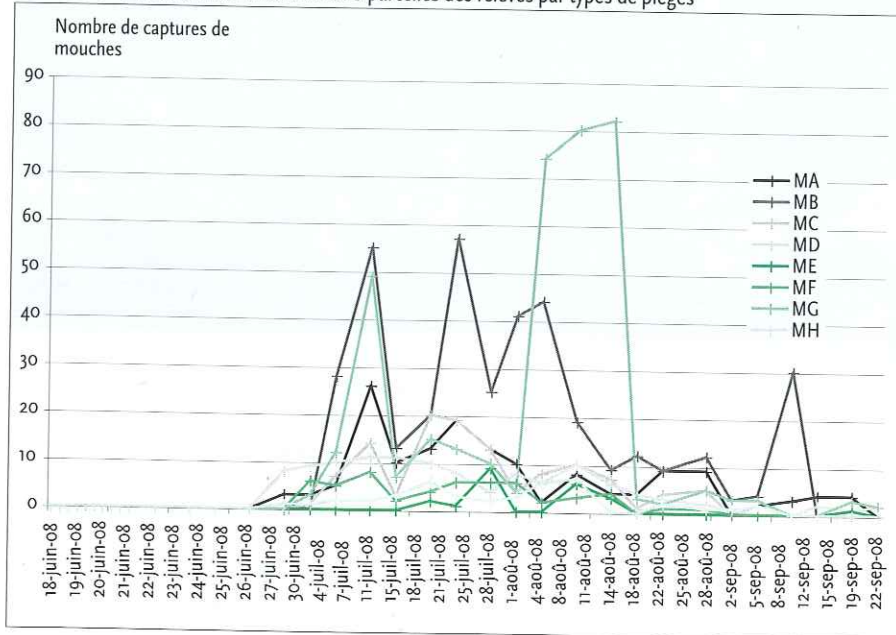


FIGURE 4 - Cumul bi-hédomadaire sur 5 parcelles des relevés par types de pièges



Les différents pièges

L'efficacité des pièges se révèle meilleure pour la modalité G (piège croisé avec un attractif ammoniacal) qui a permis de capturer le plus grand nombre de mouches. Les pièges A, B, C, (piège jaune englué de taille 40x23 cm) étaient moins efficaces mais les captures étaient régulières au cours de la saison. Les pièges des autres modalités ont été beaucoup moins efficaces. On a pu remarquer un pic de vol juste après le changement de piège et/ou le changement de

capsule. On peut supposer que la fréquence de changement est à augmenter pour ne pas avoir ces artefacts. Pour compléter cette étude, le coût d'une campagne de piégeage avec chaque type de piège a été évalué. Les pièges des modalités A et B ont un coût sur la saison de 3,64 euros. Peu chers et assez efficaces, ils seront retenus pour déterminer s'il y a présence ou absence de l'insecte, et évaluer la dynamique de la population (utilisé pour le réseau de surveillance). Le piège G, plus efficace pour quantifier précisément

la population est plus cher, 18,30 euros sur la saison. En 2008, on a constaté que la modalité J (noix engluée) a eu des prises plus tardives. Il faudra vérifier si cela correspond à une maturité différente des femelles. Si tel est le cas, on pourrait utiliser ce piège pour des déclenchements de traitements plus tardifs et plus précis. Cela est d'autant plus intéressant si nous avons des substances actives ovicides ou larvicides précoces. Cet aspect est à valider avec les prochains suivis.

Les tests de différentes substances actives

En 2008, plusieurs essais ont été menés dans le but de tester l'efficacité de différentes substances actives en vue de leur homologation. Ayant consulté les travaux existants à l'étranger et souhaitant répondre aux attentes de l'ensemble des producteurs (conventionnels et biologiques), la SENURA et le Ctif ont fait le choix de tester quatre produits commerciaux utilisables en agriculture biologique et trois produits commerciaux chimiques de synthèse utilisables uniquement en agriculture conventionnelle.

Les essais

Les essais ont été réalisés chez des producteurs, sur des parcelles de noyers de variété Franquette sur lesquelles il y avait eu des dégâts notables de mouche du brou en 2007. Il s'agissait d'essais blocs avec répétitions. Les parcelles élémentaires comptaient trois à sept arbres en fonction des essais. Chaque modalité était répétée quatre fois. Le déclenchement des traitements se faisait toujours à partir d'un piégeage mis en place sur la parcelle. La première application se faisait entre sept et dix jours après la première prise et les traitements suivants étaient positionnés entre sept et quatorze jours après la première application, en fonction de la rémanence de la substance active utilisée. Ces essais ont été réalisés à partir de la méthode CEB (Commission des essais biologiques) n°60 de la mouche de la cerise. Quelques adaptations ont été apportées après concertation avec l'expert arboriculture du SRPV (Service régional de la protection des végétaux). Les mêmes types d'essais ont été réalisés par le SRPV Provence-Alpes-Côte-d'Azur. Sur chaque essai des observations ont été faites.

Les observations

Les pièges, placés dans chaque parcelle d'essai sont relevés deux fois par semaine tout au long



de la saison. Ils permettent d'évaluer la population de mouches ainsi que la cinétique de vol. En cours de saison et à la récolte des lots de noix sont observés. En cours de saison, les observations sont réalisées à trois dates différentes sur 250 noix par bloc (au milieu et dans le haut de l'arbre) par modalité. À la récolte, l'observation se fait sur la totalité de la récolte issue d'un arbre de chaque modalité.

Résultats

Les comptages en cours de saison.

D'une manière générale il y a eu très peu de dégâts constatés sur les noix en cours de saison, que ce soit sur les modalités avec traitement ou sur les témoins non traités.

Les comptages à la récolte

Les comptages à la récolte sont venus confirmer les résultats des comptages effectués pendant la saison: très peu de dégâts ont été constatés.

D'une manière plus globale, l'année 2008 a été peu favorable aux populations de Mouches (c'est le cas également de la mouche de la cerise et celle de l'Olive). Dans nos essais, la pression a été trop faible, c'est la raison pour laquelle on ne peut mettre en évidence l'efficacité des différentes substances actives testées. Ces faibles pressions pourraient s'expliquer par des épisodes pluvieux à répétition et par des températures plutôt faibles au cours de la saison, qui auraient limité l'émergence de la mouche.

Et pour demain

Les résultats 2008 devront être confirmés lors des prochaines campagnes. Trois axes seront développés afin d'apporter des réponses aux attentes de la filière noix.

Homologation de produits phytosanitaires

C'est la priorité. Les essais menés en 2008 seront reconduits par la SENUra et le SRAL-Paca, avec les mêmes substances actives. L'objectif est de mettre en avant les plus efficaces contre la mouche du brou pour aller vers une homologation de ces produits. Différentes matières actives sont testées, elles pourront être utilisées en agriculture conventionnelle et/ou en agriculture biologique.

Stratégie de lutte

En parallèle, un travail est réalisé sur les stratégies de lutte qu'il conviendra de valider par la suite, plus spécifiquement pour les produits homologués. Il permettra d'optimiser le dé-

clenchement des traitements en fonction du mode d'actions des différentes substances actives. Des essais seront conduits notamment avec une sphère verte (boule verte engluée) déjà utilisée aux États-Unis. Le positionnement des différents produits sera en fonction du début des vols, des conditions météorologiques, environnementales et des caractéristiques du produit (efficacité et rémanence, dose et nombre d'applications autorisés)

A priori, une même substance active ne pourra pas être utilisée pour couvrir toute la saison, il est donc nécessaire de réfléchir aux combinaisons de produits, les plus adaptées à chaque situation. Cette réflexion a d'ailleurs été engagée dès 2008 pour aider les producteurs en ZLO dans leurs choix de stratégie de lutte contre la mouche du brou. À noter qu'une stratégie combinée avec le carpocapse pourrait être envisageable. L'évaluation d'autres substances actives est en projet. Nos essais portent aussi sur les effets non intentionnels de ces produits sur la faune auxiliaire en vergers de noyers. En effet, on sait que l'équilibre phytophage auxiliaire est fragile et il faut aussi veiller à le préserver.

Des méthodes alternatives

Des recherches bibliographiques ont été conduites sur les méthodes de lutte alternative. En ce qui concerne le piégeage, des informations ont été recueillies et par ailleurs un essai sur le piégeage a été mené en 2008. En 2009, cet essai sera reconduit en affinant le protocole afin de mettre en évidence le ou les pièges capturant le plus de mouches tout au long de la saison. Par la suite, en s'appuyant des résultats des essais, le piégeage massif pourrait être envisagé pour lutter contre *Rhagoletis completa*. Par ailleurs, une étude sera réalisée par le domaine de La Tapy avec la société De Sangosse sur Beauvaria basiana, un champignon entomopathogène dont les spores se développent au contact de la larve de la mouche. Dans des conditions de température et d'humidité adéquate, le mycélium se développe dans le corps de l'insecte en se nourrissant de ses nutriments. L'hôte, ainsi colonisé, meurt en deux à trois jours. La bibliographie indique des résultats encourageants pour lutter contre la mouche de la cerise en provenance de Suisse, notamment. Si ces premiers résultats sont intéressants, nous travaillerons aussi avec ce champignon, sur la mouche du brou. À plus long terme, des essais pourraient être pratiqués sur des parasitoïdes de la mouche. La lutte par parasitisme est un peu utilisée notamment aux

États-Unis mais pour le moment les résultats sont peu probants. Une petite guêpe, *Cotopetra occidentalis* (Hymenoptera Diapriidae), parasiterait la pupe de la mouche du brou quand elle est dans le sol. D'autres moyens peuvent être envisagés comme l'emploi de *Nemasys C*, un nématode entomopathogène qui parasite la pupe. *Nemasys C* est présent en Europe et déjà utilisé contre le carpocapse, ce qui donnerait un double avantage à l'utilisation de ce parasite. Cette première année d'étude, nous montre que le champ d'investigation est large et que beaucoup de travail reste à mener. Après consultation du comité de pilotage professionnel, les priorités ont été mises sur le travail d'homologation produit et d'optimisation des piégeages. ■

Bibliographie

- HALEY MJ., BAKER L. Integrated pest management for walnuts. université de Californie. 2003, 2e édition.
- HIELD H, et al. Walnut Husk Fly (Diptera: Tephritidae): Evaluation of traps for Timing of Control Measures and for Damage Predictions. *Journal of Economic Entomology*, vol 82 n°4, août 1989, p. 1191-1196.
- LALONDE R.G., MANGEL M. Seasonal effects on superparasitism by *Rhagoletis completa*. *Journal of Animal Ecology*, n°63, 1994, p. 583-588.
- LEGNER E.F., GOEDEN R.D. Larval parasitism of *rhagoletis completa* (Diptera: Tephritidae) on *juglans microcarpa* (juglandaceae) in western Texas and southern New Mexico. *Proc. Entomol. Soc. Wash.* vol 89 n°4, p. 739-743.
- LINDSQUIT D.A. Pest management Strategies: area wide and Conventional. Penerbit University, Sains Malaysia, 2000.
- RIELD H. HOYING A. Evaluation of trap designs and attractants for monitoring the walnut husk fly, *Rhagoletis completa* cresson (Diptera: Tephritidae). *Z. ang. Ent.*, 1981, vol 91 n°5, p. 510-520.
- RIELD H. HISLOP R. Visual Attraction of the Walnut Husk Fly (Diptera: Tephritidae) to Color Rectangles and Spheres. *Environmental Entomology*, vol 14 n°6, 1984, p 810-814.
- DOMAINE LA TAPY (en ligne). Disponible sur www.domainelatapy.com consulté en 2008. SENUra disponible sur www.senura.com

Remerciements:

Aux stagiaires (Claire Weydert, Gregory Vericel), à l'équipe de la SENUra, l'équipe technique noix Sud-Est, à Emmanuelle Filleron (CA84/La Tapy), aux professionnels du comité de pilotage mouche et aux producteurs chez qui nous avons réalisés les différents essais.