

Avril 2011

Union Girondine

des vins de Bordeaux

- > Lutte contre les vers de la grappe : la confusion sexuelle, une solution d'avenir
- > Le soutien à la filière viticole du conseil général de la Gironde

1076

2011-ASCL#2

Phéromones et confusion sexuelle en vignoble

Les productions agricoles sont un terrain d'application de l'utilisation des odeurs à vocation de signal de communication chimique entre organismes (sémiochimiques), en particulier contre les insectes nuisibles. La gestion des comportements contrôlés par les médiateurs chimiques au profit des productions agricoles a fait l'objet d'une très nombreuse littérature scientifique ces 40 dernières années. Le développement de l'usage de ces médiateurs chimiques est une des solutions d'avenir pour répondre à la volonté de réduire l'usage des insecticides en agriculture

Les phéromones, et en particulier les phéromones sexuelles, contribuent grandement à cette réduction, soit par un meilleur pilotage de la protection en permettant la surveillance de l'évolution numérique des populations, soit en régulant les comportements liés à leur reproduction. Bien avant la disponibilité de phéromones de synthèse, les instituts techniques dédiés à l'agriculture se servaient de femelles captives pour suivre l'apparition des mâles des principaux Lépidoptères ravageurs de la vigne ou des cultures fruitières. On avait très tôt compris en vignoble qu'utiliser l'attraction des adultes en vignoble Bordelais permettrait d'établir des avertissements agricoles et de mieux piloter la lutte contre les vers de la grappe (Feytaud, 1913).

Chez les insectes, les sens chimiques jouent une place prépondérante dans la régulation des différents comportements, et l'olfaction présente de remarquables performances de par ses neurorécepteurs périphériques et les structures centrales assurant l'intégration des informations (Sandoz et al. 2007). Cela s'applique bien entendu à la perception des phéromones.

Deux grands types d'applications ont été développées à partir des phéromones: celles basées sur l'attraction des individus (piégeage destructif), et celles basées sur la perturbation comportementale (inhibition de comportements, répulsion).

L'identification chimique des premières phéromones, une révolution pour la protection des cultures

Les travaux pionniers d'identification chimique de phéromones remontent à 1958 (Barbier et Lederer, 1960) et 1959 avec respectivement l'identification de la Phéromone royale d'abeille et du bombykol, phéromone sexuelle de *Bombyx mori* (Lepidoptera, Bombycidae). Ces phéromones sont spécifiques, c'est-à-dire qu'elles n'agissent qu'entre individus d'une même espèce. Depuis, les phéromones sexuelles de nombreuses espèces ont été identifiées (voir site internet <http://www.phero.net/>). Ces travaux ont été le point de départ de nombreuses identifications, puis synthèses chimiques, qui ont permis leur utilisation en agriculture. L'identification de la phéromone d'eudémis de la vigne (*Lobesia botrana*) a ainsi été publiée en 1973 (Roeloffs et al., 1973), puis des synthèses chimiques simples ont été proposées assez rapidement.

Composition des phéromones chez les vers de la grappe

Les phéromones sexuelles existent chez différents ordres d'insectes, mais tout particulièrement chez les lépidoptères. Le papillon, générale-

ment la femelle, produit via une glande abdominale un bouquet de molécules assez simples constitué de structures moléculaires dont les synthèses chimiques sont, pour la plupart, assez aisées (Figure 1).



Figure 1 : Femelle d'eudémis de la vigne (*L. botrana*) en train d'émettre sa phéromone sexuelle au crépuscule. Chez cette espèce, la production de phéromone est de quelques nanogrammes. Photo S. Rauscher

PEPINIERES
du **Vieux Puit**



Toujours le bon plant pour votre vigne!

Producteur de Greffes-soudés certifiés :

ENTAV INRA®

- ✓ Traditionnels
- ✓ Grands Plants
- ✓ Plants en pots
- ✓ Plants en conteneur

Gamme importante de cépages, clones et porte-greffes
Conseils et suivi technique
Sélection massale

Prestation de service et financement

PEPINIERES DU VIEUX PUIT - Jean-Pierre Bouillac
REAUD - 33860 REIGNAC DE BLAYE
Tél : 05 57 32 41 76 / Fax : 05 57 32 49 69
E-mail : bouillacplants@wanadoo.fr

Composés	Formule chimique	ng/femelle	
		Eudémis	Cochylis
10Ac		0,03	-
11-12Ac		0,1	-
Δ9, 11-12Ac		-	0,2
12Ac		0,03	3
E7Z9-12OH		0,25	-
Z9-12OH		-	8
E9-12Ac		0,005	0,5
E7E9-12Ac		0,01	-
E7Z9-12Ac		1	-
Z9-12Ac		0,08	100
Z7E9-12Ac		0,01	-
Z7Z9-12Ac		0,02	-
14Ac		0,005	-
16Ac		-	10
18OH		0,2	-
18Ac		0,01	n.d.
20OH		0,15	-
20Ac		0,1	40

Figure 2 : Composition des 'bouquets d'odeur' produits par les glandes à phéromone sexuelle des femelles d'Eudémis et de Cochylis (d'après www-pherolist.slu.se) exprimées en nanogrammes de produits. Les molécules sont des acétates ou alcools à chaîne hydrocarbonnée linéaire, de 10 à 20 atomes de carbone, plus ou moins insaturée. En rouge : le composé majoritaire attractif et majoritaire pour chaque espèce ; en jaune : les composés communs aux deux espèces.

Généralement la femelle émet la phéromone au crépuscule et au début de la nuit pendant une période de quelques heures. En général les phéromones de lépidoptères (dont font partie les tordeuses de la vigne) sont des bouquets d'une petite dizaine de molécules (Figure 2), dont l'une est très majoritaire. Les différents constituants de ce bouquet ont chacun une fonction bien précise : régulant l'attraction à distance, le vol d'approche, mais aussi les comportements de cour et de choix du partenaire sexuel (Figure 3).

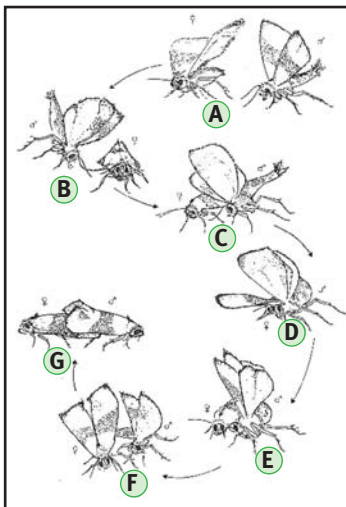


Figure 3 : Comportement d'accouplement de la cochylis, après que le mâle se soit posé près de la femelle. Différentes séquences comportementales vont alors se succéder : on parle de comportement de cour. A) La femelle est en position d'appel, le mâle approche tout en éventant ses ailes, puis à courte distance expose légèrement son appareil génital. B) : Le mâle touche la femelle avec ses antennes, la femelle arrête alors de se mettre en position d'appel. C) Le mâle touche le corps de la femelle avec ses antennes, extériorise son appareil génital immédiatement avant la tentative de copulation. D) La tête du mâle est à côté de celle de la femelle, tentative de copulation par « contact des ailes ». E, F et G) : La copulation a lieu, déplacement des individus en position opposée, le mâle recouvrant la femelle. (D'après Schmieder-Wenzel et Schruft, 1990).

Les comportements déclenchés par les phéromones sont relativement simples, stéréotypés et spectaculaires, et ils sont régulés par des concen-

trations faibles de molécules dans l'air (jusqu'à quelques molécules par m³ d'air, selon les espèces), ce qui rend aisés les applications agronomiques. Pour l'attraction sexuelle, en général, le mâle suit une piste odorante produite par la femelle et véhiculée par les courants d'air. Les phéromones produites par les femelles induisent deux événements chez le mâle : l'attraction à distance et l'initiation du comportement sexuel précédé d'un atterrissage à proximité de l'émettrice. D'autres comportements plus complexes de cour plus sophistiqués sont aussi régulés par les phéromones. Pour ces différentes raisons, deux types d'applications agronomiques de ces molécules ont très vite été développées : les pièges sexuels et la confusion sexuelle.

Les pièges sexuels

Un diffuseur, souvent en caoutchouc ou en polymère, est imprégné du composant majoritaire de la phéromone et placé dans un abri au centre d'une plateforme engluée. Les mâles attirés à longue distance et croyant s'approcher d'une femelle, se collent sur une sorte de plateforme d'atterrissage engluée au centre de laquelle est placé le diffuseur. La surveillance régulière du piège permet de construire des dynamiques de vols des mâles et de relier cette dynamique au risque phytosanitaire.

L'accouplement des adultes et la confusion sexuelle

La confusion sexuelle a été développée pour contrôler les accouplements de ravageurs Lépidoptères de cultures. L'objectif est d'empêcher les deux partenaires sexuels de se rencontrer, et donc d'annihiler la production d'œufs et de chenilles. Pour cela, on installe des diffuseurs de phéromones de synthèse qui assurent une concentration élevée toute la saison dans le vignoble (Figure 4). L'efficacité de la confusion sexuelle repose



Figure 4 : Illustration de diffuseur RAK utilisé pour la confusion sexuelle en vignoble.

sur plusieurs mécanismes physiologiques ou comportementaux de l'insecte (Degen et al., 2005). La saturation de l'air en odeur et la diffusion « multisource » perturbe la structure spatiale de diffusion de la phéromone naturelle. D'une part, les mâles ne sont plus capables de s'orienter correctement dans les effluves de phéromone, d'autre part les diffuseurs de

Un quarto di secolo di evoluzione

Promotions
sur Garde Vins sur Pied
ou cuves de vinification,
toutes capacités

Equipement : porte et robinet inox
(en option : double enveloppe)

L'INNOVATION
DEPUIS UN QUART DE SIÈCLE

• Cuves inox avec nouvelles
doubles enveloppes (rendement accru)

• Inox intérieur glacé garanti sans tartre

LE MEILLEUR RAPPORT QUALITÉ PRIX

Distributeur : DELTA SUD
ZI, avenue Edouard Branly
47000 - Tonneins
Tél : 05 53 79 88 25
Magasin la Réole (33) : 05 56 61 22 22
PORT : 06 08 74 72 11
www.terres-du-sud.fr

phéromones de synthèse entrent en compétition avec les femelles appelantes en leur faisant suivre des fausses pistes. Les mécanismes physiologiques de perception de patterns temporels d'émission par une femelle en bouffées d'odeurs ainsi que ceux qui permettent de mesurer des variations très fine de concentration dans l'espace et dans le temps ne sont plus opérants sous confusion sexuelle.

La confusion sexuelle est appliquée dans de nombreuses cultures et donne de bons résultats en particulier contre des ravageurs de fruits. Elle est par exemple homologuée en vignoble depuis 1995 contre deux ravageurs importants des grappes (l'eudémis et la cochylis de la vigne). A titre d'exemple, **un peu plus de 20.000 ha du vignoble français et 100.000 ha en Europe sont traités sous confusion sexuelle.**

Deux types de diffuseurs sont utilisés en Europe, les Diffuseurs RAK, étant homologués en France depuis 1995.

Historique de la mise au point de la confusion sexuelle, le vignoble Bordelais en pointe

Dès 1977, soit peu de temps après l'identification de la phéromone d'eudémis, des travaux de l'Inra de Bordeaux (Roehrich et Carles, 1977) montraient que la diffusion de phéromone perturbait les accouplements, travaux suivis par les premiers essais de confusion sexuelle (Roehrich et Carles, 1982). La mise au point de la confusion sexuelle a alors été menée par un consortium d'instituts de recherche dans lequel l'Inra de Bordeaux avait une place importante.

Les premières expérimentations furent menées à petite échelle (0,5 à 2 ha) sur des domaines viticoles Inra ou privés. La phéromone synthétisée en petite quantité par le Laboratoire des Médiateurs chimiques de l'Inra de Versailles puis par Rhône-Poulenc ne permettait en effet pas d'envisager des surfaces supérieures. Les résultats étaient variables en raison notamment d'un manque de connaissances d'ordre biologique (comportement de l'insecte), de problèmes physico-chimiques (diffusion de la phéromone mal maîtrisée) et techniques (fourniture en temps et heure de la phéromone).

La collaboration avec BASF et le travail de doctorat de Vincent Schmitz (1992) ont permis de combler ces lacunes. Ce travail a ainsi montré que :

- les diffuseurs entraînent en compétition avec les femelles à distance (Schmitz et al, 1995a);
- ils camouflaient la trace odorante de la femelle (Schmitz et al, 1995b);
- l'acuité du système d'orientation des mâles diminuait sous confusion (Schmitz et al, 1997a);
- l'absence de composés minoritaires dans la phéromone de synthèse par rapport à celle naturelle ne pose pas de problème d'efficacité (Schmitz et al, 1997a);

• le feuillage participe, en piégeant et diffusant lui aussi la phéromone participe à la régularité de la diffusion dans le temps (Schmitz et al, 1997b).

Ce travail a d'autre part permis d'élucider la distance de dispersion des adultes : 30 m pour une femelle et 45 m pour un mâle, d'où une meilleure connaissance des sources possibles d'infestation extrazone (Schmitz et al, 1996).

Ces études théoriques ont permis la mise au point pratique de la technique vulgarisée dès le début de son utilisation en 1995 (Stockel et Lecharpentier, 1994). Les travaux ont été menés par la suite jusqu'en 1999 pour connaître les effets à terme de l'emploi de la méthode sur l'entomofaune du vignoble :

- la méthode s'inscrit dans la durée pour profiter au mieux des effets cumulatifs sur l'insecte-cible (Delbac et al, 2000) ;
- les autres populations de ravageurs non cibles sont régulées à terme par le développement de la faune auxiliaire du fait de la réduction des traitements insecticides (Stockel et al, 1997).

Utilisation de la confusion sexuelle en Bordelais et dans les autres vignobles:

En 2010, 4200 ha de vigne étaient sous confusion sexuelle en aquitaine, soit environ 20 % des surfaces françaises sous confusion. Ces surfaces se répartissent comme indiqué sur la figure 5.

En France près de 20.000 ha de vignoble étaient sous confusion sexuelle en 2010, ce qui représente un peu moins de 3 % du vignoble. A titre de comparaison, en Allemagne, les vignes sous confusion représentent un peu plus de 60.000 ha, soit 65% du vignoble. 43% du vignoble suisse est sous confusion, ce qui représente un peu moins de 7000 ha (Figure 6). On remarquera que ces proportions importantes du vignoble sont liées à des politiques incitatives pour le développement de ce type de méthode.

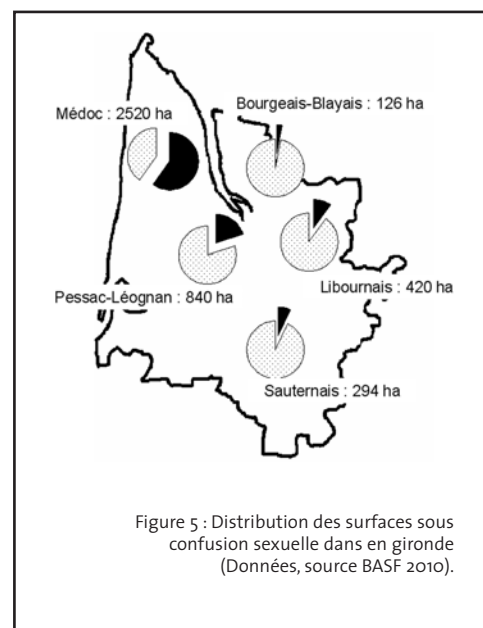


Figure 5 : Distribution des surfaces sous confusion sexuelle dans en gironde (Données, source BASF 2010).



LES PÉPINIÉRISTES PRODUCTEURS DU COMTAT

84260 SARRIANS - Tél. 04 90 65 59 35

Site : www.comtat.com - E-mail : commercial@comtat.com

AGENCE GIRONDE

Miguel PLATA

33440 Ambarès

Tél : 05 56 77 75 29

Port : 06 11 81 30 23

Email : p.miguel@aliceadsl.fr

Vous proposent :

- Tous cépages de sélection clonale en greffés soudés traditionnels et pots.
- **Vignemottes et Tiges Hautes pour effectuer vos remplacements.**
- Sélection massale
- Etudes, devis, mise à disposition de nos équipes de planteurs, travaux plantations à la mini-pelle, suivi des parcelles à l'aide du GPS.

SECTEUR LIBOURNAIS

Cédric MASSIAS

33500 Libourne

Port : 06 09 23 85 49

Email : cedric.massias@comtat.com

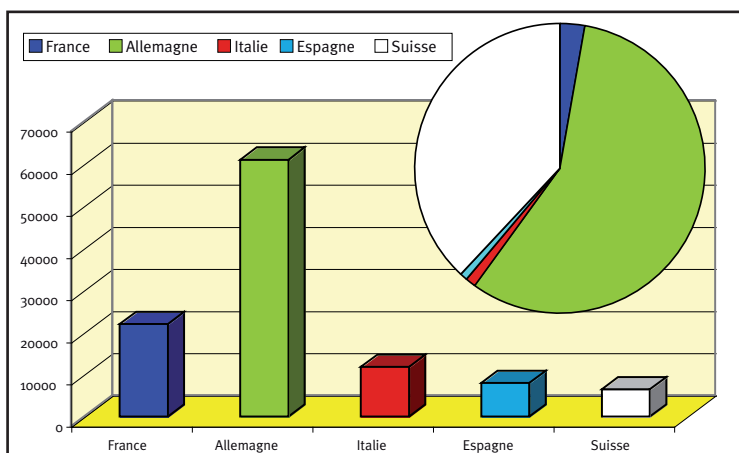


Figure 6 : Utilisation de la confusion sexuelle dans les vignobles des principaux pays viticoles européens. En surfaces (ha) et en proportion de la surface du vignoble de chaque pays. (Données BASF, 2010).

Protocoles de disposition des diffuseurs, dates d'accrochage

Les diffuseurs s'accrochent sur les fils porteurs de palissage à la densité de 500 diffuseurs par hectare. Ils se répartissent à équidistance sur le rang et entre les rangs à raison d'un pour 20 m². Les bordures de parcelles sont « renforcées » par la pose d'un diffuseur à chaque extrémité de rang

et au doublement des diffuseurs (Figure 7). Une zone de bordure de 50 m en périphérie permet de palier aux flux migratoires des femelles inséminées. Cette zone diminue d'autant que la surface sous confusion augmente.

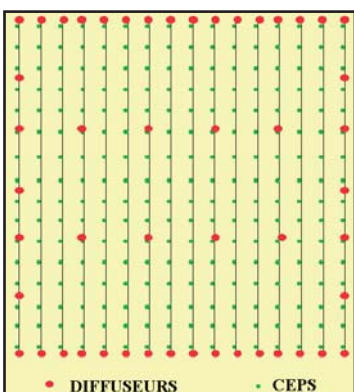


Figure 7 : Schéma de répartition des diffuseurs

La pose des diffuseurs doit être effectuée avant l'émergence des papillons femelles. Ceci est estimable, par exemple à l'aide du modèle Roehrich (Roehrich et al, 1989) à l'approche du seuil de 500°jours en général (somme des températures moyennes calculées journalières en base 0°C).

Outil pour suivre l'évolution de la dynamique des populations sous confusion sexuelle

Dans l'ensemble, les méthodes basées sur la régulation des comportements des insectes nuisibles voient leur efficacité varier avec le niveau de population. C'est particulièrement vrai pour la régulation de l'accouplement. A forte densité de population, l'attraction phéromonale peut être suppléée par d'autres mécanismes comportementaux. Une évaluation régulière du niveau de population est donc indispensable, et il faut pouvoir mettre en œuvre des outils de dénombrement ou d'avertissement.

Les pièges sexuels utilisés en prévision négative

Il a très vite été observé que le piège sexuel ne fonctionnait plus dans les parcelles de vigne sous confusion sexuelle où à proximité. En utilisant l'interprétation négative de cet outil, on peut vérifier la qualité de la diffusion de la phéromone. Une absence de capture sera synonyme (à condition qu'une population de vers de grappe soit bien présente) de bon fonctionnement de la confusion sexuelle.

RÉCEPTION DE VENDANGE LES RÉFÉRENTIELLES



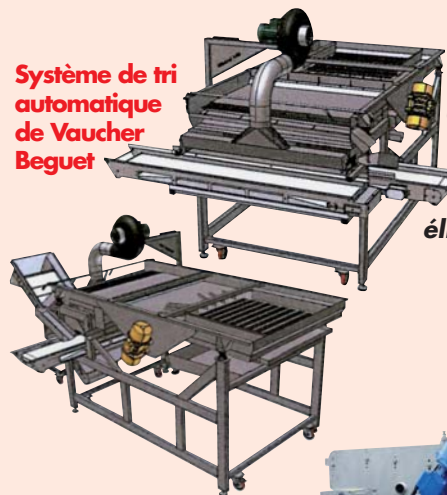
Groupe Agrifoy

L'outil le mieux adapté pour le transfert des moûts, du vin et de la vendange



Les pompes péristaltiques

Système de tri automatique de Vaucher Beguet



Gamme MISTRAL de 3 à 9 T/H adapté à toutes configurations élimine les déchets végétaux, élimine les baies botrytisées et millerandées

Table de triage pour vendange mécanique. Simplement efficace !



Les autotrieurs pour vendange mécanique



Élévatrice au Pas. Pas de compactage (air tec-wine) égouttage des jus contrôle débit

Bennes basculantes à bex vibrant de Sthik

GRUPE AGRIFOY

AGRIFOY St-EMILION

Le Jurat - Route de Montagne

33330 Saint-Emilion

Tél. 05 57 25 06 02

Fax. 05 57 25 05 51

Mail : st.emilionagrifoy@wanadoo.fr

Site de vente en ligne : www.agrifoy-online.com

Les pièges alimentaires permettent de surveiller la présence de femelles

Le piège alimentaire a comme objectif principal de capturer les femelles en se basant sur l'attraction alimentaire (nourriture et boisson). Dans son principe, le piégeage d'avertissement des femelles permet de s'affranchir d'un certain nombre de limites évoquées pour le piège sexuel. L'intérêt de ce piège est qu'il permet de surveiller la dynamique des populations sous confusion sexuelle, puisqu'il n'utilise pas une odeur phéromonale.

Nous avons développé cet outil afin de déterminer, à partir des captures des premières femelles, les dates de premières pontes en début de vol (Thiéry *et al.*, 2006a). Cette technique n'est toutefois pas généralisée actuellement. On utilise un piège qui fonctionne par noyade avec un attractif en solution dans l'eau (Thiéry *et al.*, 2006b) (figure 8), et qui capture une majorité de femelles d'eudémis, et tout particulièrement les jeunes femelles en début de génération. Des essais sur plusieurs années en vignoble ont montré que les premières femelles capturées précèdent de quelques jours (entre 2 et 6) les premières pontes (Thiéry *et al.*, 2006a).

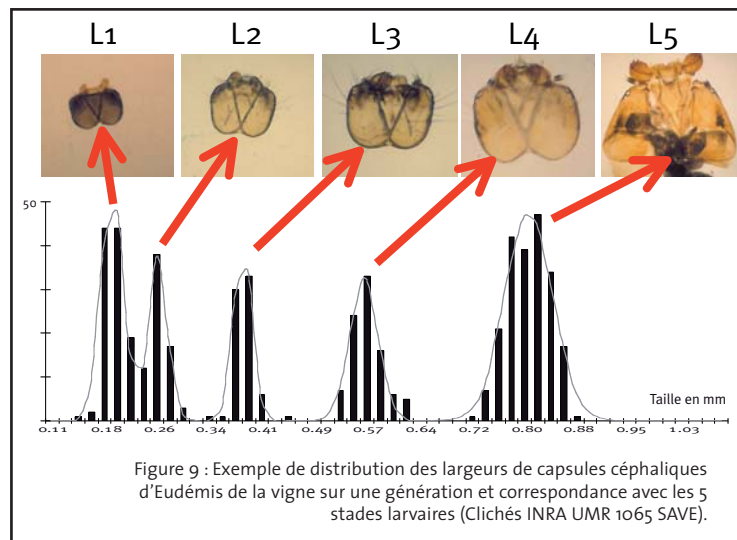


Figure 8 – Piège alimentaire tel que développé par l'Inra et utilisé pour capturer les femelles d'eudémis (Clichés INRA UMR 1065 SAVE). Cet outil a été développé via une collaboration avec le SPV de Charente (maintenant SRAL) (P. Retaud) et la chambre d'Agriculture de Charente maritime (L. Dumas-Lattaque).

Il permet de capturer des nombres importants de femelles, plusieurs centaines par jour ont ainsi été relevées dans des parcelles fortement attaquées (D. Thiéry et J. Chucho, données non publiées). Différents attractifs peuvent être utilisés, le moût de pomme dilué étant celui qui nous donne les meilleurs résultats (Thiéry *et al.*, 2006b). Les travaux de notre unité de recherches Inra (UMR 1065 SAVE) depuis 2006 ont permis de valider l'usage de ce piège qui est maintenant utilisé dans plusieurs châteaux bordelais.

Modèle statistique de détermination de la pyramide des âges des chenilles

Déterminer le stade larvaire des insectes présents au vignoble est déterminant pour optimiser les méthodes de protection car il est plus simple de lutter contre un ravageur au premier stade larvaire qu'au dernier. Dans les parcelles, la tâche est simple si l'on a affaire à des ravageurs du type cicadelles dont la distinction des différents stades juvéniles est relativement aisée ; ce qui n'est pas le cas des chenilles de papillons. La taille de leur corps variant en fonction de leur alimentation, on doit se fier au critère morphologique le moins variable : la largeur de la capsule céphalique (Figure 9). L'échantillonnage de grands nombres de chenilles en vignoble a permis d'élaborer un modèle statistique capable de détermi-





Une entreprise au service de la viticulture

Depuis plus d'un siècle, à la pointe des nouvelles techniques, nous conjugons tradition et innovation tout en privilégiant une relation de confiance avec nos clients.

Une unité de production performante

Matériels certifiés tous cépages sur tous porte-greffes
Plants greffés soudés traditionnels, pots
Grands plants, conteneurs - Sélection Châteaux
Importante collection de clones qualitatifs

Pépinières

Daniel et David Amblevert

"Gamage" - 33350 Sainte-Florence - Tél. 05 57 40 07 13 -
Fax 05 57 40 34 32 - Email : amblevert.d@wanadoo.fr -
www.amblevert.com

ner la probabilité qu'une chenille d'une taille donnée corresponde à stade larvaire donné (Delbac et al, 2010). Les largeurs oscillent entre 0,2 et 0,9 mm, ce qui rend ces observations réalisables uniquement sous loupe binoculaire, et confirment bien que l'Eudémis passe par 5 stades larvaires entre l'œuf et la chrysalide. Egalement, nous avons montré que les chenilles augmentent de taille pour un stade donné tout au long de la saison pour être maximal en troisième et dernière génération, lors du risque maximal de nuisibilité (associée ou pas au Botrytis), sans doute en raison de l'accroissement de la qualité de la nourriture. Le modèle proposé permet de fiabiliser la détermination des stades larvaires, et donc la distribution en âge d'une population larvaire.

Ces différents outils peuvent avantageusement être complétés par des comptages directs, et en particulier des comptages de glomérules en début de saison ou des comptages d'œufs sur des échantillons de grappes lors de chaque génération. Ils doivent permettre de réagir en cas d'éventuelle brusque augmentation de population non contrôlée par la confusion sexuelle.

Confusion sexuelle et faune auxiliaire

La confusion sexuelle ayant vocation à se développer en surface, une question importante concerne son influence sur la faune auxiliaire, la biodiversité et leurs évolutions dans le temps. La question est pertinente, puisque plusieurs travaux montrent que la phéromone produite par la femelle du papillon peut attirer les trichogrammes, parasitoïdes⁽¹⁾ d'œufs (Noldus et al., 1991 ; Noldus, 1998). Ce type de réponse a par exemple été montré chez un trichogramme assez souvent présent en vignoble et candidat pour une lutte biologique (Milonas et al., 2009). L'usage de diffusion à concentration élevée de phéromone sexuelle pourrait alors aider le parasitoïde à rester sur la culture, ce qui n'a à notre connaissance jamais été testé en vigne. Une première étude sur le vignoble français concernant les parasitoïdes larvaires de vers de la grappe (Thiery et al, 2001) n'avait pas montré de différence notable entre le nombre d'espèces de parasitoïdes dans les vignobles sous confusion sexuelle et en absence de confusion sexuelle. Ce travail devait toutefois être systématiquement étendu et en particulier à d'autres espèces non affectées par la confusion sexuelle.

Confusion sexuelle et lutte obligatoire contre la Cicadelle de la Flavescence dorée

Le fait d'être sous confusion sexuelle ne dispense pas de traiter contre la cicadelle de la Flavescence dorée dans les zones de périmètres de lutte obligatoire. La lutte par phéromone est spécifique des Tordeuses et n'a donc pas d'effet secondaire sur les cicadelles vectrices.

A l'inverse, les traitements contre la cicadelle ne dispensent pas de contrôler les Tordeuses de la grappe car les dates ne sont pas concordantes avec les périodes d'efficacité optimale des produits. Une lutte spécifique Tordeuses s'impose souvent et la Confusion sexuelle peut y contribuer.

Denis Thiéry et Lionel Delbac,
Inra, UMR 1065 SAVE (Santé et Agroécologie du Vignoble)
Institut des Sciences de la Vigne et du Vin
Centre Inra de Recherches de Bordeaux-Aquitaine
thiery@bordeaux.inra.fr, delbac@bordeaux.inra.fr

(1) Un parasitoïde est un arthropode parasite qui tue systématiquement son hôte, ce qui en fait un agent intéressant de lutte biologique.

Références bibliographiques

- Barbier M., Lederer E., 1960. Structure chimique de la substance royale de la reine d'abeille *Apis mellifera* L. C.R. acad Sci Paris, 241, 1131-1135.
- Degen, T., Chevallier, A., & Fischer S., 2005. The progress in the use of sexual pheromones to control grapevine and grape berry moths. Rev. Suisse Viti. Arbo. Horti. 37, 273-280.
- Delbac L., Vible J.C., Lecharpentier P., Stockel J., 2000. Confusion sexuelle : peut-on sauter une année d'application sans risque ? IOBC/WPRS Bulletin, 23 (4), 153-155.
- Delbac, L., Lecharpentier, P., Thiéry, D., 2010. Larval instars determination for the European Grapevine Moth (Lepidoptera: Tortricidae) based on the frequency distribution of head capsule widths. Crop Prot. 29, 623-630.
- Feytaud, J., 1913. Cochylis et eudémis, procédés de capture des papillons. Bull. Soc. Et vulg agric., 33-41.
- Roehrich R., Carles J.P., 1977. Perturbations dans la reproduction de *Lobesia botrana* Schiff. (Lepidoptera: Tortricidae) induites par la présence de la phéromone sexuelle de synthèse. C. R. Acad. Sci. Paris, (D) 285: 237-239.
- Roehrich R., Carles J.P., 1982. Essai de confusion sexuelle en vignoble contre l'Eudémis de la Vigne, *Lobesia botrana* Schiff. Colloq. INRA, 7: 365-371.
- Roehrich R., Carles J.P., Stockel J., 1989. Essai de prévision de la pose des pièges sexuels pour le premier vol de *Lobesia botrana* et extension pour les premières éclosions. Plant protection problems and prospects of integrated control in viticulture, EC Experts group, Lisboa 6-9 June 1988. 724-729.
- Milonas, P.G., Martinou, A.F., Kontodimas, D.CH ; Karamouna, F., & Kotsantopoulou, M.A., 2009. Attraction of different *Trichogramma* species to Prays oleae sex pheromone. Ann. Entomol. Soc. Amer., 10, 1145-1150.
- Noldus, L.P.J.J., Van Lenteren, J.C., & Lewis W.J., 1991. How *Trichogramma* parasitoids use moth sex pheromone as kairomone : orientation behaviour in a wind tunnel. Physiol. Entomol. , 16, 313-327.
- Noldus, L.P.J.J., 1998. Response of the egg parasitoid *Trichogramma pretiosum* to the sex pheromone of its host *Heliothis zea*. Entomol. Exp. Appl. , 48, 293-300.
- Roelofs W., Kochansky J., Cardé R., Arn H., Rausher S., 1973. Sex attractant of the grape vine moth, *Lobesia botrana*. Mitt. Schweiz. Entomol. Ges., 46: 72-73.
- Sandoz J.C., Deisig N., de Brito Sanchez M.G., Giurfa M. 2007. Understanding the logics of pheromone processing in the Honeybee brain: from labeled-lines to across-fiber patterns. Frontiers in Behav. Sci. , 1, (5) 1-12.
- Schmieder-Wenzel C., Schruft G., 1990. Courtship behaviour of the European Grape Berry Moth, *Eupoecilia ambiguella* Hb. (Lep., Tortricidae) in regard to pheromonal and tactile stimuli. J. Appl. Ent. 109 : 341-346.
- Schmitz V., 1992. Contribution à l'étude du mécanisme de la confusion sexuelle des mâles chez l'insecte. Application à la mise au point du procédé biotechnique de lutte contre l'Eudémis de la vigne *Lobesia botrana* Den. & Schiff. (Lép. Tortricidae). Thèse ENSA Rennes, 139 p.
- Schmitz V., Roehrich R., Stockel J., 1995a. Etude du mécanisme de la confusion sexuelle pour l'Eudémis de la vigne *Lobesia botrana* Den. et Schiff. (Lépidoptère Tortricidae). I – Rôles respectifs de la compétition, du camouflage de la piste odorante et de la modification de signal phéromonal. J. Appl. Entomol. 119, 131-138.
- Schmitz V., Roehrich R., Stockel J., 1995b. Disruption mechanisms of pheromone communication in the European grape moth *Lobesia botrana* Den. et Schiff. (Lépidoptère Tortricidae). II – Influence of the population density and the distance between insects for males to detect the females in atmosphere impregnated by pheromone. J. Appl. Entomol. 119, 303-308.
- Schmitz V., Roehrich R., Stockel J., 1996. Déplacements d'adultes de *Lobesia botrana* marqués et lâchés dans un vignoble isolé. Etude de l'effet de la phéromone sexuelle synthétique sur leurs mouvements. J. Int. Sci Vigne et Vin, 30, 67-72.
- Schmitz V., Roehrich R., Stockel J., 1997a. Disruption mechanisms of pheromone communication in the European grape moth *Lobesia botrana* Den. et Schiff. (Lépidoptère Tortricidae). III – Sensory adaptation and habituation. J. Chem. Ecol. 23 (1), 83-95.
- Schmitz V., Roehrich R., Stockel J., 1997b. Etude du mécanisme de la confusion sexuelle pour l'Eudémis de la vigne *Lobesia botrana* Den. et Schiff. (Lépidoptère Tortricidae). IV – Quel est le rôle de la fixation de la phéromone par le feuillage ? J. Appl. Entomol. 121, 41-46.
- Stockel J., Lecharpentier P., 1994. Pour lutter contre l'Eudémis : la confusion sexuelle. Plaquette de vulgarisation du procédé. Edt INRA, 8 p.
- Stockel J., Lecharpentier P., Fos A., Delbac L., 1997. Effets de la Confusion sexuelle contre l'Eudémis *Lobesia botrana* sur les populations d'autres ravageurs et d'auxiliaires dans le vignoble bordelais. IOBC/WPRS Bulletin, Vol. 20 (1), 89-94.
- Thiéry D, Xuéreb A, Villemant C, Sentenac G, Delbac L, Kuntzman P, 2001. Les parasites de tordeuses de vignobles : aperçu de quelques espèces présentes dans 3 régions viticoles françaises. IOBC/WPRS Bulletin, 24 (7) : 135-141.
- Thiéry D, Rétaud P, Dumas-Lattaque L. 2006a. 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, Rétaud P, Cavard X, Xuéreb A, Dumas-Lattaque L, Bourriau F 2006b. Trapping *Lobesia botrana* females with apple juice: a valuable tool to predict oviposition ? IOBC Integrated control in Viticulture, IOBC/WPRS Bulletin, 29 (11) : 235-240.