

FUTURS DANS LA LUTTE CONTRE LES VERS DE LA GRAPPE
FUTURE IN THE CONTROL OF GRAPE BERRY PEST POPULATIONS

Denis THIERY⁽¹⁾, Lionel DELBAC⁽¹⁾ and Gilles SENTENAC⁽²⁾

⁽¹⁾Institut National de Recherche Agronomique, UMR Santé Végétale 1065,
Institut des Sciences de la Vigne et du Vin de Bordeaux, Centre de Recherches de Bordeaux-Aquitaine ⁽¹⁾

⁽²⁾ Institut Français de la Vigne et du Vin, Beaune.

Abstract

Reduction in insecticide use to control berry moths populations can be achieved in the near future by developing more eco-system friendly control strategies. Mostly, two alternatives should be developed, using them alone or in combination with others: a) behaviour modifying chemicals with the goal to disrupt key behaviours related to reproductive success (mating, oviposition, feeding), and b) biological control using natural enemies. Focussing on the available techniques that received recent progress or currently investigated, we draw up several possible control strategies that could be applied in viticulture in order to consistently reduce the amount of insecticides used against grape berry moths.

Key works

Berry moths, behaviour modifying chemicals, mating pheromons, biological control, natural enemies, parasitoids, predators

Résumé

La réduction de l'usage des insecticides contre les vers de la grappe peut être obtenue par la mise en place ou l'encouragement des procédés de contrôle plus respectueux de l'environnement. Nous présentons ici différentes possibilités qui peuvent être appliquées ou développées contre ces ravageurs en nous focalisant sur a) les médiateurs chimiques régulateurs de comportements (phéromones sexuelles, attractifs, répulsifs, dispersant de ponte, anti-appétants) et b) sur les auxiliaires biologiques (parasitoïdes ou prédateurs) ou sur les produits biotechniques de type toxines d'origine biologique.

Mots clés français

Vers de la grappe, médiateurs chimiques, phéromones sexuelles, auxiliaires biologiques, ennemis naturels, parasitoïdes, prédateurs

INTRODUCTION

Le plan ECOPHYTO 2018, publié cet automne par le ministère de l'agriculture et de la pêche encourage explicitement la diffusion, l'amélioration et la mise au point de méthodes alternatives de contrôle ainsi que le renforcement

des outils et réseaux de surveillance des bio-agresseurs. Cela représente un challenge, mais aussi des perspectives intéressantes dans la recherche et le développement d'alternatives à la lutte chimique contre les maladies et ravageurs, en particulier en viticulture. Différentes pistes, soit déjà utilisées et bien sur améliorables, soit en cours de mise au point, sont envisageables afin de répondre au besoin d'une protection des grappes avec à terme une réduction importante de la consommation d'insecticides.

Dans cette communication, nous nous limiterons aux principaux ravageurs de grappes présents dans les vignobles Européens : deux Lépidoptères de la famille des Tortricidae, l'Eudémis (*Lobesia botrana* (Denis et Schiffmüller)) et la Cochylys (*Eupoecilia ambiguella* (Hübner)). Nous tenterons de faire un point sur les procédés alternatifs disponibles ou encore à l'état de recherches en nous focalisant sur 3 axes qui nous semblent les plus porteurs de développement relativement rapidement : la modification de comportement avec des médiateurs chimiques, les méthodes biotechniques ou biologiques insecticides et l'amélioration des méthodes de surveillance des populations. Notre angle sera donc volontairement limité aux techniques ou méthodes qui nous semblent présenter un réel potentiel, soit parce qu'elles existent déjà, soit parce que la recherche a fait des avancées significatives.

Nous tentons d'analyser les succès, les échecs ; mais aussi les perspectives d'avenir, en considérant les insectes les plus nuisibles aux grappes : les vers des grappes.

**1 – MODIFICATIONS OU GESTION
DU COMPORTEMENT
DES INSECTES RAVAGEURS**

Modifier le comportement reproducteur peut permettre de bloquer des phases cruciales du cycle de l'insecte. Trois phases doivent être privilégiées : l'accouplement, la ponte (incluant le choix de la plante par la femelle), et la prise de nourriture par les chenilles. On peut efficacement utiliser des médiateurs chimiques. Chez les insectes, la plupart des comportements sont en effet régulés par ce type de médiateurs (phéromones, ou molécules allélochimiques qui incluent les

(1) L'auteur est chercheur INRA, actuellement directeur de l'UMR INRA 1065 de Santé Végétale du département INRA de Santé de Plantes et Environnement. thiery@bordeaux.inra.fr

kairomones). Dans la plupart des cas on cherche à obtenir 2 grands types d'action : une confusion comportementale au sens large ou une inhibition par exemple de la prise de nourriture avec des anti-appétants. L'un des inconvénients des méthodes de modification du comportement est leur efficacité qui ne peut jamais être totale sauf avec des anti-appétants. Ces méthodes doivent être donc considérées comme des méthodes à effet partiel et dont l'efficacité peut avantageusement être augmentée par des techniques combinées.

1.1 La confusion comportementale.

1.1.1 Lutte par confusion sexuelle.

C'est l'exemple le plus abouti et fonctionnel puisque la technique est homologuée en France depuis 1995. Elle concerne actuellement *L. botrana* et/ou *E. ambiguella*. Cette méthode repose sur la perturbation de la communication sexuelle (Figure 1). Les femelles d'Eudémis et Cochylys produisent des bouquets relativement complexes de molécules phéromonales (plus d'une dizaine de molécules) dont les composants majoritaires sont respectivement la E7, Z9 acétate de dodécadiényle et la Z9 acétate de dodécényle. La méthode consiste à saturer l'environnement des tordeuses en phéromones sexuelles de synthèse dans le but de désorienter les mâles et d'empêcher la rencontre des partenaires sexuels (paradoxalement, les différents mécanismes comportementaux impliqués dans la confusion sexuelle sont encore trop mal connus.). La réduction du nombre d'accouplements entraîne celle du nombre d'œufs fertilisés et donc de chenilles. Pour ce faire on dispose en France 500 diffuseurs à l'hectare répartis de manière homogène avec des diffuseurs en tête de rangs assurant une sorte de ceinture. Trois types de diffuseurs sont homologués : RAK1 (cochylys), RAK2 (eudémis) et RAK1+2 (eudémis+cochylys). En Suisse, la concentration de 250 Diffuseurs par ha est parfois préconisée avec une ceinture renforcée. Jusqu'à 1000 diffuseurs par ha sont parfois utilisés comme par exemple en production de raisins de table en Murcie ou en Israël.

Le positionnement des diffuseurs est préconisé avant le début du premier vol sur une surface de préférence supérieure à 5-10 ha. En deçà la probabilité que des femelles fécondées à l'extérieur du dispositif viennent pondre dans la zone protégée est élevée et le surcoût dû à la zone tampon est trop conséquent. L'efficacité de cette méthode dépend de la densité d'insectes sur le vignoble, des effectifs importants favorisant

la rencontre des sexes au hasard ou sans l'aide de l'information phéromonale. Globalement l'efficacité obtenue avec la confusion est comparable à celle d'une protection insecticide à la condition de recourir à une intervention insecticide complémentaire lorsqu'on est en présence d'une forte pression. Une solution intéressante consiste alors à diminuer de temps en temps (en première génération) le niveau de population afin d'augmenter l'efficacité de la confusion. Un suivi des infestations en fin de première génération est nécessaire pour évaluer la qualité de la protection, il est également possible en 2^{ème} génération mais beaucoup plus fastidieux. Cette technique présente des avantages : efficacité indépendante du mode d'application, absence de classement, respect de la faune auxiliaire, et pas de toxicité avérée pour les vertébrés. Ses inconvénients sont la nécessité de mettre en place une lutte collective, de traiter une surface minimale et d'effectuer des observations et parfois des traitements complémentaires. Son coût reste relativement élevé, de l'ordre de 145 à 250 € par ha. En 2008, 17 000 ha (source BASF) étaient traités en confusion sexuelle, les deux tiers étant localisés dans les vignobles septentrionaux avec en tête la Champagne suivie par la Bourgogne et l'Alsace, le tiers restant correspondant aux vignobles de Bordeaux, du Languedoc-Roussillon et du Sud-Est.

1.1.2 La confusion de ponte, une variante du concept du push-pull .

Le concept de Push-Pull a été proposé par Pyke et al. 1987 en proposant dans le cadre d'une protection intégrée (PI) l'utilisation combinée de molécules répulsives et attractives pour lutter contre la noctuelle du cotonnier. La notion de Push-pull a ensuite été étendue à un concept plus global qui peut impliquer suivant les programmes de PI différents composants (Cook et al. 2007).

La confusion de ponte consiste à leurrer les femelles lors de la ponte. Elle peut être très prometteuse chez les insectes dont les chenilles sont peu mobiles, ce qui est le cas des vers de la grappe. Ce type de stratégie est probablement une de celles ayant le plus d'avenir contre les vers de la grappe. L'objectif est donc de délocaliser les pontes en incitant les femelles d'Eudémis et de Cochylys à ne plus pondre sur leur site naturel de ponte : les grappes. Des premières recherches ont permis de caractériser que des molécules présentes à la surface des œufs dissuadent la ponte des autres femelles (Thiéry & Gabel, 1993a ; Gabel & Thiéry, 1996 ; Thiéry



Figure 1 - (à gauche) femelle d'Eudémis en position d'appel au crépuscule émettant par sa glande abdominale extrudée une faible quantité (quelques nanogrammes) d'un mélange dont le composé majoritaire E7, Z9 acétate de dodécadiényle (Image S. Rausher).
(à droite) position typique d'accouplement de Cochylys, la femelle recouvre le mâle (Image D. Thiéry).

Figure 1 - *Lobesia botrana* female in calling posture. (Picture S. Rausher). A female Z9 dodecadienyl acetate is the major compound.
Mating in *Eupoecilia ambiguella*, the grape berry moth (Picture D.Thiéry).

& Gabel. 1993b). Ces molécules ubiquitaires jouent le rôle de marqueurs d'occupation du fruit et permettent aux femelles d'éviter ainsi d'exposer leur progéniture à la compétition intraspécifique. Ce sont des acides gras et esters dérivés qui dissuadent efficacement la ponte de différentes espèces de tordeuses, Eudémis, Cochylys, mais aussi tordeuse orientale du pêcher ou carpocapse des pommes. Toutefois, et c'est la limite conceptuelle de la méthode 'push-pull', une telle méthode répulsive n'exprime tout son potentiel que lorsqu'on laisse aux femelles de papillons des cibles non traitées, et :

a- lorsqu'on renforce ces dernières par des signaux attractifs ;

b- que l'on est capable de fixer les ravageurs sur ces cibles afin d'éviter qu'ils ne reviennent sur les organes ou plantes à protéger.

Ce concept ne peut donc être efficace sur de grandes surfaces qu'en complétant la méthode par une attraction des tordeuses vers d'autres sites distants des grappes afin que les femelles y concentrent les pontes. Notre objectif est alors, concrètement, de rendre les grappes répulsives et de rendre attractifs et stimulants des sites non sensibles aux dégâts (Figure 2).

L'UMR Santé végétale INRA de Bordeaux travaille actuellement à la caractérisation de stimulants de ponte de l'Eudémis permettant de réaliser des leurres de ponte. Nos recherches en cours se focalisent sur la caractérisation des stimulants de ponte extrait de la daphné (*Daphné gnidium*) qui stimule beaucoup plus la ponte de l'Eudémis que les grappes de raisin.

2- MÉTHODES BIOTECHNIQUES OU BIOLOGIQUES ET INSECTICIDES

2.1 Toxines de micro-organismes.

Toxines de *Bacillus thuringiensis* Berliner (Bt):

La substance active de ce produit bio-technique est une toxine produite par une espèce de bactéries gram+ (*B. thu-*

ringiensis) qui fabrique des protéines toxiques sous forme de cristaux. Plusieurs types de toxines peuvent être produites, mais celles utilisées en viticulture n'agissent que sur des insectes de l'ordre des Lépidoptères. Les cristaux ingérés par les larves d'insectes sont solubilisés par le pH alcalin de leur suc digestif, puis les enzymes digestives activent une endotoxine qui tue les cellules de l'épithélium digestif. Il s'ensuit une vacuolisation des cellules et la perforation du tube digestif. La chenille meurt entre 24 et 48h après ingestion des cristaux. Ce larvicide biologique, sélectif de la faune auxiliaire, est homologué en vignoble en pulvérisation contre les vers de la grappe, son positionnement est préconisé au stade tête noire. Il est utilisé par 30 % des viticulteurs en Agriculture Biologique (Source ITAB, rajouter année). L'efficacité est meilleure sur Eudémis que sur Cochylys. La faible persistance du produit, ainsi que la sensibilité de la toxine au rayonnement UV est un des facteurs limitant la généralisation de son usage. Le coût d'un traitement *Bt* est de l'ordre de 25 à 30 € par ha (source Coût des Fournitures 2008).

L'adjonction de stimulants alimentaires des chenilles a été tentée afin d'augmenter la prise de nourriture, et donc la dose de *Bt* ingérée par les chenilles. Les essais ont porté principalement sur les sucres. Un intérêt immédiat est de toute évidence d'augmenter l'activité des formulations *Bt* contre la Cochylys que l'on suspecte avoir un comportement alimentaire différent de l'Eudémis. Globalement les avancées sur l'adjonction de phagostimulants aux formulations *Bt* se sont montrées décevantes. Elles pourraient toutefois augmenter l'efficacité, mais probablement à condition de s'orienter vers des molécules plus phagostimulantes que les sucres.

Toxine de *Saccharopolyspora spinosa* Mertz et Yao (*Spinosad*)

La bactérie *Saccharopolyspora spinosa* produit des toxines dénommées spinosynes A et D qui possèdent une très forte activité insecticide. Une fois absorbé par l'insecte, le Spinosad®, nom commercial donné au mélange des deux toxines, atteint le système nerveux central où il dépolarise les neurones qui commandent les muscles moteurs. Il en résulte une paralysie de l'insecte qui ne peut plus s'alimenter et

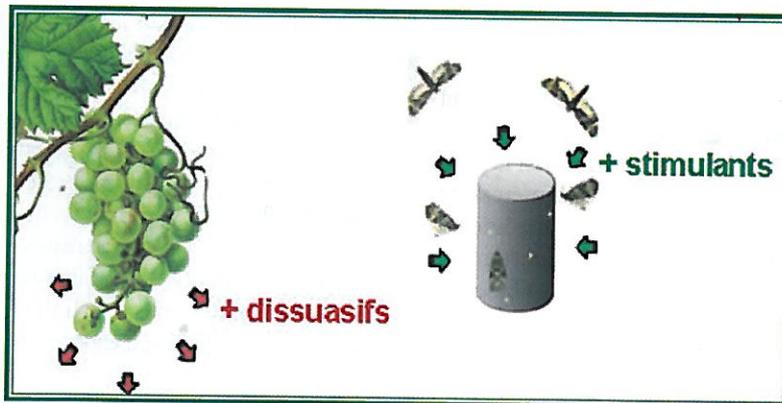


Figure 2 - Exemple de stratégie de gestion du comportement de ponte contre les vers de la grappe (Eudémis, Cochylys). Les grappes sont rendues dissuasives en les vaporisant par exemple avec des phéromones dissuasives de ponte et des leurres de ponte imprégnés de stimulants pourraient être accrochés dans les rangs de vigne. Une évolution consiste à augmenter aussi l'attractivité à distance de ces leurres en leur faisant diffuser des arômes de pièges alimentaires ou des arômes de plantes sauvages attractives comme la tanaïsie, voire des odeurs de vigne (D'après Thiéry *et al.* 2002).

Figure 2 - Research done at INRA Bordeaux leading to possible push pull strategy against the grape berry moths. Oviposition deterring pheromones are applied on bunches, and their activity is reinforced by using lures impregnated with oviposition stimulants extracted from native host plants.

meurt (source Dow AgroSciences). Le champ d'activité porte sur les Lépidoptères (Cochylis, Eudémis, Eulia et Pyrale), les Diptères (Drosophile) et les Thysanoptères (Thrips). Positionné au stade tête noire (mode d'action par contact mais surtout par ingestion), cet insecticide d'origine naturelle présente une efficacité comparable aux références insecticides de synthèse, il respecte un grand nombre d'auxiliaires, en particulier les espèces de typhlodromes : *Typhlodromus pyri* Scheuten et *Kampimodromus aberrans* (Oudemans) Une seule spécialité est homologuée sur vigne, le coût « produit » est de l'ordre de 36 € par ha (source Coût des Fournitures 2008).

2.2 Molécules d'origine végétale.

Huile de neem (Azadirachtine).

L'huile de neem dont le principe actif majoritaire est un nortriterpénoïde (l'azadirachtine) est inscrite à l'annexe IIB du règlement CEE 2092/91 concernant le mode de production biologique de produits agricoles mais n'a pas d'autorisation en France. L'azadirachtine est une molécule qui peut être extraite des baies du neem (*Azadirachta indica*), arbre dont l'huile des fruits peut contenir des teneurs élevées de cette molécule. Elle présente différentes actions chez les Lépidoptères : anti appétante pour de nombreuses espèces de chenilles, elle bloque la mue et inhibe parfois la ponte et la production de phéromone. Les rares essais sur Eudémis et Cochylis se sont pour l'instant révélés décevants. Actuellement les huiles de neem disponibles contiennent des teneurs très variables en azadirachtine, ce qui est probablement un frein à l'utilisation plus généralisée de ce produit et à son autorisation en France.

Molécules volatiles attractives ou répulsives pour les femelles :

Différentes plantes, dont bien sûr la vigne, sont attractives pour l'Eudémis et la Cochylis. Les femelles d'Eudémis sont attirées par différentes plantes hôtes qui peuvent servir de plantes pièges, et détourner les femelles de la vigne comme par exemple la tanaïsie (*Tanacetum vulgare*), ou l'urginée fausse scille (*Drimia maritima*) utilisée en crête. Des chercheurs grecs postulent que le romarin peut jouer aussi ce rôle (Références citées dans Thiéry 2008). La fonction des arômes de tanaïsie a été bien étudiée chez l'Eudémis. Certains des monoterpènes produits par cette plante peuvent ainsi être utilisés comme leurres olfactifs dans des pièges à femelles. L'huile essentielle de tanaïsie repousse aussi la ponte de l'Eudémis (Gabel & Thiéry, 1994). Il est très intéressant de constater que des constituants terpéniques de l'arôme de tanaïsie (β thujone par exemple) inhibent le comportement de ponte de la femelle (Thiéry & Gabel, 1993b ; Gabel & Thiéry, 1994).

Huile de colza :

Une spécialité commerciale est autorisée en vigne pour l'usage « Stades hivernants des ravageurs ».

Phytoecdystéroïdes.

D'autres substances très dissuasives d'origine végétale qui sont produites par de nombreuses plantes ont aussi été expérimentées, pour l'instant au laboratoire. Des phytoecdystéroïdes (20 hydroxy ecdysone) ont montré une très

forte activité anti ponte appliqués à des doses très faibles sur les grappes (Callas et al. 2006). Elles pourraient être utilisées dans le concept de push-pull. Elles ont ainsi une action anti-appétante très marquée sur les chenilles d'Eudémis au laboratoire. La 20 hydroxy-ecdysone a chez plusieurs espèces d'insectes des effets du même type que l'Azadirachtine (cf. infra).

2.3 Combinaisons d'attractifs et d'insecticide, l'exemple de l' « Attract and kill ».

Cette méthode est actuellement en expérimentation contre les vers de la grappe, et a été en particulier expérimentée en Suisse à la station expérimentale de Changins. Elle est dérivée de l'arboriculture où elle semble donner des résultats en particulier contre le carpocapse des pommes ou la tordeuse orientale du pêcher. Son principe consiste à imprégner un polymère de phéromone, fabriquant ainsi des fausses femelles en déposant sur les sarments des gouttes de ce polymère. Cet appât sexuel est traité avec un insecticide de contact afin de tuer les mâles. Une évolution de la méthode consiste à proposer des appâts sexuels sous forme de poudre à action insecticide de contact à action lente en cherchant à empoisonner les femelles lors de l'accouplement. Actuellement les résultats de ces deux méthodes sont décevants en vignobles. L'efficacité dépendra évidemment du nombre de mâles que l'on est capable d'attirer, et qui reste actuellement faible, ainsi que des taux d'accouplement. En outre cette technique ne sera efficace que si les mâles attirés par le polymère traité à la phéromone de synthèse présentent ensuite un comportement normal d'accouplement avec les femelles, ce qui reste à démontrer.

2.4 Lutte biologique contre les tordeuses de la grappe.

La lutte biologique⁽²⁾ représente une voie d'avenir à développer pour la protection de la vigne, aussi bien pour les maladies que les animaux nuisibles, ravageurs ou vecteurs de maladies ; qu'ils soient telluriques (nématodes par exemple) ou aériens. Il est d'ailleurs étonnant de constater le retard de la filière viticole dans ce domaine par rapport à d'autres productions. Les insectes et acariens sont bien évidemment des cibles privilégiées sur lesquels s'applique un contrôle biologique. La lutte biologique est ancienne : les romains utilisaient par exemple les fourmis comme prédateurs de différents ravageurs de vigne dont faisaient par exemple déjà partie les cochylis (*E. ambiguella*) (Columelle, cité in Thiéry, 2008). On retrouve plus tard un intérêt pour le contrôle des dégâts par les auxiliaires dans la viticulture française des études très détaillées dans des traités de viticulture comme ceux d'Audouin (1842) ou de Jolicoeur (1894). Dans ces ouvrages, le rôle régulateur des auxiliaires est clairement exprimé. Au moins une vingtaine d'espèces d'insectes parasitent les larves

⁽²⁾ La lutte biologique peut faire partie d'un itinéraire agrobiologique, mais ces deux notions sont indépendantes. On peut développer un programme de lutte biologique hors label AB et réciproquement. Pour une compréhension plus aisée on limitera le vocable de lutte biologique aux méthodes utilisant exclusivement des organismes vivants pour prévenir ou réduire les dégâts causés par des organismes nuisibles (OILB). On parle alors aussi d'un contrôle effectué par les organismes auxiliaires ou ennemis naturels.

de vers de grappes et les contrôlent naturellement, avec des efficacités variables (voir liste dans Thiéry, 2008).

Les trichogrammes.

Ce sont des micro-Hyménoptères appartenant à la famille des Trichogrammatidae, d'une taille le plus souvent inférieure au millimètre. Ce sont des parasitoïdes oophages de nombreux insectes, en majorité des Lépidoptères. Les femelles de trichogrammes pondent dans les oeufs de tordeuses. Elles peuvent se reproduire par voie sexuée ou par parthénogénèse thélytoque (absence de mâles). L'œuf hôte est tué très tôt et sert de nourriture à la larve de trichogramme. Différentes méthodes de captures montrent que les trichogrammes fréquentent les vignes, du mois d'avril au mois de novembre, c'est-à-dire durant une période qui dépasse grandement la durée du dépôt des pontes des tordeuses *Cochylis* et *Eudémis*. Environ une dizaine d'espèces de trichogrammes ont été trouvées dans les différents vignobles Européens (Thiéry, 2008), la plupart de ces espèces étant généraliste c'est-à-dire parasitoïdes d'œufs de plusieurs espèces de papillons. En France des essais de lâchers inoculatifs à grande échelle ont été tentés avec 2 espèces : *Trichogramma cacoeciae* et *T. brassicae* Bezdenko. Dans le cadre d'un projet porté par l'INRA d'Antibes et de Colmar, le CIVC, le SRPV de Bourgogne et l'ITV de Beaune des études ont été conduites de 1995 à 1997 afin d'évaluer l'efficacité de ces parasitoïdes contre les tordeuses des grappes. Dans le meilleur des cas, la réduction de dégâts a été de 60 % par rapport à un témoin non traité. Toutefois ces essais ont été abandonnés car les résultats étaient jugés, à l'époque, non compatibles avec les exigences de la pratique car bien inférieur et plus irrégulier que celui obtenu au moyen d'une protection insecticide ou d'une lutte éco-éthologique. Des expérimentations ont été prolongées en particulier en Allemagne (Reda Abd el Monsef, 2004) et en Hongrie avec des résultats semble-t-il variables. Pour l'instant, cette technique ne constitue pas une alternative à la lutte chimique. Une meilleure connaissance de la dispersion et de la survie des trichogrammes en condition de plein champ, est nécessaire pour espérer améliorer

les résultats. D'autres espèces de trichogrammes plus adaptées aux conditions difficiles du vignoble (ex : *T. evanescens* Westwood) mériteraient aussi d'être étudiées.

Parasitoïdes larvaires

Quelques espèces de parasitoïdes de chenilles ont un très fort potentiel de contrôle et méritent une attention particulière (Thiéry *et al.* 2001). La plus fréquemment rencontrée dans les vignobles Européens est un Hyménoptère (*Campoplex capitator* (Aubert)) (Figure 3). Elle peut détruire plus de la moitié des chenilles dans certains vignobles (ex Sauternais au printemps 2005) et jusqu'à 80 % des chenilles (Marchesini et Della Monta, 1994). Elle semble aussi avoir un rayon d'action important, est actif dès le printemps et s'adapte bien sous différents climats (Xuéreb & Thiéry, 2006). Nous avons travaillé ces dernières années à décrypter la biologie et le comportement de cette espèce et d'un autre parasitoïde larvaire (*Dibrachys cavus* (Walker), Chuche *et al.*, 2006). Un autre parasitoïde présent dans les vignobles chauds semble très efficace, il s'agit d'un diptère (*Phytomyptera nigrina* (Meigen)) (Figure 3) (Thiéry *et al.*, 2006). Le développement d'une lutte biologique avec ces différents auxiliaires utilisés soit isolément soit en combinaison au cours de la saison présente de réelles perspectives en viticulture et mérite des études conséquentes à large échelle dans un futur proche. Les travaux menés à l'INRA de Bordeaux avec ces espèces laissent entrevoir des perspectives intéressantes en termes d'efficacité.

2-5 Augmentation du contrôle naturel biologique par gestion de l'agrosystème.

Il a été montré que beaucoup d'insectes parasitoïdes ou prédateurs voient leur efficacité améliorée par la présence de fleurs leur apportant nectar ou pollen, voire des sécrétions extra florales (voir différents exemples dans Thiéry, 2008). Il faut toutefois se limiter à ce qu'on appelle la biodiversité fonctionnelle, c'est-à-dire se focaliser sur les auxiliaires qui ont un rôle majeur de régulation des populations de bioagresseurs. Les travaux concernant la vigne sont en fait assez rares



Figure 3 - (à gauche) Adulte femelle de *Campoplex capitator*, Photo IFV - G. Sentenac. *C. capitator* mesure un peu plus d'un centimètre de long (sans l'ovipositeur).

(à droite) Adulte femelle de *Phytomyptera nigrina*, Photo D. Thiéry. L'adulte mesure environ un demi centimètre de long.

Figure 3 - Femelle of the larval parasitoid *Campoplex capitator*, the major parasitoid of grape moth naturally occurring in French vineyards (about 1cm long) (Picture G Sentenac).

Female of the tachinid *Phytomyptera nigrina* larval parasitoid of *Lobesia botrana* in mediterranean vineyards (about half cm long).



Figure 4 - Piège alimentaire pour surveiller les dynamiques de vol et de ponte chez l'Eudémis. Apâté avec du moût de pomme, il permet d'obtenir des captures importantes aussi bien en production de raisin de cuve que de table (Cliché D.Thiéry).

Figure 4 - Food trap for female flight and oviposition dynamics monitoring developed at INRA Bordeaux (Picture D Thiéry).

(voir références dans Thiéry 2008). Le couvert végétal entre les rangs de vigne peut fournir des conditions microclimatiques favorables aux auxiliaires résidant dans le vignoble. Les auxiliaires de petite taille semblent particulièrement favorisés, ex : les Trichogrammes (Remund et Boller, 1991) ou Orius sp. (Altieri, 1998). Nous ne disposons actuellement pas de profils culturaux clairs favorisant ou défavorisant les populations de vers des grappes soit directement, soit via le contrôle des auxiliaires. Nous manquons en fait de recul afin de juger du rôle exact de la gestion du vignoble sur le contrôle des tordeuses et des études sur le long terme comparant les systèmes de culture, de conduite, mais aussi différents types d'aménagements paysagés doivent être développées.

2-6 Activité insectivore des auxiliaires vertébrés.

Peu d'informations sont disponibles au sujet des prédateurs insectivores tels que les oiseaux et les Chiroptères. Les espèces de chauves-souris européennes sont quasiment toutes strictement insectivores. Le rôle de ces prédateurs sera évalué, en particulier par des observations conduites à l'IFV de Beaune par Gilles Sentenac. Pour répondre à cette question, une première étude préliminaire consistera à identifier, au moyen de détecteurs à ultrasons portatifs, les espèces de chauves-souris qui fréquentent et chassent dans le vignoble. Si les premiers résultats obtenus l'autorisent, une recherche portant sur leur régime alimentaire ainsi que sur les éléments

favorisants leur présence pourra alors être abordée au cours des années suivantes. Les premiers travaux effectués en 2008 montre que huit espèces de chauves-souris fréquentent le vignoble de Côte d'Or.

3. DE NOUVEAUX CONCEPTS D'ATTRACTION : AMÉLIORATION DES INDICATEURS À PARTIR DE CAPTURES.

Les pièges sexuels utilisés contre les vers de grappes sont maintenant au point et largement utilisés. Outre leur facilité d'utilisation, ils présentent l'inconvénient de capturer uniquement les mâles. Ils sont normalement utilisés comme marqueurs de début de génération des tordeuses et la lecture des dynamiques de captures renseigne l'estimation des dates de ponte. Ils n'ont jamais permis de construire de relation fiable et généralisée de type captures-dégâts et depuis quelques années plusieurs vignobles ont des problèmes avec l'interprétation des résultats fournis par cet outil. Par exemple, des pièges commencent de plus en plus souvent à capturer les mâles après l'observation des premiers oeufs. En outre aucune corrélation entre niveau de capture et intensité des dégâts n'a pu être établie ni chez *Cochylis* ni chez *Eudemis*. Le piège alimentaire (Outil mis au point via une collaboration entre l'UMR INRA Santé Végétale avec P. Retaud de la PV Cognac et L. Dumas-Lattaque de la CA Charentes Maritime) (figure 4) est un outil intéressant dans la mesure où il attire en début de génération en majorité des jeunes femelles, vierges ou en début d'activité de ponte (Thiéry *et al.* 2006).

Les essais conduits depuis quelques années en vignobles de Cognac, des Pyrénées-Orientales ou du Bordelais montrent des niveaux de captures importants, ce qui est indispensable à l'interprétation de ce type d'indicateur. Il permet aussi d'anticiper de 2 à 6 jours les dates de ponte d'Eudemis (Thiéry *et al.* 2006), ce qui est compatible avec une prise de décision concernant un traitement des pontes. Des résultats intéressants ont aussi été obtenus en surveillance des populations en Raisin de table en vallée du Rhône (Reynaud et Thiéry, 2007). Le croisement de la lecture du piège sexuel et alimentaire peut permettre une meilleure évaluation des dates de ponte chez l'Eudemis.

CONCLUSION

Hors situation de lutte obligatoire contre la cicadelle jaune vectrice de la Flavescence Dorée, ces vingt dernières années ont été le témoin d'une réduction significative du nombre de traitements phytosanitaires visant les ravageurs de la vigne, tant par la mise en application de la lutte raisonnée que par l'adoption des rares méthodes de lutte alternatives disponibles. Il est nécessaire de maintenir cette dynamique qui aboutira dans les années à venir à une palette de méthodes non polluantes pour l'environnement et ne présentant pas de risques pour le viticulteur. La viticulture doit aussi se préparer à accepter l'usage de méthodes à effets parfois partiels pour contrôler les bioagresseurs. La combinaison de différentes méthodes complémentaires au cours du cycle du bioagresseur sera certainement une voie d'avenir. Un exemple pourrait être la confusion comportementale combinée avec

des lâchers d'auxiliaires intégrés dans des plans d'aménagements écologiques du vignoble. Elles seront utilisées dans une stratégie de lutte de précision qui implique une modulation des techniques afin de les adapter aux conditions du vignoble. L'avenir passe aussi par l'apport d'innovations dans le domaine de la diffusion ou de l'application de médiateurs chimiques régulateurs de comportements. La recherche et le développement devront ainsi étroitement collaborer pour que les marges de progression soient réelles.

Il serait, toutefois, illusoire et trompeur d'occulter les inévitables coûts de certaines de ces méthodes de lutte d'avenir. Ce point doit être intégré suffisamment en amont dans la recherche et le développement de ces nouvelles méthodes. L'étude de la capacité de la filière à accepter ces innovations doit, elle aussi, accompagner le processus de mise au point de ces innovations.

Remerciements

J'exprime tous mes remerciements au Conseil Interprofessionnel des Vins de Bordeaux pour soutenir une partie des recherches sur la confusion de ponte. La caractérisation des stimulants de ponte est menée en collaboration avec l'UMR de Biologie du Fruit de l'INRA de Bordeaux, et en particulier l'équipe de D. Rollin. Je remercie Stéphane Rausher pour nous avoir gentiment fourni l'image 1.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- AUDOUIN, V. 1842 – Histoire des insectes nuisibles de la vigne et particulièrement de la pyrale. Fortin Masson et Cie, Paris.
- CALLAS D, THIÉRY D, MARION- POLL F 2006 - 20-hydroxyecdysone deters oviposition and larval feeding in the European grapevine moth, *Lobesia botrana*. *Journal of Chemical Ecology*, 32, 2443-2454.
- CHUCHE, J., XUÉREB, A. AND THIÉRY, D. 2006 – Attraction of *Dibrachys cavus* (Hymenoptera, Pteromalidae) to its host frass volatiles. *Journal of Chemical Ecology*, 32 : 2721- 2731.
- COOK, S.M., KHAN, Z.R. PICKETT, J.A. 2007 – The use of push-pull strategies in integrated pest management. *Annual Review of Entomology*, 52, 375-400.
- GABEL, B. AND THIÉRY, D. 1994 - Non-host plant odor (*Tanacetum vulgare*; Asteracea) affects the reproductive behaviour of *Lobesia botrana* Den. et Schiff. (Lepidoptera Tortricidae). *Journal of Insect Behaviour* 7:149-157
- GABEL, B. AND THIÉRY, D. 1996 - Oviposition response of *Lobesia botrana* females to long-chain free fatty acids and esters from its eggs. *Journal of Chemical Ecology*, 22, 161-171.
- JOLICOEUR, H. 1894 – Les ravageurs de la vigne. F. Michaud, Reims, France.
- MARCHESINI, E. AND DELLA MONTA, L.D. 1994 - Observations on natural enemies of *Lobesia botrana* (Den. et Schiff.) (Lepidoptera, Tortricidae) in Venetian vineyards. *Bolletín Zoologica Agraria Bachicoltura*, 26: 201-230.
- PYKE, B., RICE, M., SABINE, B., ZALUCKI, M.P. 1987 – The push-pull strategy: behavioural control of *Heliothis*. *Australian Cotton Grower*, May-July : 7-9.
- REDA ABD EL MONSEF, A.I. 2004 - Biological control of grape berry moths *Eupoecilia ambiguella* HB. and *Lobesia botrana* Den. et Schiff. (Lepidoptera Tortricidae) by using egg parasitoids of the genus trichogramma. Thesis Universität Giesen, 103p.
- REYNAUD C. ET THIÉRY D. 2007- Eudémis sur raisin de table. Piégeage alimentaire et sexuel : le duo gagnant. *L'arboriculture*, 620 & 621. 44-46.
- SENTENAC G., THIÉRY D. 2008 - Les méthodes de lutte biologiques ou biotechniques contre les insectes et acariens nuisibles à la vigne. In : Conf. Int. Modiviti, Bordeaux, 29-41.
- THIÉRY, D. 2005 - Les vers de la grappe. Les connaître pour s'en protéger. Guides techniques, Vignes et vins international publications, Bordeaux, France.
- THIÉRY, D. 2008- Les tordeuses nuisibles à la vigne, in Ravageurs de la vigne, Féret, Bordeaux.
- THIÉRY, D. AND GABEL, B. 1993a - Interspecific avoidance of egg-associated semiochemicals in four tortricids. *Experientia* , 49, 998-1001.
- THIÉRY, D., GABEL D. 1993b - Anti oviposition compositions including fatty acids and/or fatty acids alkyl esters and optionally monoterpenes. International patent INRA CNRS, PCT WO 93/00812.
- THIÉRY, D., MAHER, N., XUÉREB, A. 2002 - Recherches dans la perspective de gérer les comportements de choix de la plante par les femelles des vers de la grappe. In : 2nd Int. Conf. Moyens alternatifs de lutte contre les organismes nuisibles aux végétaux, Lille, 535-543.
- THIÉRY, D. AND XUÉREB, A. 2003 - Relative abundance of several larval parasitoids of *Lobesia botrana* on different varieties of grapes. *IOBC/wprs Bulletin*, 26,135-139
- THIÉRY, D. AND XUÉREB, A. 2004 - Vers une lutte biologique contre Eudémis (*Lobesia botrana*). In: Conf. Mondiviti Bordeaux, 47-52.
- THIÉRY, D., RÉTAUD, P., DUMAS-LATTAQUE, L. 2006 - Piégeage alimentaire de l'Eudémis de la vigne. Un outil intéressant et performant pour la description de la dynamique des vols et des pontes. *Phytoma – La défense des végétaux*, 592 : 27-30.
- THIÉRY, D., XUÉREB, A., VILLEMANT, C., SENTENAC, G., DELBAC, L., KUNTZMAN, P. 2001 - Larval parasites of vineyards tortricids: a brief overview from 3 french vine growing areas. *IOBC/wprs bulletin*, 24,135-142.
- THIÉRY, D., YOSHIDA, T., AND GUISSSET, M. 2006 - Phytomyptera nigrina (Meigen)(Diptera, Tachinidae) parasite of the first generation of the European grapevine moth larvae in several vineyards of the Roussillon area. *Tachinid times*, 19, 1-4.
- THIÉRY D., RETAUD P., DUMAS LATTAQUE L. 2006 - Piégeage alimentaire de l'Eudémis de la vigne : un outil intéressant et performant pour la description de la dynamique des vols et des pontes. *Phytoma*, 592, 27-30.