



# Détection de la résistance du carpocapse *Cydia pomonella*

## Tests d'insecticides sur des chenilles diapausantes de Suisse, d'Arménie et de Bulgarie

P. J. CHARMILLOT, D. PASQUIER, Ch. SALAMIN et F. BRIAND, Station de recherche Agroscope Changins-Wädenswil ACW, CP 1012, 1260 Nyon

A. TER-HOVANNESYAN et A. AZIZIAN, Institute of Zoology, 7 Sevak Str., Yerevan 375014, Arménie

H. KUTINKOVA, Fruit Growing Institute, Ostomila 12, 4004 Plovdiv, Bulgarie

P. PEEVA et N. VELCHEVA, Plant Protection Institute, Kostinbrod 2230, Bulgarie

@ E-mail: [denis.pasquier@acw.admin.ch](mailto:denis.pasquier@acw.admin.ch)  
Tél. (+41) 22 36 34 378.

### Résumé

La résistance du carpocapse *Cydia pomonella* a été testée en appliquant des doses discriminantes d'insecticides sur le dos de larves diapausantes capturées dans des vergers suisses, arméniens et bulgares. La résistance des populations varie selon leur provenance et leur historique phytosanitaire. Dans les cas les plus graves, les souches suisses sont fortement résistantes aux RCI et ICI fénoxycarbe, tébufénozide, méthoxyfénozide et diflubenzuron, à la deltaméthrine ainsi qu'aux esters phosphoriques phosalone et azinphos-méthyl; elles sont un peu moins résistantes au chlorpyrifos-méthyl et au chlorpyrifos-éthyl. Elles peuvent également se montrer fortement résistantes aux produits plus récents, tels que indoxacarbe, imidaclopride, thiaclopride et spinosad.

Les deux populations provenant d'Arménie et de Bulgarie se révèlent très résistantes aux esters phosphoriques et pyréthrinoides, et nettement moins aux RCI, ICI et produits plus récents. Seule l'émamectine, un produit en développement, ne provoque aucune résistance croisée chez les souches testées. Après quelques années, la stratégie préconisée consistant à combiner la technique de confusion et le virus de la granulose permet de restaurer l'efficacité de la plupart des produits.

plusieurs pays où la lutte insecticide ne donnait plus satisfaction, ce test s'est avéré très efficace pour détecter la résistance à divers produits (Charmillot et Pasquier, 2002a; Charmillot *et al.*, 2002, 2003, 2005; Ioriatti *et al.*, 2000; Sauphanor *et al.*, 2000).

Cette publication résume les résultats de tests de dépistage de la résistance, effectués sur trois souches de carpocapse prélevées en 2005 dans des vergers de Suisse romande. Elle rapporte également l'évolution de deux souches de carpocapse, qui étaient fortement résistantes et dont la sensibilité aux insecticides s'est manifestement améliorée avec les années, après l'application d'un programme de lutte basé sur la technique de confusion et le virus de la granulose. Enfin, ce travail présente aussi les résultats des tests de dépistage de la résistance effectués sur des souches de carpocapse provenant d'un verger arménien et d'un verger bulgare.

## Introduction

En Amérique, en Afrique du Sud et en Océanie, la lutte contre le carpocapse *Cydia pomonella* s'est longtemps basée essentiellement sur l'usage des esters phosphoriques. De nombreux cas de résistance à ces produits sont connus depuis des décennies (Croft et Riedl, 1992; Dunley et Welter, 2000). En Europe occidentale, où les insecticides homologués étaient plus nombreux, le carpocapse a développé dans quelques régions, il y a une quinzaine d'années, une résistance au diflubenzuron, un in-

hibiteur de croissance; cette résistance s'est ensuite étendue à d'autres familles d'insecticides (Waldner, 1993; Riedl et Zelger, 1994; Sauphanor *et al.*, 1994; Charmillot *et al.*, 1999, 2002a; Ioriatti *et al.*, 2003).

Un test par application topique sur les chenilles diapausantes du carpocapse, tout d'abord développé pour détecter la résistance au diflubenzuron et à la deltaméthrine (Sauphanor *et al.*, 2000), a été utilisé par la suite pour tester d'autres insecticides (Pasquier et Charmillot, 2003). Appliqué sur des chenilles hivernantes collectées dans des vergers de

## Matériel et méthode

Les chenilles ont été récupérées durant les automnes 2001 à 2005 dans des bandes-pièges installées dans des vergers en Suisse, Arménie et Bulgarie. Toutes les chenilles diapausantes ont été stockées pendant l'hiver dans des bandelettes de carton ondulé, en chambre froide à 6 °C à Agroscope ACW Changins, afin de rompre la diapause. Les traitements des chenilles par application topique ont été réalisés au printemps suivant le prélèvement, entre la mi-mars et la fin mai.

## Comparaisons de trois souches vaudoises collectées en 2005

Des chenilles ont été récoltées à **Saint-Triphon** dans un verger d'essai de la firme Syngenta où, depuis plusieurs années, une partie seulement des arbres sont traités avec des produits expérimentaux, les autres servant de témoin. Des chenilles ont également été collectées à **Prangins** dans le verger de «Pont Farbel», ainsi qu'à **Avenex**, dans des cultures où la lutte classique s'avérait inefficace.

## Evolution de la sensibilité de populations résistantes après un programme de lutte sélectif

A **Riddes (VS)**, des chenilles ont été collectées en 2001, dans plusieurs parcelles commerciales de pommiers fortement attaquées malgré la lutte insecticide. Dès 2002, une lutte généralisée combinant la technique de confusion sexuelle et le virus de la granulose a été appliquée sur tous les vergers de pommiers et poiriers du village; ce programme était complété en cas de nécessité par un traitement localisé au chlorpyrifos-méthyl (Charmillot et Pasquier, 2002b, 2003). En 2005, après quatre ans de lutte combinée, des chenilles ont à nouveau été collectées pour étudier l'évolution de leur sensibilité aux insecticides. A **Prangins (VD)**, dans le verger «Les Murettes», des chenilles ont été prélevées en 2001, alors que la lutte classique connaissait un échec. Dès 2002, la lutte contre le carpocapse a consisté uniquement à combiner la technique de confusion et le virus de la granulose. Des chenilles ont à nouveau été prélevées en 2003 et 2005 afin de suivre l'évolution de leur sensibilité aux insecticides.

## Souches de carpocapses d'Arménie et de Bulgarie

En 2004, des larves d'**Arménie** ont été prélevées dans un verger de la vallée de l'Ararat, où le carpocapse évolue en deux à trois générations annuelles. Par le passé, ce verger a été abondamment traité au moyen d'esters phosphoriques et de pyréthrinoïdes, puis plus récemment avec du diflubenzuron. Enfin, en 2005, des larves provenant d'un verger de Plovdiv en **Bulgarie** ont été testées. Les populations de carpocapses bulgares avaient pratiquement le même historique phytosanitaire que celles d'Arménie.

## Procédure expérimentale

Sorties de la chambre froide le jour même du traitement, les chenilles diapausantes sont extraites des cartons ondulés. Les produits sont appliqués sur leur dos au moyen d'une micropipette, à raison de 1 µl par individu. Quelques minutes plus tard, elles

Tableau 1. Produits testés, concentrations discriminantes (CD) appliquées sur les chenilles prélevées de 2001 à 2004 et sur celles collectées en 2005, et efficacité sur la souche de référence sensible SS.

Matière active	Formulation	Tests sur chenilles de 2001 à 2004		Tests sur chenilles de 2005	
		CD (ppm)	% efficacité souche SS	CD (ppm)	% efficacité souche SS
Diflubenzuron	prod. techn. > 99%	10 000	71,6	10 000	71,6
Fénoxycarbe	prod. techn. 99,5%	1	97,8	5	99,9
Tébufénozide	prod. techn. 98,5%	300	94,7	700	99,5
Méthoxyfénozide	prod. techn. 98,3%	100	99,1	100	99,1
Deltaméthrine	EC 25 g/l	100	99,5	100	99,5
Phosalone	Zolone EC 350 g/l	3000	99,9	3000	99,9
Chlorpyrifos-éthyl	prod. techn. 97,3%	1200	97,9	1600	99,5
Chlorpyrifos-méthyl	Reldan 400 g/l	1200	95,6	1600	99,7
Indoxacarbe	DPX-MP062 100%	10 000	88,6	10 000	88,6
Spinosad	prod. techn. 100%	6000	98,7	7000	99,4
Imidaclopride	prod. techn. 99,9%	100	99,7	100	99,7
Thiaclopride	prod. techn. 99,7%	500	99,4	500	99,4
Emamectine	prod. techn. 95,4%	500	99,3	500	99,3
Azinphos-méthyl	prod. techn. 93,3%	–	–	400*	97,0*

\*Souche INRA Montfavet (F).

peuvent à nouveau tisser un cocon dans des bandelettes de carton ondulé. L'élevage est ensuite effectué en cellule climatisée (25 °C, 70% HR, 16/8 h J/N), jusqu'à l'émergence des adultes.

En général, chaque produit est appliqué sur deux lots de dix chenilles par provenance. Selon le nombre de larves par provenance, quatre à quatorze produits ont été testés et un procédé témoin a été effectué, traité au solvant sans insecticide. L'efficacité de chaque produit est calculée par rapport au taux d'émergence des papillons obtenu dans le témoin correspondant.

## Produits testés et concentrations

Le diflubenzuron est dissous dans du tétrahydrofurane et le spinosad dans du dichlorométhane. Les autres matières actives – tébufénozide, méthoxyfénozide, fénoxycarbe, imidaclopride, thiaclopride, chlorpyrifos-éthyl, émamectine, indoxacarbe et azinphos-méthyl – ainsi que les produits commerciaux formulés en émulsion concentrée (EC) phosalone, chlorpyrifos-méthyl et deltaméthrine sont dissous dans de l'acétone (tabl.1).

Les concentrations discriminantes (CD) appliquées sur les chenilles ont en général été choisies pour produire une efficacité d'environ 95-100% sur la souche sensible (SS) de référence, issue de vergers non traités, élevée à Changins (Pasquier et Charmillot, 2003). Toutefois, le diflubenzuron et l'indoxacarbe étant peu efficaces en application topique, une concentration de 10 000 ppm a été adoptée pour ces deux produits, qui ne conduit respectivement qu'à 71,6 et 88,6% d'efficacité sur la souche de référence SS.

Ce compromis a été choisi parce que ces deux matières actives sont peu solubles à des concentrations plus élevées. Pour l'azinphos-méthyl, la concentration discriminante de 400 ppm a été retenue en fonction d'une courbe efficacité-dose établie sur la souche de référence INRA de Montfavet (Sauphanor *et al.*, 1998; tabl.1).

Sur les chenilles collectées en 2005, les concentrations discriminantes de quelques produits ont été un peu augmentées par rapport aux années précédentes, de façon à réduire la variabilité des résultats (tabl.1).

## Analyse des résultats

Les données sont analysées au moyen du programme POLO-PC qui met en équation le logarithme des doses exprimées en ppm (mg/kg) avec la proportion des individus morts, transformée en probit (LeOra Software, 1987).

## Résultats et discussion

### Taux de survie dans les témoins

Dans les témoins, le taux de survie jusqu'au stade de papillon est calculé en déduisant de l'effectif les quelques parasitoïdes ayant émergé. Le taux de survie est généralement très élevé, variant entre 84 et 100% selon les provenances, sauf pour la population du verger de Prangins, collectée en 2003, où

la survie n'atteint que 77%; ce résultat est probablement lié aux traitements à la granulose effectués quelques semaines avant la collecte des larves.

## Comparaisons de trois souches vaudoises collectées en 2005

La population du verger peu traité de **Saint-Triphon** se montre sensible aux insecticides; en effet, l'efficacité de la majorité des produits testés est généralement très élevée, avec toutefois une sensibilité inférieure à l'attente pour l'imidaclopride et, dans une moindre mesure, pour le méthoxyfénozide, la phosalone et l'indoxacarbe (fig.1 et tabl.1). Dans ce verger d'essai, où seule une partie des arbres sont traités, les individus sensibles provenant des arbres non traités peuvent constamment coloniser tout le verger au stade de papillon. Pour ces raisons, même si une résistance apparaît, le mélange permanent des individus permet de la limiter très fortement.

Par contre, dans les vergers de **Féchy** et **Avenex**, où l'efficacité des traitements classiques s'est avérée nettement insuffisante au cours des dernières années, la situation est très grave. La plupart des insecticides testés en application topique montrent une efficacité dérisoire. Seuls les produits chlorpyrifos-méthyl et chlorpyrifos-éthyl restent encore assez efficaces. Les populations de Féchy et d'Avenex se montrent très résistantes aux régulateurs et inhibiteurs de croissance d'insectes (RCI et ICI) tels que fénoxycarbe, tébufénozide, méthoxyfénozide et diflubenzuron, ainsi qu'à la phosalone, tous fréquemment utilisés au cours des trois dernières décennies. Par contre, il est étonnant que la résistance concerne aussi des produits jamais utilisés contre le carpocapse, tels que deltaméthrine et azinphos-méthyl, ou des produits récemment homologués et rarement utilisés contre ce ravageur, tels que indoxacarbe, spinosad, imidaclopride et thiaclopride. Il s'agit donc, dans ces cas-là, de résistance croisée.

## Evolution de la sensibilité de populations résistantes après un programme de lutte sélectif

A **Riddes**, où dès 2002, une lutte généralisée combinant la technique de confusion et le virus de la granulose a été mise en place, complétée si nécessaire par des traitements au chlorpyrifos-méthyl, la population du carpocapse est redevenue plus sensible aux insecticides (fig. 2). L'efficacité des neuf insecticides testés en 2001 et 2005 s'est accrue de façon plus ou moins marquée durant cette période.

Dans le verger «Les Murettes» à **Prangins**, où dès 2002 une lutte combinant la technique de confusion et le virus de la granulose a été adoptée sans aucun traitement complémentaire, la récupération de l'efficacité des insecticides est encore plus marquée que chez la population de Riddes (fig. 3). En 2003 cependant, soit après deux ans de lutte spécifique, le recouvrement d'efficacité n'est pas encore décelable pour le tébufénozide et le chlorpyrifos-éthyl et il reste très faible pour le fénoxycarbe et le diflubenzuron. Par contre, la récupération est manifeste pour les six insecticides testés durant les deux années suivantes, en 2004 et 2005.

Ainsi, l'arrêt de la pression de sélection a permis d'augmenter progressivement l'efficacité des insecticides. Cette récupération est même assez rapide dans le cas de Prangins, où la lutte contre le carpocapse était exempte de tout traitement

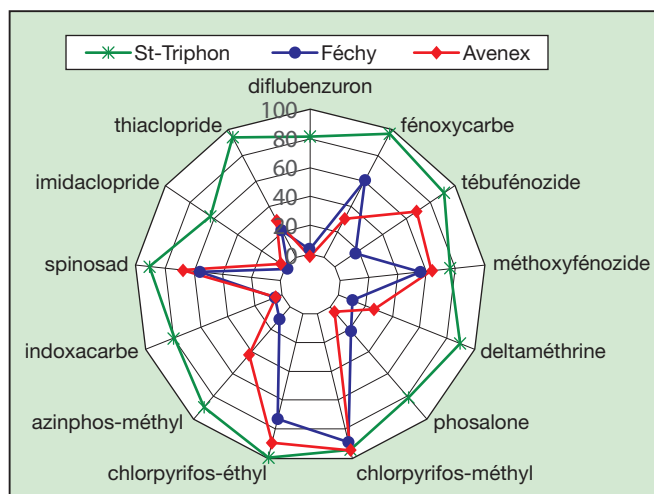


Fig. 1. Efficacité des produits appliqués sur le dos de chenilles diapausantes du carpocapse *C. pomonella*, collectées en 2005 dans trois vergers suisses. Saint-Triphon: verger d'essai peu traité; Féchy et Avenex: vergers commerciaux où la lutte classique s'avérait inefficace.

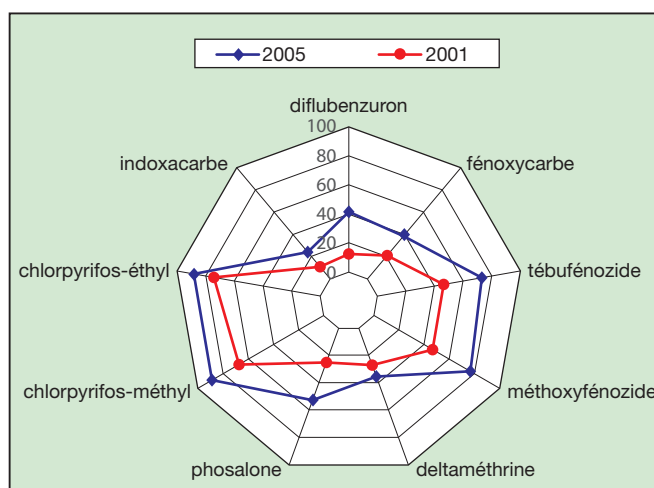


Fig. 2. Evolution de l'efficacité des produits sur des chenilles diapausantes du carpocapse *C. pomonella* collectées en 2001 et 2005 dans les vergers à Riddes (VS), suite à l'application d'un programme de lutte sélectif.

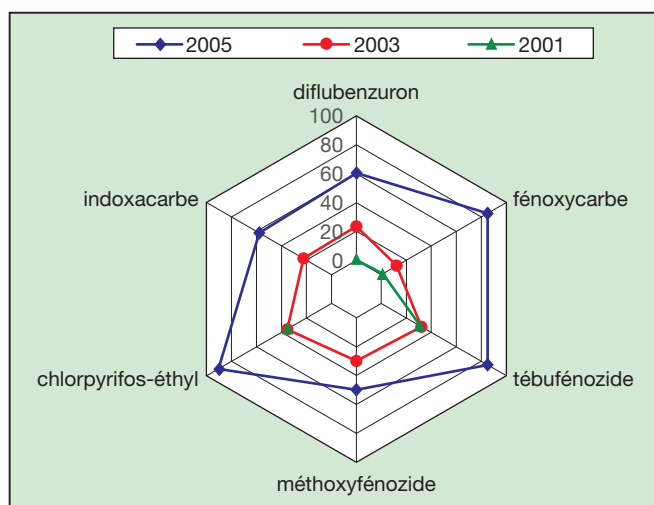
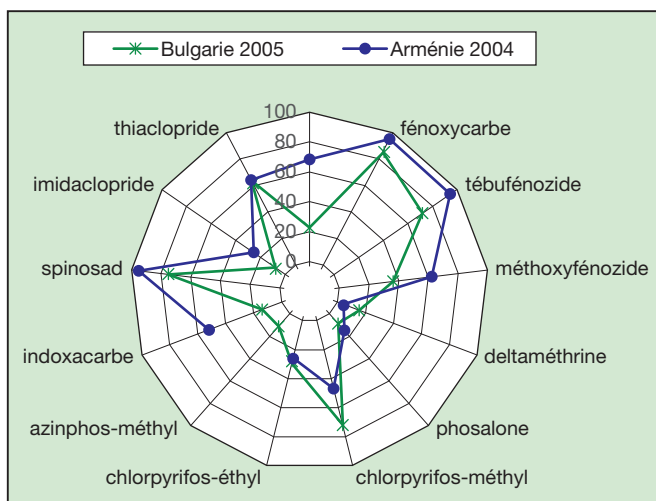


Fig. 3. Evolution de l'efficacité des produits sur des chenilles diapausantes du carpocapse *C. pomonella*, collectées en 2001, 2003 et 2005 dans un verger à Prangins (VD), suite à l'application d'un programme de lutte spécifique combinant la technique de confusion et le virus de la granulose.

Fig. 4. Efficacité des produits sur des chenilles diapausantes du carpocapse *C. pomonella*, collectées en 2004 en Arménie et en 2005 en Bulgarie, dans des vergers commerciaux où la lutte classique s'avérait inefficace.



chimique de 2002 à 2005. Elle est par contre moins marquée à Riddes, où l'usage occasionnel d'esters phosphoriques a complété la lutte spécifique. Une récupération de la sensibilité aux insecticides, après une réduction de la pression de sélection exercée sur le carpocapse, a déjà été mentionnée par Boivin *et al.* (2003). En revanche, il est fort probable que le recouvrement de l'efficacité des autres insecticides soit contrarié par l'utilisation, en été, de produits récemment homologués pour la lutte contre les pucerons, tels que thiaclopride, imidaclopride ou thiaméthoxame, qui exercent une pression de sélection sur les populations du carpocapse.

## Souches arménienne et bulgare

La souche d'Arménie, prélevée en 2004 dans un verger de la vallée de l'Ararat, est très résistante à la deltaméthrine ainsi qu'aux esters phosphoriques testés. Cela n'est pas surprenant, car seules ces deux familles de produits étaient utilisées contre le carpocapse, non seulement sous le régime soviétique jusqu'en 1989, mais aussi ultérieurement (fig. 4 et tabl.1). Parmi les RCI et ICI, des produits qui jusqu'à maintenant n'ont pratiquement pas été appliqués, le diflubenzuron, le fénoxycarbe et le tébufénozide ont une efficacité conforme à l'attente, alors que celle du méthoxyfénozide est inférieure. Les produits plus récents et non utilisés en Arménie contre le carpocapse, soit l'indoxacarbe, l'imidaclopride et le thiaclopride, sont peu efficaces. Il s'agit donc, dans ces cas-là, de résistance croisée. Seule l'efficacité du spinosad correspond à l'attente.

La souche de Plovdiv en Bulgarie présente pratiquement les mêmes caracté-

ristiques que la souche arménienne, ayant été soumise aux mêmes types de traitements. Toutefois, la résistance aux RCI et ICI, ainsi qu'aux autres produits plus récents, y est un peu plus marquée du fait qu'ils ont été occasionnellement appliqués au cours de ces dernières années.

## Le cas de l'émamectine

L'émamectine, un insecticide encore en développement, a été testée sur toutes les souches présentées ci-dessus. La concentration discriminante de 500 ppm, censée produire 99,3% d'efficacité sur la souche sensible de référence (tabl.1), s'est montrée totalement efficace aussi bien sur les souches résistantes de Suisse que sur celles d'Arménie et de Bulgarie. Ce produit ne semble donc pas concerné par le phénomène de résistance croisée. Son usage est cependant limité en raison de sa faible rémanence.

## Conclusions

- ❑ Les différences d'efficacité des produits selon les vergers ou les villages semblent refléter des stades différents dans la progression de la résistance. Au début, la résistance ne concerne vraisemblablement que quelques matières actives, mais elle se généralise en cas de poursuite de la lutte classique (Charmillot *et al.*, 2005).
- ❑ La stratégie préconisée pour la gestion de la résistance porte incontestablement ses fruits. En effet, après quelques années de lutte combinant la technique de confusion et le virus de la granulose

(Charmillot et Pasquier, 2003), l'efficacité de la plupart des produits s'est améliorée sur les souches de Prangins et de Riddes.

- ❑ La souche d'Arménie, provenant d'un verger où la lutte chimique n'est plus satisfaisante, se montre très résistante aux esters phosphoriques et pyréthrinoïdes, les seules familles de produits utilisées au cours des quatre dernières décennies. Les RCI et ICI, qui n'ont pas été utilisés, sont pour l'instant encore assez efficaces. Toutefois, les produits plus récents, tels que l'indoxacarbe, l'imidaclopride et le thiaclopride, sont nettement affectés par un phénomène de résistance croisée.
- ❑ La souche de Bulgarie présente les mêmes caractéristiques que la souche arménienne, avec une résistance plus marquée vis-à-vis des RCI et ICI, ainsi que des nouveaux insecticides ayant déjà été occasionnellement utilisés.
- ❑ L'émamectine, un produit en développement, est le seul qui ne provoque aucune résistance croisée chez toutes les souches testées. Cependant, sa faible rémanence limite son usage potentiel dans la lutte contre le carpocapse.

## Remerciements

Notre gratitude s'adresse à M. B. Sauphanor et M<sup>me</sup> Maritza Reyes, INRA Avignon (F) et M. C. Ioriatti, San Michele (I) pour leur précieuse collaboration dans les tests de dépistage de la résistance. Un grand merci aux stagiaires qui nous ont efficacement secondés dans nos travaux. Nous remercions très vivement M<sup>mes</sup> Martine Rhyn et Suzanne Tagini pour leur aide en élevage, ainsi que M<sup>me</sup> Monique Thorimbert pour la traduction des résumés.

## Bibliographie

- Boivin T., Bouvier J. C., Chadoeuf J., Beslay D. & Sauphanor B., 2003. Constraints on adaptive mutations in the codling moth *Cydia pomonella* (L.): measuring fitness trade-offs and natural selection. *Heredity* **90**, 1007-113.
- Charmillot P. J., Pasquier D., Sauphanor B., Bouvier J. C. & Olivier R., 1999. Carpocapse des pommes: premier cas de résistance au diflubenzuron en Suisse. *Revue suisse Vitic., Arboric., Hortic.* **31** (3),129-132.

- Charmillot P. J. & Pasquier D., 2002a. Progression de la résistance du carpocapse *Cydia pomonella* aux insecticides. *Revue suisse Vitic., Arboric., Hortic.* **34** (2), 95-100.
- Charmillot P. J. & Pasquier D., 2002b. Combinaison de la technique de confusion et du virus de la granulose pour affronter des souches résistantes de carpocapse *Cydia pomonella*. *Revue suisse Vitic., Arboric., Hortic.* **34** (2), 103-108.
- Charmillot P. J. & Pasquier D., 2003. Stratégie de lutte contre le carpocapse résistant. *Revue suisse Vitic., Arboric., Hortic.* **35** (1), 69-70.
- Charmillot P. J., Pasquier D., Dessimoz S., Genini M. & Olivier R., 2002. Résistance du carpocapse *Cydia pomonella* aux insecticides: tests par application topique sur des larves diapausantes collectées en automne 2001. *Revue suisse Vitic., Arboric., Hortic.* **34** (4), 247-251.
- Charmillot P. J., Pasquier D., Grell C., Genini M., Olivier R., Ioriati C. & Butturini A., 2003. Résistance du carpocapse *Cydia pomonella* aux insecticides: tests par application topique sur des larves diapausantes collectées en automne 2002. *Revue suisse Vitic., Arboric., Hortic.* **35** (6), 363-368.
- Charmillot P. J., Pasquier D. & Briand F., 2005. Résistance du carpocapse *Cydia pomonella* aux insecticides: Tests par application topique sur des larves diapausantes collectées en automne 2003 dans les vergers suisses. *Revue suisse Vitic., Arboric., Hortic.* **37** (2), 123-127.
- Croft B. A. & Riedl H. W., 1992. Chemical control and resistance to pesticides of the codling moth: 371-387. *In: Tortricid pests: their biology, natural enemies and control.* L. P. S. Van der Geest & H. H. Evenhuis (Ed.). Elsevier Science Publishers, Amsterdam.
- Dunley J. E. & Welter S. C., 2000. Correlated cross-resistance in azinphosmethyl resistant codling moth (*Lepidoptera: Tortricidae*). *J. Econ. Entomol.* **93** (3), 955-962.
- Ioriati C., Boselli M., Butturini A., Cornale R. & Vergnani S., 2003. Integrated resistance management of codling moth *Cydia pomonella* L. in Italy. *Resistance Pest Management Newsletter* **12** (2), 65-69.
- Ioriati C., Sauphanor B., Cainelli R., Rizzi C. & Tasin M., 2000. *Cydia pomonella* L.: Primo caso di resistenza a diflubenzuron in Trentino. *Atti Giornate Fitopatologiche* **1**, 319-325.
- LeOra Software, 1987. POLO-PC. A user's guide to probit or logit analysis. Berkeley, CA.
- Pasquier D. & Charmillot P. J., 2003. Effectiveness of twelve insecticides applied topically to diapausing larvae of the codling moth, *Cydia pomonella* L. *Pest. Manag. Sci.* **60**, 305-308.
- Riedl H. & Zelger R., 1994. Erste Ergebnisse der Untersuchungen zur Resistenz des Apfelwicklers gegenüber Diflubenzuron. *Obstbau-Weinbau*, **31**, 107-109.
- Sauphanor B., Benoît M., Bouvier J. M., Perron G., Malezieux S. & Fremont J. C., 1994. Un cas de résistance du carpocapse des pommes au diflubenzuron dans le Sud-Est de la France. *Phytoma* **458**, 46-49.
- Sauphanor B., Bouvier J. C. & Brosse V., 1998. Spectrum of insecticide resistance in *Cydia pomonella* (*Lepidoptera: Tortricidae*) in South-eastern France. *J. Econ. Entomol.* **91**, 1225-1231.
- Sauphanor B., Brosse V., Bouvier J. C., Speich P., Micoud A. & Martinet C., 2000. Monitoring resistance to diflubenzuron and deltamethrin in French codling moth populations (*Cydia pomonella*). *Pest Manag. Sci.* **56**, 74-82.
- Waldner W., 1993. Rückblick und Vorschau auf die Bekämpfung des Apfelwicklers. *Obstbau-Weinbau* **12**, 355-357.

## Zusammenfassung

### Feststellung der Resistenz beim Apfelwickler *Cydia pomonella*. Insektizidtests auf diapausierenden Raupen aus der Schweiz, Armenien und Bulgarien

Die Resistenz des Apfelwicklers *C. pomonella* wurde mittels der Applikation diskriminierender Insektiziddosierungen untersucht. Die getesteten, diapausierenden Raupen stammten aus Schweizer, armenischen und bulgarischen Obstanlagen. Die Resistenz variierte je nach Herkunft und unterworfenem Pflanzenschutzprogramm. Die Schweizer Stämme sind in den schlimmsten Fällen stark resistent gegen die Wachstumsregulatoren Fenoxycarb, Tebufenozid, Methoxyfenozid und Diflubenzuron, sowie gegen Deltamethrin und die Phosphorester Phozalon und Azinphos-Methyl. Hingegen sind sie etwas weniger stark resistent gegen Chlorpyrifos-Methyl und Chlorpyrifos-Ethyl. Die Resistenzbildung gegen neuere Produkte wie Indoxacarb, Imidacloprid, Thiacloprid und Spinosad kann ebenfalls ziemlich ausgeprägt sein. Die beiden Populationen aus Armenien und Bulgarien waren äusserst resistent gegen Phosphorester und Pyrethroide, jedoch deutlich weniger gegen Wachstumsregulatoren und neuere Produkte. Nur bei Emamectin, einem sich in Entwicklung befindendem Insektizid, gibt es keine Anzeichen von Kreuzresistenz. Die empfohlene Resistenzmanagementstrategie, bestehend aus einer Kombination von Verwirrungstechnik und Granuloseviren, erlaubte den meisten Produkte innerhalb von wenigen Jahren, eine verbesserte Wirksamkeit wiederzuerlangen.

## Summary

### Detection of resistance in the codling moth *Cydia pomonella*. Insecticides tests on diapausing larvae from Switzerland, Armenia and Bulgaria

Resistance detection tests were carried out by the topical application of discriminating insecticide doses on diapausing larvae of the codling moth *C. pomonella* collected in Swiss, Armenian and Bulgarian orchards. The level of resistance varied according to the origin of the populations and their history of pesticide treatment. Swiss strains were, in the worst cases, highly resistant to the insect growth regulators fenoxycarb, tebufenozide, methoxyfenozide and diflubenzuron, to deltamethrin as well as to the organophosphates phosalone and azinphos-methyl. They were a little less resistant to chlorpyrifos-methyl and chlorpyrifos-ethyl. Resistance to more recent products such as indoxacarb, imidacloprid, thiacloprid and spinosad was also very pronounced. The two strains coming from Armenia and Bulgaria were highly resistant to the organophosphates and pyrethroids whereas the efficacy of insect growth regulators and of the more recent products was clearly less affected. Only Emamectin, a new insecticide still in development, showed no signs of cross-resistance. The recommended strategy for resistance management, consisting of a combination of mating disruption technique and granulosis virus, improved efficacy of the majority of the products after few years.

**Key words:** codling moth, *Cydia pomonella*, insecticides, resistance, Switzerland, Armenia, Bulgaria.

## Riassunto

### Determinazione della resistenza della carpocapsa *Cydia Pomonella*. Test d'insetticidi su bruchi in diapausa provenienti da Svizzera, Armenia e Bulgaria

Dei test di depistaggio di resistenza sono stati effettuati con l'applicazione topica di dosaggi discriminanti d'insetticidi su larve in diapausa della carpocapsa *C. pomonella* catturate in frutteti svizzeri, armeni e bulgari. Il grado di resistenza varia secondo la provenienza delle popolazioni e dei precedenti trattamenti ai quali sono state sottoposte. Nei casi più gravi i ceppi svizzeri sono fortemente resistenti ai RCI e ICI fenoxycarb, tebufenozide, methoxyfenozide e diflubenzurone, alla deltametrina così come agli esteri fosforici fosalone e azinphos-metile, un po' meno al clorpirifos-metile, clorpirifos-etile. La resistenza ai prodotti più recenti come indoxacarb, imidaclopride, thiaclopride e spinosad può ugualmente essere molto marcata. Le due popolazioni testate provenienti d'Armenia e Bulgaria sono molto resistenti agli esteri fosforici e piretrinoidi mentre l'efficacia dei RCI, ICI e di altri prodotti più recenti è nettamente meno intaccata. Solo l'emamectina, un prodotto in fase di sviluppo, non presenta alcuna resistenza incrociata sui ceppi testati. La strategia preconizzata per la gestione della resistenza che consiste nel combinare la tecnica della confusione con il virus della granulosa permette, dopo qualche anno, di rafforzare l'efficacia della maggior parte dei prodotti.



Tracteur Viti-plus équipé d'une prétailleuse Binger ou Ero

# LOEFFEL

- Tracteurs à roues et à chenilles hydrostatiques, adaptables à la largeur de vos vignes, pentes jusqu'à 70%
- Construction et recherche mécanique viticole

**Les Conrardes 13 - 2017 Boudry**  
**Tél. 032 842 12 78 - Fax 032 842 55 07**  
 Découvrez notre large assortiment sous [www.loeffel-fils.com](http://www.loeffel-fils.com)



**JACQUES ISELY**

MATÉRIEL VITICOLE ET ARBORICOLE

## Le spécialiste de l'armature



- Piquets métalliques
- Piquets bois  
double imprégnation, toutes dimensions
- Fil nylon, BAYCO  
(ne se tend qu'une seule fois)
- Amarres

**AGROVINA**  
 Venez  
 nous  
 visiter  
 au  
 stand 3223

Chemin de Jorattez 3      Tél. 021 652 07 34  
 1052 Le Mont-sur-Lausanne      Fax 021 652 20 24

### Vigne & Cave AVIDOR Sàrl

Place de la gare  
 1070 Puidoux  
 info@vigneeetocave.ch  
 www.vigneeetocave.ch

Christophe Légeret  
 Tél. : 021 946 52 00  
 Fax : 021 946 30 28  
 Mobile : 079 438 45 80

Horaires : Magasin : Lu-Ve : 0730 - 1200 (après-midi sur rdz)  
 Atelier : Lu-Me : 0730 - 1900

**Spécial AGROVINA 2008 Stand no 2204**  
**Offre et Leasing à 0% intérêt / 3 ans**



Votre partenaire  
 pour  
 l'œnologie  
 et  
 la viticulture



Pressoirs  
 Flotation  
 Cuverie  
 Etiqueteuse  
 Pompe-filtre



Location de  
 machines et  
 accessoires  
 Magasin  
 Prestation



Atelier de  
 réparation  
 et vente  
 Grizzly  
 Avidor



## PÊPINIÈRES VITICOLES



Sélection Valais

PAUL-MAURICE BURRIN  
 ROUTE DE BESSONI 2  
 1955 SAINT-PIERRE-DE-CLAGES  
 TÉL. 027 306 15 81  
 FAX 027 306 15 50  
 NATEL 079 220 77 13



### JEAN-PAUL GAUD SA

BOUCHONS - CAPSULES - CAPSULES A VIS



Rue Antoine-Jolivet 7 - CP 1212 - 1211 Genève 26  
 Tél. +41 01 22 343 75 42 - [www.gaud-bouchons.com](http://www.gaud-bouchons.com)