



Revue suisse de
viticulture arboriculture
horticulture

Mai-Juin 2007 – Vol. 39 – N° 3

Prix: 13.-

Publiée par la Station de recherche Agroscope Changins-Wädenswil ACW, l'Ecole d'ingénieurs de Changins, Agridea et avec l'appui d'Agora



Verre sur mesure

1.

Service sur mesure:
aussi individuel que vos désirs.

2.

Qualité sur mesure:
la norme ISO 9001 et notre
support technique vous
garantissent la meilleure qualité.

3.

Economies sur mesure:
une logistique adaptée à vos besoins
permet de réduire vos coûts.

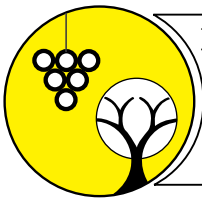
4.

Design sur mesure:
conseil, assistance et connaissance du
marché permettent à chaque verre
d'exprimer sa vraie nature.

5.

Vetropack SA
Rue de la Verrerie
CH-1163 St-Prex
Tel.: +41 (0) 21 823 13 13
Fax: +41 (0) 21 823 13 10
E-Mail: marketing@vetropack.ch
www.vetropack.com





Sommaire



Photo de couverture:

Le perce-oreille commun *Forficula auricularia* (femelle à gauche, mâle à droite) se montre très efficace dans la régulation du psylle du poirier. Les expériences des cinq dernières années ont montré qu'une maîtrise efficace et durable du psylle du poirier ne s'obtient qu'en intégrant tous les facteurs d'influence: conduite de la culture, lutte directe raisonnée et préservation des auxiliaires (voir à ce sujet l'article de Höhn *et al.* en p. 169).

(Photo A. Lahusen, ACW)

Editorial

Changements climatiques, ouverture des marchés et chute des prix: les lois de la nature restent les mêmes! – H. HÖHN

157

Agroscope Changins-Wädenswil ACW

Faits marquants en 2006 à Agroscope ACW – J.-P. MAYOR

159

Régulation du psylle du poirier. Résultats et observations de 2002 à 2006 en Suisse alémanique

169

H. HÖHN, A. LAHUSEN, R. EDER, T. ACKERMANN, L. FRANCK, H. U. HÖPLI et J. SAMIETZ

Nouveau cas de résistance aux insecticides de la tordeuse de la pelure capua (*Adoxophyes orana*) – C. SALAMIN, P. J. CHARMILLOT et D. PASQUIER

179

SOPRA: un outil d'avertissement contre les ravageurs en arboriculture

187

J. SAMIETZ, B. GRAF, H. HÖHN, L. SCHAUB et H. U. HÖPLI

Fiche horticole: La désinfection des serres – C. GILLI et W. HELLER

195

Efficacité du virus de la granulose appliqué par trempage des pommes sur des larves de carpocapse *Cydia pomonella*

207

C. SALAMIN, P. J. CHARMILLOT, D. PASQUIER et P. PEEVA

Fiche horticole: La mosaïque du pépino sur tomate

211

M.-E. RAMEL, P. GUGERLI et C. GILLI

En collaboration avec Agridea, EPFL et Prométerre

Le réseau interactif en viticulture (RIV), un projet novateur au service de tous

203

B. AEBERHARD, PH. DROZ, R. CALOZ, J. INGENSAND, K. PYTHOUD, F. MURISIER, V. ZUFFEREY et D. ROJARD

Agroscope Reckenholz-Tänikon ART

Evaluation de la charge de travail en production de pommes

199

I. SICHERT, K. HEITKÄMPER et M. SCHICK

Nouveautés de l'Ecole d'ingénieurs de Changins

Recherche appliquée et Développement à l'EIC – J.-P. BURDET

213

Chroniques

Urs Hilber relève un nouveau défi professionnel: au revoir et merci!

158

La coccinelle asiatique: une menace réelle pour notre viticulture?

214

Informations agricoles

Deux médailles pour la Cave de Genève à Chardonnay du Monde® 2007

210

Naissance de l'Institut Français de la Vigne et du Vin

210

Revue suisse de Viticulture, Arboriculture et Horticulture et/ou Revue suisse d'Agriculture

EDITEUR: AMTRA (Association pour la mise en valeur des travaux de la recherche agronomique).
CP 1006, 1260 Nyon 1 (Suisse) – www.amtra.ch

REDACTION: André Maillard (directeur et rédacteur en chef)
Eliane Rohrer et Sibylle Willi
tél. (+41) 22 363 41 54, fax (+41) 22 363 41 55,
e-mail: eliane.rohrer@acw.admin.ch

COMITE DE LECTURE: J.-Ph. Mayor (directeur), Ch. Carlen, N. Delabays,
P. Gugerli, F. Murisier et O. Viret (ACW)
C. Briguet (directeur) EIC
Dominique Barjolle (directrice) Agridea

PUBLICITE: PRAGMATIC SA, 9, av. de Saint-Paul, 1223 Cologny,
tél. (+41) 22 736 68 06, fax (+41) 22 786 04 23

PREPRESSE: inEDIT Publications SA, 1025 Saint-Sulpice

IMPRESSION: Courvoisier-Attinger Arts graphiques SA

SERVICE DES ABONNEMENTS

Vous pouvez obtenir soit un abonnement **combiné** à nos deux Revues (12 numéros), c'est-à-dire *Revue suisse de Viticulture, Arboriculture et Horticulture* et *Revue suisse d'Agriculture* à un **prix très favorable**, soit un abonnement **simple** à l'une ou à l'autre (6 numéros).

ABONNEMENT ANNUEL (2007)

	SIMPLE (6 numéros)	COMBINÉ (12 numéros)
SUISSE:	CHF 43.–	CHF 64.–
FRANCE:	€ (Euros) 34.–	€ (Euros) 49.–
AUTRES PAYS:	CHF 49.–	CHF 72.–

RENSEIGNEMENTS ET COMMANDES: Pierre-Alain Nussbaum,
Agroscope Changins-Wädenswil ACW, 1260 Nyon 1
Tél. (+41) 22 363 41 51/52 ou fax (+41) 22 363 41 55
E-mail: pierre-alain.nussbaum@acw.admin.ch

CCP 10-13759-2 ou UBS Nyon, compte CD-100951.0 ou chèque



Service Company SA
4538 Oberbipp Tél. 032 636 66 66
www.serco.ch info@serco.ch



**Le tracteur qui pense à tout,
qui passe partout arrive en Suisse.**

**Nos conseillers de vente
pour la Suisse Romande:**

Richard Debely 079 631 43 07
Robert Wüthrich 079 208 30 82

CoPra Sàrl
1113 St-Saphorin-s/Morges 021 803 79 00
Wulliens Bernard
1148 Cuarnens 021 864 51 36
MEYTAM SA
1236 Cartigny 022 756 33 06
Tracto-Jardin Sàrl
1267 Vich 022 364 16 32
Chautems Henri SA
1373 Chavornay 024 441 16 59
René Bovay SA
1415 Démoret 024 433 03 30
UMATEC, fenaco
1564 Dommidier 026 675 21 41
Bérard SA
1680 Romont FR 026 652 20 29
Chablais-Machines Sàrl
1893 Illarsaz 024 472 33 44
ETS Chappot SA
1906 Charrat 027 746 13 33
Jeanneret Hydro mécanique Sàrl
2112 Môtiers NE 032 861 33 38
Linder Eugène
2300 La Chaux-de-Fonds 032 968 45 69
Garage du Peca SA
2873 Saulcy 032 433 43 13
UMATEC, fenaco Jura
2942 Alle 032 471 09 89

Innovation. Performance. Proximité. Créons ensemble un avenir plus fort.

BBB COMMUNICATION - 721

Delta
Réception de vendange



Bucher
Pressurage



Flavy
Filtration tangentielle



Nos concessionnaires agréés :

Avidor Valais
3960 Sierre
Tél. 027/456 33 05

Gigandet SA
1853 Yvorne
Tél. 024/466 13 83

J. Jacques Hauswirth
1183 Bursins
Tél. 021/824 11 29

BUCHER
vaslin

Bucher Vaslin - Philippe Besse
CH-1787 Mur/Vully - Tél. 026/673 90 90 - Fax 026/673 90 99
philippe.besse@buchervaslin.com

www.buchervaslin.com
Votre réussite est notre priorité

Changements climatiques, ouverture des marchés et chute des prix: les lois de la nature restent les mêmes!

La volonté d'éliminer tous les risques en appliquant toujours plus de produits phytosanitaires ne conduit pas forcément au but souhaité et certainement pas à des solutions durables. Dans les années 1960-1970 déjà, les psylles du poirier, acariens, pucerons cendrés et autres insectes posaient des problèmes croissants en arboriculture. La nuisibilité des psylles était si importante dans certaines régions européennes, que des parcelles entières de poiriers ont été arrachées. Dans beaucoup de vergers, l'acarien rouge était considéré comme le ravageur principal. Ces problèmes ont toutefois aussi eu le mérite d'amener à examiner plus précisément les facteurs et les relations qui peuvent influencer sur les ravageurs. Certains problèmes phytosanitaires ont été pour ainsi dire «programmés» sur l'exploitation. Ainsi, dans le cas du psylle commun du poirier, de l'araignée rouge et d'autres organismes nuisibles, la conduite de la culture (variété, situation, taille, fertilisation, etc.) peut exercer une grande influence sur le développement des infestations. De la même façon, il s'est avéré que l'engagement de produits phytosanitaires exerçait souvent des effets secondaires indésirables, en éliminant des auxiliaires naturels importants tels que les punaises et les acariens prédateurs, et qu'ils encourageaient en partie l'augmentation des ravageurs dans les cultures. Par ailleurs, d'autres essais ont montré que ces auxiliaires pouvaient limiter de manière efficace certains ravageurs. Ces observations et résultats ont été pris en considération et, avec l'introduction de la PI, transposés dans la pratique. Les lois de l'écologie des populations n'ont pas changé mais, à cause de leur complexité, elles sont souvent écartées ou oubliées. Elles se confirment cependant encore et toujours, comme le montre l'article de Höhn et al. en p. 169.

Dans ce contexte, les résultats obtenus avec les perce-oreilles – des omnivores comme l'homme – sont particulièrement intéressants. En production de poires de table, les perce-oreilles constituent des auxiliaires efficaces, réduisant rapidement les populations de psylles du poirier et, même à densité élevée, n'endommagent jamais les fruits. Cependant, sur des fruits tendres et doux comme les abricots par exemple, ils peuvent se transformer en ravageurs. Les hommes aussi deviennent parfois involontairement des «organismes nuisibles»: comme le montre l'article sur les psylles du poirier, de mauvaises décisions et périodes de traitement peuvent avoir des conséquences négatives sur le développement des ravageurs et mettre en échec les solutions durables. Pour éviter de telles erreurs, une multitude de systèmes d'information et d'aides à la décision sont mis à la disposition des producteurs, comme le système de prévision des ravageurs en arboriculture SOPRA, présenté dans l'article de Samietz et al. en p. 187. Basés sur des modèles phénologiques et s'appuyant sur les lois de régulation naturelle, ces systèmes d'aide à la décision conservent leur validité même en cas de réchauffement du climat. Finalement, et ce qui ne change rien aux lois de la nature, le choix des mesures phytosanitaires ne peut être pris que par le producteur lui-même, en fonction de sa propre situation. C'est lui qui est aux commandes et doit évaluer les mesures qu'il prend dans son entreprise, en termes de dommages et d'avantages, de risques et de profits, pour assurer une production de fruits saine et durable.

Heinrich Höhn

 E-mail: heinrich.hoehn@acw.admin.ch

Urs Hilber relève un nouveau défi professionnel: au revoir et merci!

Sous-directeur d'Agroscope Changins-Wädenswil ACW et chef du site de Wädenswil, Urs Hilber reprend la direction de la Haute école spécialisée de Wädenswil le 1^{er} juillet 2007.

Dès le début de sa carrière professionnelle, Urs Hilber a été lié à Wädenswil. Sa collaboration avec l'ancienne Station fédérale FAW comme assistant dans des projets de protection des végétaux et de vulgarisation a même commencé avant l'obtention de son diplôme de biologie en 1989. Cette collaboration s'est approfondie durant l'élaboration de sa thèse, défendue en 1992, et c'est tout naturellement qu'Urs Hilber a encore travaillé deux ans comme post-doctorant à la FAW.

Après un détour dans le secteur privé, il a été nommé collaborateur scientifique en mycologie en 1996. Parallèlement à cela, il a aussi été chargé de mettre en place un laboratoire de biologie moléculaire. Ce faisant, il a renouvelé les méthodes de sélection classiques pour les plants d'arbres fruitiers et de diagnostic phytosanitaire, ce qui a encore consolidé la renommée de la FAW.

Urs Hilber a toujours jugé essentiel de développer les compétences techniques et également de promouvoir la formation et le perfectionnement. Il s'est donc engagé au niveau cantonal comme enseignant en phytopathologie pour la formation des apprentis.

Ses compétences sociales et professionnelles ont été déterminantes dans sa nomination en 1998 au poste de sous-directeur de la FAW et chargé de la coordination globale de la recherche. Cette étape a coïncidé avec les travaux préparatoires liés à la nouvelle gestion de la recherche agronomique par mandat de prestations et enveloppe budgétaire. Urs Hilber a apporté une contribution importante à la conception de ces nouveaux instruments. Ses talents de leader, sa démarche structurée et sa communication transparente ont aussi été précieux lors de la réorganisation

de la FAW. L'accomplissement de cette tâche, couronnée de succès, a encore renforcé la confiance dans les compétences de conduite d'Urs Hilber à l'intérieur et à l'extérieur de la FAW. En 2000, la direction opérationnelle de la FAW lui a été confiée et le poste de directeur attribué en 2002.

Urs Hilber a toujours su garder son esprit critique et autocritique malgré le succès. Il a donc tenu à créer les conditions organisationnelles et professionnelles permettant de poursuivre la recherche agronomique dans le contexte d'une concurrence toujours plus ardue. Ainsi, il a activement participé au regroupement des directions d'Agroscope en trois unités et a joué un rôle pionnier dans la mise en réseau de la recherche et de la pratique. Son travail a reçu des échos favorables et a contribué à donner une très bonne image de Wädenswil notamment auprès des branches horticole et maraîchère. Urs Hilber s'est également investi pour développer la coopération dans la recherche au sein d'Agroscope, mais aussi avec d'autres institutions de recherche en Suisse et à l'étranger, ce qui lui a valu une reconnaissance et une estime étendues.



Son bagage d'enseignant et sa grande expérience professionnelle ont convaincu le Canton de lui confier la direction de la Haute école spécialisée de Wädenswil. Urs Hilber changera donc de «maison» le 1^{er} juillet 2007, fidèle à Wädenswil et à l'agriculture.

Nous lui souhaitons beaucoup de succès et de satisfaction dans sa nouvelle activité et le remercions pour son engagement et son esprit visionnaire si précieux pour la recherche agronomique en Suisse. Nous nous réjouissons de poursuivre notre fructueuse collaboration avec lui.

*Manfred Bötsch
Directeur de l'Office fédéral de l'agriculture*



Faits marquants en 2006 à Agroscope ACW

Viticulture



Comportement du Pinot noir dans différentes conditions pédo-climatiques du Valais

Les températures de l'air et les précipitations observées durant la période de végétation ont joué un rôle prépondérant sur le développement végétatif de la vigne (vitesse de croissance, surfaces foliaires), sur la précocité et la maturation du Pinot noir. Aucune contrainte hydrique n'a été décelée sur l'ensemble du réseau d'étude (11 parcelles) en 2006.

Age de la vigne et qualité des vins rouges

Les résultats de la dégustation montrent que chez les cépages rouges (Gamay, Syrah et Humagne rouge), les vins issus des vieilles vignes ont été un peu mieux appréciés que ceux des jeunes plants, notamment pour la qualité des tanins jugés plus charpentés et fermes, et leur plus grande structure.

Age de la vigne et qualité des vins blancs

Chez les cépages blancs (Chasselas, Arvine et Pinot blanc), on note peu de différences quant à la qualité des vins de Chasselas et d'Arvine en fonction de l'âge des vignes. Les vins issus des vieilles vignes de Pinot blanc ont été néanmoins mieux notés que ceux des jeunes plants, principalement pour la typicité et la finesse du bouquet.

Réseau interactif en viticulture (RIV) et terroirs viticoles vaudois

Les observations menées en 2006 sur le pédoclimat thermique des sols ont mis en évidence la très bonne relation existant entre la vitesse de croissance végétative et la température des sols mesurée à 30 cm de profondeur. Les sites à faible réserve hydrique ont présenté, de manière générale, des températures de sol plus élevées que les sites à forte réserve. La nature des sols (pierrosité, compacité) détermine également le pédoclimat thermique.

Les Muscats en Valais

Des observations ampélographiques confirmées par des analyses moléculaires ont mis en évidence que le terme de Muscat recouvre deux cépages distincts en Valais: le Muscat blanc à petits grains, bien connu, et le Muscat dit du Pays, ou Moscato giallo, également cultivé en Italie, notamment dans le Haut-Adige où il porte le nom de Goldenmuskateller.

Sauvegarde de la diversité génétique des Muscats en Valais

Une prospection dans d'anciennes vignes effectuée avec l'Office cantonal du Valais a permis de sauvegarder la diversité génétique des deux variétés de Muscat cultivées en Valais. Une très grande variabilité a pu être observée et une quarantaine de types de chacune des variétés pourra être introduite dans le conservatoire de génotypes à Chamoson.

Typicité de la Petite Arvine

Le composé aromatique caractérisant les vins de Petite Arvine est le 3-Mercaptohexanol. La concentration de son précurseur a été déterminée dans plusieurs lots issus de l'expérimentation viticole en collaboration avec la HEVs. Sur les vins de 2005, une bonne corrélation est apparue entre ce marqueur et leur typicité à la dégustation. L'étude se poursuivra pour préciser l'intérêt de ce marqueur pour la recherche.

Comportement du Merlot dans différentes conditions pédo-climatiques du Tessin et terroirs viticoles tessinois

Les observations menées au cours de la première année d'étude ont mis en évidence une bonne relation entre les réserves hydriques des sols et la maturation des raisins. Les parcelles à plus faible réservoir hydrique ont présenté, de manière générale, des baies plus légères, des acidités plus basses et des teneurs en sucre plus élevées que les parcelles à moyenne ou forte réserve hydrique.

Seul le passerillage sur souche améliore la qualité des raisins du Merlot

Les essais 2006 confirment que le Merlot ne réagit pas à la limitation de la production. Une diminution de 32% du rendement n'a pas amélioré la teneur en sucre. Par contre, le passerillage sur souche a permis de l'augmenter de 17 °Oe, avec une diminution de production de 25%.

Le porte-greffe 5BB, la solution pour le Gamaret au Tessin?

Le porte-greffe 5BB apporte trop de vigueur au cépage Merlot et il est déconseillé au Tessin. Par contre, les premiers résultats d'un essai de porte-greffe confirment son intérêt avec un cépage «faible» comme le Gamaret sur des sols de colline peu fertiles comme dans le vignoble de Gudo.





Des nouveaux cépages adaptés à notre époque

D'entente avec la pratique et en collaboration avec l'Institut de recherche en agriculture biologique de Frick (FiBL), ACW coordonne l'examen des nouveaux cépages adaptés aux conditions de Suisse orientale. Des pépiniéristes, des praticiens, des sélectionneurs et d'autres instances de recherche y participent. Les cépages résistants aux maladies fongiques sont également étudiés afin de promouvoir une culture sans fongicides.

Identification des cépages: banque de données sur Internet

Des méthodes moléculaires pour la détermination des cépages ont été développées par ACW en collaboration avec l'Université de Neuchâtel. A cette fin, ACW a optimisé la technique des micro-satellites. Les données nécessaires pour cette détermination sont consultables sur le site Internet www.unine.ch/nccr/svmd. Cette méthode d'identification contribue à la conservation de la diversité des cépages en Suisse.

Premières expériences de régulation des rendements

Pour obtenir des grappes de qualité, il est important de disposer de moyens efficaces de régulation des rendements. Les travaux préliminaires réalisés en Suisse romande ont donné des résultats positifs. En collaboration avec la Haute école de Wädenswil, de premières expériences ont été conduites dans les conditions de production de Suisse orientale. Les résultats sont encourageants et incitent à mettre au point une méthode applicable dans la pratique.

Oenologie

Amélioration de la qualité des vins d'Arvine et de Sauvignon

Le traitement de la vendange égrappée et foulée avec une installation semi-industrielle d'ultrasons a significativement amélioré la qualité gustative des vins.

Amélioration de la qualité des vins de Pinot noir

Le report de la vendange de sept à dix jours augmente la qualité gustative, l'intensité colorante et la teneur en alcool des vins par rapport à la date de récolte normale.

Amélioration de la qualité des vins de Gamay

Le passerillage hors souche de la vendange, pratiqué jusqu'à une élévation de la densité du moût de 2 °Oe seulement, a significativement amélioré la qualité des vins après deux ans de vieillissement en bouteille.

La température de fermentation optimale dépend-elle du cépage?

La température a une grande influence sur le déroulement de la fermentation des moûts et sur la qualité des vins. La température optimale est-elle spécifique pour chaque cépage? Les recherches d'ACW sur le Müller-Thurgau ont démontré qu'il n'existe pas de température optimale pour cette variété, mais une température optimale selon les levures employées.

Fructoferm W3: des levures pour soigner les blocages de fermentation

En mars 2006, lors de la traditionnelle journée consacrée aux levures, les praticiens ont parlé de leurs expériences positives avec la levure Fructoferm W3. Cette levure sélectionnée par ACW, commercialisée depuis l'automne 2005, soigne les blocages de fermentation. En 2006, cette levure a permis de sauver quelque deux millions de bouteilles de vin. Fructoferm W3 a obtenu le prix de l'innovation Intervitis 2007.

Un colloque analytique au service de la qualité du vin suisse

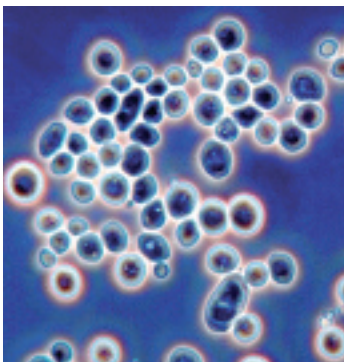
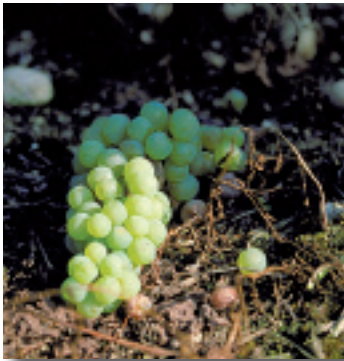
Chaque année, un colloque permet de présenter les résultats des essais comparatifs et de les soumettre au jugement des professionnels. Cette rencontre est intéressante pour les laboratoires qui travaillent dans le domaine du contrôle de la qualité des vins. Les échanges sont riches entre spécialistes provenant de petites exploitations, de caves commerciales ou de laboratoires cantonaux. Cette contribution est bienvenue pour le maintien de la haute qualité du vin suisse.

Les mandats d'analyse des vins permettent de voir où sont les problèmes

En 2006, de nombreux clients ont demandé des analyses de vin. Les méthodes d'analyse sont régulièrement mises à jour et adaptées aux techniques les plus performantes. Les échantillons donnent une vue d'ensemble réaliste des problèmes rencontrés lors de la vinification. Cela permet à ACW de mieux répondre aux besoins tant par ses activités de recherche que par ses activités de vulgarisation.

Prévention des polyphénols astringents dans le vin

De nouvelles matières sont à l'origine d'une désagréable augmentation de l'astringence (goût en bouche grossier, rugueux) dans certains vins de Suisse orientale. Grâce à l'analyse de la composition du vin, ACW est sur la bonne piste pour en déterminer les causes et définir ensuite les mesures de prévention.





Maladies et ravageurs

Amélioration du diagnostic des viroses

Le diagnostic des viroses de la vigne a été amélioré par le développement d'un anticorps monoclonal générique. Il permet de détecter rapidement les virus 4, 5, 6, 7 et 9 associés à l'enroulement de la vigne.

L'enroulement de la vigne est largement répandu dans le vignoble valaisan

Dans le cadre d'une thèse, une étude a été lancée pour évaluer l'impact de la maladie de l'enroulement dans le vignoble valaisan.

Situation de la flavescence dorée

Les analyses moléculaires ont permis de suivre l'évolution de la flavescence dorée de la vigne en Suisse. Cette maladie de quarantaine reste cantonnée au Tessin, mais elle apparaît pour la première fois dans le Sopraceneri. Des foyers sont en effet identifiés dans les vignobles de la plaine de Magadino, à Sementina, Losone et Gerra Piano, augmentant la surface de lutte obligatoire qui, en 2007, représentera au total près de 600 ha de vigne.

Répartition du vecteur de la flavescence dorée

La présence du vecteur *Scaphoideus titanus* était déjà connue en Suisse, dans tout le Tessin ainsi que dans quelques vignobles de la rive gauche du canton de Genève. Une surveillance nationale a repéré également le vecteur dans le bassin lémanique (cantons de Genève et de Vaud).

Lutte efficace contre le vecteur de la flavescence dorée sans contradiction avec la PI

La stratégie de lutte, basée sur deux applications de buprofézine, appliquée en 2005 sur les 350 ha de vignes du Mendrisiotto a permis de réduire de 92% les populations de *S. titanus* en 2006 par rapport à la situation initiale de 2005. Ce résultat confirme la validité d'une stratégie qui permet une lutte efficace contre *S. titanus* sans mettre en cause la production intégrée.

En 2006, le dessèchement de la rafle et le flétrissement de la grappe ont donné du fil à retordre

En 2006, surtout dans les vignobles de Suisse orientale, les vigneron ont été confrontés à de gros problèmes de dessèchement de la rafle et de flétrissement des baies. Les tentatives de lutte entreprises avec la collaboration des praticiens n'ont pas donné les résultats espérés. Le flétrissement de la rafle reste encore parmi les préoccupations des chercheurs d'ACW.

Développement du site www.agrometeo.ch

Plus de 40 000 requêtes ont été comptabilisées sur le site Agrometeo en 2006, représentant environ 1600 à 1800 utilisateurs différents. Huit nouvelles stations ont été mises en fonction en Suisse romande et un logiciel pour le calcul du bilan hydrique des sols est disponible pour la gestion de l'irrigation en arboriculture fruitière. La prévision du mildiou de la vigne a couvert 42 000 ha de vigne en Suisse et en Allemagne (39 stations dans le Bade-Wurtemberg).

Dosage des fongicides viticoles adapté aux surfaces foliaires

Des essais comparant le nouveau système de dosage des fongicides en fonction des surfaces foliaires au système adapté à la phénologie ont permis de confirmer l'efficacité de la lutte contre le mildiou et l'oïdium dans des conditions particulièrement favorables au mildiou. L'adaptation des dosages permet en outre une réduction des intrants de l'ordre de 15-20% en début de saison.

Répartition de la bouillie dans la zone des grappes et lutte contre la pourriture grise

Des mesures de dépôt de matière active ont montré qu'il est pratiquement impossible de déposer des fongicides sur les baies à l'intérieur des grappes après le stade L (77, fermeture des grappes). Ces résultats confirment que la lutte contre la pourriture grise doit intervenir avant ce stade, le traitement à la véraison n'étant que complémentaire.

Alternatives de lutte contre la pourriture grise

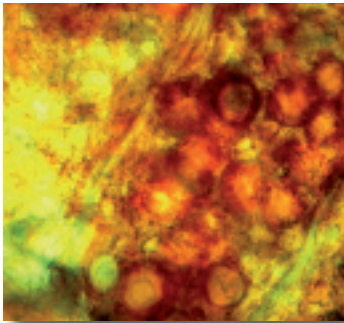
La pourriture grise est à l'origine d'importantes pertes économiques, comme dans certains secteurs du vignoble en 2006. L'efficacité d'une application d'acide gibbérellique à la floraison ou la régulation des rendements en coupant les grappes en deux ont montré autant d'efficacité que l'application de certains fongicides anti-botrytis.

Détection moléculaire des pathogènes de la vigne en phase de latence

Les marqueurs moléculaires spécifiques pour l'oïdium et *Botrytis cinerea* ont été développés. La spécificité de ces outils ouvre de nouvelles perspectives pour les connaissances épidémiologiques durant les phases de latence de ces organismes et pour la prévision des risques.

Nouvel outil moléculaire pour l'identification des champignons de l'esca dans des bois asymptomatiques

Les 49 espèces fongiques isolées de vignes apoplectiques ont été caractérisées selon leur température de «melting» en PCR quantitative (Q-PCR). Cette méthode offre la possibilité d'analyser, par une méthode de prélèvement non destructive, la présence ou l'absence des douze champignons liés à l'esca en une seule étape, sans purification d'ADN ni besoin d'amorces spécifiques.





Utilisation de marqueurs biochimiques pour la résistance au mildiou entre l'INRA et ACW

Les marqueurs biochimiques et les critères de sélection de cépages résistants au mildiou mis au point à ACW dans le cadre du NCCR-Plant Survival ont été appliqués à l'INRA de Colmar. Les méthodes biochimiques ont été standardisées entre les deux instituts et une collaboration pour la mise en évidence de nouveaux QTL (*quantitative trait loci*) de résistance au mildiou chez la vigne a été amorcée.

Composition des cires épicuticulaires et de la cutine de cépages résistants à l'oïdium

Les stilbènes ne jouent aucun rôle dans la résistance de la vigne à l'oïdium. La composition chimique des cires épicuticulaires et de la cutine de cépages sensibles et résistants à l'oïdium montre des différences importantes qui peuvent être visualisées par des profils en couche mince (TLC). Une micro-analyse a été mise au point et sera appliquée à l'analyse des semis de pépins de raisin issus du programme d'hybridation (IRAC, ACW-Pully).

Métabolites secondaires des champignons de l'esca

Une analyse par HPLC des métabolites secondaires (antibiotiques, toxines fongiques à effet fongicide, phytotoxines) produits par les champignons les plus importants de l'esca a été mise au point. La caractérisation chimique de ces molécules est réalisée en collaboration avec l'Université de Neuchâtel dans le cadre de l'action COST 858.

Arboriculture



Pommes: conservation de Mairac et Golden Orange traitées au 1-MCP

Les résultats de conservation ULO avec un traitement au 1-MCP (inhibiteur du processus de maturation des fruits) ont montré que les fruits de ces deux variétés restent plus fermes et perdent moins d'acidité durant le stockage. La durée de conservation est ainsi nettement prolongée. En plus, les qualités gustatives se maintiennent très bien durant deux semaines à température ambiante chez le consommateur.

Abricotier: choix de porte-greffe

Un essai réalisé sur le domaine expérimental d'Aproz a permis de préciser quels porte-greffe peuvent être recommandés pour l'abricotier dans les conditions du Valais central. Par rapport au Myrobolan utilisé traditionnellement, trois nouvelles sélections offrent une alternative intéressante: Torinel, pour sa bonne affinité et un effet positif sur le calibre des fruits, Citation pour la réduction de la vigueur et Julior dans les situations de sols peu fertiles.

Abricots: bientôt de nouvelles variétés ACW

Dans le cadre du renouvellement des anciens vergers d'abricotiers Luizet, de nouvelles variétés issues de notre programme de sélection pourront bientôt être proposées aux producteurs. Présentant une meilleure aptitude à la conservation (*shelf-life*), une qualité gustative irréprochable et une belle coloration, ces variétés correspondent parfaitement aux critères actuels de commercialisation.

Châtaignier: une mise à fruit lente pour les variétés de «marrons»

La patience est de mise pour voir produire nos châtaigniers, surtout avec les variétés de marrons. La variété Marron de Marradi en est la preuve. Jusqu'à la 8^e année (2005), elle a produit au total 12,85 kg/arbre. En 2006, la production a été de 20,4 kg/arbre.

Informations variétales directement sur www.varietes-arbo.ch

Afin d'améliorer le transfert des connaissances en matière d'évaluation des variétés, un nouveau portail Internet (www.varietes-arbo.ch) a été activé en parallèle avec le site en allemand (www.obstsorten.ch). Grâce à une mise à jour continue des fiches variétales, ce système permet de fournir une information toujours actuelle sur les nouvelles tendances de l'assortiment suisse.

L'examen des variétés s'oriente de plus en plus vers le marché

L'implication des centres de produits «fruits à pépins» et «fruits à noyau» dans les travaux de la Commission d'examen des variétés a permis de mieux prendre en compte les besoins du marché. Grâce à l'analyse de situation des fruits à pépins, les impératifs du marché et les tendances d'évolution font l'objet d'une étude prospective. Cette analyse et les nouvelles fiches descriptives des variétés servent d'instruments de vulgarisation.

ISAFRUIT, un grand projet européen pour augmenter la consommation des fruits

En février 2006, dans la ville danoise d'Helsingør, les instituts de pointe de la recherche fruitière en Europe ont lancé le grand projet ISAFRUIT, avec la participation de 62 partenaires, dont vingt PME. ACW est présente dans différentes parties du projet et a pu contribuer à l'orientation des travaux. Ce programme a pour but d'augmenter la consommation de fruits et il durera jusqu'en 2010 (www.isafruit.org).

Entreposage des cerises

L'entreposage des cerises permet de mieux équilibrer les fluctuations de l'offre et de la demande. Des essais réalisés à ACW l'ont prouvé: il est possible de conserver les cerises de façon très simple durant deux semaines à une température de 1°C. Si, de plus, les fruits sont commercialisés dans un emballage en PET bien fermé, leur qualité sera encore meilleure et leur pédoncule restera bien frais.





Entreposage en atmosphère contrôlée

Les fruits à noyau, les baies et d'autres fruits encore peuvent être conservés en atmosphère contrôlée, dans des harasses ou des sachets fermés. Dans nos tests, le système Palistore s'est avéré bien adapté pour ce genre d'entreposage. Les piles de harasses posées sur une palette sont enveloppées dans un film de plastique étanche, permettant aux fruits de garder leur fraîcheur et leur saveur.

Essais de différents types de damassine de 2003 à 2006

Quinze types de damassine (eau-de-vie de prune du Jura) ont été comparés; ils proviennent de quinze types de pruniers spécifiques au Jura cultivés dans trois endroits du canton. Les prunes ont été acheminées vers la station ACW pour y être broyées et distillées. Les eaux-de-vie se différencient selon le type de prunes mais pas selon le lieu ou l'année de production; ce résultat est confirmé après ces quatre ans d'essais. Trois de ces quinze types ont donné des eaux-de-vie manquant de typicité.

La pomme Milwa: juteuse, croquante et de bonne conservation

La variété Milwa – une obtention d'ACW lancée en Suisse sous la marque Diwa® – est très juteuse, croquante et de saveur agréable. Les essais de conservation menés depuis 1999 ont démontré qu'elle se conserve bien et que sa jutosité et sa fermeté se maintiennent sans pertes jusqu'au mois de juin, pour le plus grand plaisir des consommateurs. Grâce à sa coloration rouge assez précoce, Milwa présente une fenêtre de récolte relativement flexible.

Pêches et nectarines: assortiment pour la vente directe

Grâce au test de nouvelles variétés, un allongement de la période de récolte des pêches et des nectarines est possible en Suisse. Cette production de niche ne pourra cependant porter ses fruits que si la vente directe est bien organisée.

Gestion de l'irrigation en arboriculture

Depuis le printemps 2006, le site www.agrometeo.ch comprend un module de calcul du bilan hydrique pour les cultures fruitières. A partir des données climatiques des différentes stations météorologiques situées dans les principales zones de production fruitière, l'utilisateur, moyennant l'introduction des paramètres du sol et de la culture, peut obtenir les informations nécessaires pour irriguer ses vergers de manière adaptée.

L'éclaircissage s'impose aussi pour les fruits à noyau

Les expériences acquises avec les fruits à pépins sont transposées aux fruits à noyau. Pour les pruneaux, des procédés chimiques et mécaniques sont aujourd'hui disponibles pour la pratique. Pour les cerises, les essais ont démontré que leur qualité est davantage influencée par la variété que par l'éclaircissage. L'ombrage est utilisable comme moyen d'éclaircissage mais coûte encore trop cher.

Maladies et ravageurs

Empreintes digitales du stock nucléaire

Le stock nucléaire des espèces fruitières à pépins et à noyau constitue une base importante pour l'obtention d'un matériel végétal de qualité en pépinière. A l'aide de tests de biologie moléculaire complexes, ACW a pu confirmer l'identité variétale de 320 sortes de pommes et de cerises. Dorénavant, il sera ainsi possible de se passer de l'examen visuel de l'authenticité variétale au moyen d'échantillons de fruits et qui prenait beaucoup de temps.

Des vergers sains grâce à la certification

De nombreux échantillons prélevés par ACW dans les pépinières et dans les vergers ont révélé que différentes maladies sont à nouveau en expansion, c'est le cas notamment de maladies à virus (comme la sharka), et de phytoplasmes (prolifération du pommier ou dépérissement du poirier). Pour maintenir une bonne qualité phytosanitaire en arboriculture, seuls des arbres certifiés doivent être utilisés lors de la constitution de nouveaux vergers.

La lutte biologique contre le feu bactérien progresse

La Suisse interdisant l'usage d'antibiotiques pour lutter contre le feu bactérien, ACW recherche avec énergie d'autres moyens pour combattre cette maladie. Hormis la sélection de plantes résistantes, le recours aux antagonistes est actuellement étudié. Différents micro-organismes font déjà preuve d'une activité prometteuse, qu'il faut encore optimiser.

D'anciennes variétés de pommes présentent une bonne résistance au feu bactérien

Dans le cadre du programme NAP, ACW a fait l'inventaire et la description des variétés anciennes de fruits, sur mandat de l'association Fructus. Sur la base d'un large screening, ACW a pu démontrer la haute tolérance au feu bactérien de certaines de ces variétés. De précieuses ressources génétiques sont ainsi disponibles pour la sélection de nouvelles variétés résistantes.

Stopper la progression de la maladie de l'enroulement chlorotique des espèces fruitières à noyau

La maladie de l'enroulement chlorotique de l'abricotier (ESFY) ainsi que ses vecteurs ont été suivis dans les pépinières et dans les vergers de Suisse alémanique. Le vecteur a été fréquemment observé tandis que la maladie n'a été détectée que sur quelques arbres isolés. Il semble donc possible en Suisse orientale d'éviter cette maladie en arrachant systématiquement les arbres atteints.





Bactériose des arbres à noyaux

Des cas de maladie des taches bactériennes des arbres à noyaux causée par *Xanthomonas arboricola* pv. *pruni* ont été diagnostiqués sur abricotier (Sweet Cot, Jumbo, Flamme Royal) et prunier japonais (TC Sun) dans les communes de Martigny et Fully. Cette bactériose de quarantaine a été identifiée pour la première fois en 2005.

Dépérissement viral du cerisier

Le dépérissement du cerisier est un problème important dans le sud-est de la France. Son étiologie est encore incertaine. En Suisse, quelques arbres montrant des symptômes similaires ont été observés et analysés en 2006. Les analyses confirment la présence de différents virus analogues à ceux qui ont été trouvés en France.

Le flétrissement des pruneaux: un problème insoluble?

La littérature et les essais que nous avons menés depuis longtemps n'ont pas permis de déterminer clairement la cause de cette anomalie. Fumure foliaire, inhibiteurs de transpiration, éclaircissage ou encore irrigation, aucune de ces interventions n'a donné de résultats probants contre ce problème; les effets de la variété et de la météo ont toujours été prédominants. Pour l'instant, aucune solution ne peut être proposée pour le flétrissement du pruneau.

SOPRA: prévision «on line» pour les ravageurs en arboriculture

Des essais approfondis sur la biologie de six importants ravageurs ont servi à ACW pour développer un modèle phénologique qui permet de prévoir le moment optimal d'intervention. Les prévisions sont disponibles sur Internet (www.sopra-acw.admin.ch) comme aide à la décision pour l'arboriculteur.

Poirier: lutte contre les psylles en arboriculture biologique

L'application d'argile calcinée (Argical protect®) sur poirier permet de diminuer les pontes de psylles. Ainsi, une réduction de 95% du nombre d'œufs, de 80% du nombre de larves et d'adultes par rapport au témoin non-traité a été observée à la mi-mai, donnant à ce produit une efficacité prometteuse dans la lutte contre les psylles du poirier.

Nouveau cas de résistance aux insecticides chez la tordeuse de la pelure capua

Un nouveau cas de résistance de capua à des insecticides a été mis en évidence dans un verger à Founex en 2006. Comme dans les foyers découverts en 2004 et 2005 à Etoy et Aigle, la souche de Founex est résistante au lufenuron, au tébufénozide, au méthoxyfénozide et au fénoxycarbe.

La régulation des pucerons est probablement réalisable à l'aide des perce-oreilles

Des essais ont démontré que les perce-oreilles (forficules) permettent de limiter les dégâts toujours plus importants causés par les pucerons. Les insecticides ont une efficacité irrégulière sur les pucerons, qu'ils favorisent même parfois. Une combinaison de la lutte chimique et de la lutte biologique semble prometteuse.



Horticulture



Tomate: influence d'un régime de chauffage économique (intégration des températures IT)

La différence de régime de chauffage (standard/intégration des températures) n'a eu d'influence ni sur l'épaisseur de la tige, ni sur la hauteur d'apparition des bouquets sur la tige, ni sur la qualité analytique et gustative des tomates. Le rendement précoce a été légèrement réduit en régime IT, mais les rendements en fin de culture étaient comparables. L'économie d'énergie simulée avec le logiciel Horticorn est d'environ 20% sur l'ensemble de la culture.

Tomate: comportement de variétés à température réduite

Il s'agissait de définir, parmi douze variétés à grappes, celles qui se comportaient le mieux à basse température. Les variétés Altess, Plaisance, BS 7529 et Climberley ont obtenu les rendements les plus élevés au 30 août. La dernière offre le meilleur compromis qualité/rendement. Elle est également la mieux appréciée des consommateurs avec le taux de sucre le plus élevé.

Concombre conduit en basse température: influence des variétés et du greffage

Dix variétés ont été conduites en plants non greffés et deux d'entre elles également en plants greffés, à basse température. Les meilleures variétés ont été Curtis et Loustik greffées. Loustik non greffée s'est révélée moyennement intéressante. Eminentia et Shakira ont également été retenues. Aramon (greffée ou non), le témoin pour la basse température, a été dépassée pour le rendement et la qualité des fruits.

Incidence de la variété et de la densité de plantation de laitue pommée pour la fabrication de «cœurs de pommée»

Aucune des neuf variétés testées en «cœurs de pommée» n'a obtenu le taux de matière utilisable de 50% exigé par la firme Prodague. Au stade de pomaison le plus avancé, Comore se rapproche le plus de ce seuil. Les variétés RX 2228 et Arcadia sont intéressantes pour la fabrication de «feuilles de pommées avec cœur». La réduction de la densité de plantation améliore le poids moyen et a une influence sur la forme des feuilles.





Composants amers de la carotte

Les enquêtes auprès des consommateurs montrent qu'ils apprécient la carotte et la considèrent comme un légume très sain. Les caractéristiques jugées positives sont la douceur, la fermeté, la jutosité et la fraîcheur. Une texture flasque et de l'amertume sont, par contre, considérées comme des défauts. Les carottes amères sont dépréciées car elles donnent l'impression de manquer de fraîcheur. Les travaux d'ACW ont permis de déterminer les facteurs de stress qui provoquent la formation de composants amers comme les isocoumarines.

Gerbera fleur coupée: réduire les consignes de chauffage pour économiser de l'énergie

Deux variétés de gerbera ont été conduites à température standard et à température réduite. Leurs rendements ont été comparables. Pour le diamètre des fleurs et la longueur des tiges, lorsque des différences ont été observées, c'était en faveur de la conduite froide. Par contre, en automne, les attaques d'oïdium semblent avoir été plus fortes à basse température. Ces résultats doivent être confirmés.

Typhlodromus swirskii: un acarien prédateur prometteur

Cet acarien prédateur originaire de l'est du bassin méditerranéen est en cours d'homologation en Suisse. Testé en culture de gerberas pour lutter contre les aleurodes, il a donné des résultats encourageants, d'autant plus intéressants qu'il devrait être efficace aussi contre les thrips et les acariens.

Echelonnement de la floraison sur Calluna vulgaris

Avec la collaboration du Groupement des bruyéristes suisses, un essai a été mis en place afin de tester l'efficacité de l'éthéphon pour retarder la floraison de la bruyère d'été (*Calluna vulgaris*), et ainsi en allonger la période de vente, souci permanent des producteurs de bruyères suisses. Les premiers résultats sont encourageants, mais il reste à mieux définir la date d'application optimale et la dose pour éviter une réduction du nombre de fleurs.

Effet de la biofumigation contre le «corky root»

Des essais en pots ont montré l'excellente efficacité de la biofumigation, une méthode biologique de lutte contre les pathogènes du sol, contre le «corky root» (maladie de racines liégeuses) de la tomate. L'effet de la biofumigation équivalait à celui d'une stérilisation du sol par la chaleur.

Maladies et ravageurs

Avancée de la mosaïque du pépino sur tomate

Le virus de la mosaïque du pépino a été retrouvé à plusieurs reprises dans des cultures de tomate en Suisse alémanique et au Tessin. Il s'agit d'un virus très contagieux par contact. Selon la variété, il dévalue la production. Il est considéré comme organisme de quarantaine sur les semences.

Assurance-qualité de la carotte de la semence au consommateur

Le projet européen Promstap cherche à résoudre les problèmes croissants liés à la qualité des carottes. Des recommandations sont proposées de la culture à la consommation, en passant par le nettoyage, l'entreposage et la vente. La propagation du champignon pathogène *Chalara elegans* en particulier peut être limitée par un lavage adéquat.

Cultures maraîchères: d'importantes lacunes comblées dans le domaine phytosanitaire

En collaboration avec l'interprofession du légume, ACW a établi un ordre de priorité des problèmes phytosanitaires pour lesquels on ne dispose plus de produits de traitement. Plusieurs lacunes ont été comblées par des firmes agrochimiques, d'autres en collaboration avec le groupe de travail allemand pour les usages mineurs (AK Lück). Ainsi, la pratique peut à nouveau disposer de moyens de lutte appropriés.

Techniques d'application: une meilleure protection avec moins de pesticides

L'adaptation des quantités de bouillie au stade de croissance des plantes a, maintenant, été appliquée aux cultures d'oignons et de choux de Bruxelles. Pour les oignons, les quantités de bouillie appliquées actuellement dans la pratique sont trop faibles et donc insuffisamment efficaces contre les maladies. La pulvérisation a aussi été améliorée techniquement par l'utilisation de barres verticales amovibles disposées entre les lignes, permettant de distribuer la bouillie également sur la face inférieure des feuilles (du bas vers le haut).

Fertilisation des légumes: normes pour répondre aux demandes de la pratique

Sur la base de nos propres essais, les normes de fumure pour l'épinard ont été adaptées aux modes de production actuels, sans provoquer d'accumulation de nitrates dans la récolte. La fumure azotée de l'endive a été revue afin d'obtenir un rendement optimal de première qualité. Des recommandations pratiques ont été émises pour l'emploi d'inhibiteurs de nitrification.

Fraise: entreposage frigorifique de Mara des Bois

Un essai de stockage à 0 °C sous housse de plastique avec et sans injection de 12% de gaz carbonique (CO₂) a été comparé à la variante réfrigérée sans housse. Sous housse de plastique, l'aspect brillant et la fraîcheur se sont bien conservés. Avec 12% de CO₂, les fraises ont mieux conservé leur fermeté. Les dégustateurs n'ont pas distingué les variantes avec ou sans CO₂.



Baies





Fraise sur substrat: remplacement de la tourbe

La comparaison de différents substrats avec ou sans tourbe: 100% tourbe, 50% tourbe + 50% compost, 50% tourbe + 50% écorces de pins, 100% compost, 100% Palmeco (fibre de coco) a montré que les variantes Palmeco et mélange tourbe + compost sont celles qui ont donné les meilleurs résultats pour le rendement et la qualité de la variété remontante Charlotte, constituant ainsi une alternative à la tourbe pour la culture des fraises sur substrat.

Fraise remontante: succès de la lutte biologique contre l'acarien jaune

Avec une détection précoce, un seul lâcher d'acariens prédateurs (*Phytoseiulus persimilis*) permet de tenir sous contrôle la population d'acariens jaunes. Si la détection est tardive et que les feuilles sont attaquées à plus de 50%, un traitement à l'acide gras suivi d'un lâcher d'acarien prédateur permet également de maîtriser le ravageur.

Framboise: hivernage de la variété Tulameen

Depuis quelques années, les plantations de Tulameen subissent des dégâts importants causés par un mauvais débourrement des canes au printemps. Un essai a montré qu'en couchant les canes par terre et en les recouvrant d'une toile d'agryl, le débourrement et le rendement de cette variété sont significativement améliorés.

Groseillier: mode de conduite

Avec le palissage en V du groseillier à grappes, les axes de 2^e et 3^e années sont palissés sur les fils à 45° et les pousses de l'année croissent librement sur la ligne. En 3^e année, les axes sont en pleine production, puis remplacés. Cette technique limite les interventions de taille, améliore la vitesse de récolte et renforce l'état sanitaire des pousses. Ce mode de conduite est en phase de validation.

Myrtille: nouvelle maladie

Lors d'un essai chez un producteur bernois pour établir une stratégie de lutte contre l'antracnose, maladie fongique causée par *Colletotrichum acutatum*, un deuxième champignon pathogène, *Godronia cassandrae*, a été observé en abondance. Des essais de lutte sont prévus en 2007.

Baies: nouvelle édition du Manuel des petits fruits

ACW a élaboré la 9^e édition du manuel en français et en allemand en association avec la FUS (Fruit-Union Suisse), Agridea et l'IRAB. Ce guide de 130 pages donne entre autres des informations sur les nouvelles techniques de culture, les listes de variétés actuelles, les problèmes phytosanitaires et les moyens de lutte, notamment les stratégies de lutte biologique.



Plantes aromatiques et médicinales

Edelweiss: le nouvel hybride Helvetia

Fruit d'une décennie d'efforts entre ACW et l'industrie cosmétique, la nouvelle variété hybride d'edelweiss «Helvetia» a été plantée en juin sur les hauts d'Orsières (VS). Elle se distingue par sa morphologie fidèle à la forme sauvage, par son homogénéité et sa stabilité phytochimique. La production de semences est assurée par DSP (FR).

Sauge et thym: semis direct et plantation à haute densité

La mécanisation des cultures des PAM incite les producteurs à revoir les techniques culturales. Ils s'orientent vers l'installation de plates-bandes à partir de semis direct ou de plantations à haute densité (80 000-100 000 plants/ha pour la sauge et le thym). Les premiers résultats indiquent que le gain de rendement de ces deux techniques couvre largement les investissements supplémentaires.

Rhodiola rosea: inventaire des populations suisses

Pour ses propriétés adaptogènes, *Rhodiola rosea* est l'une des plantes en vogue dans le marché des phytomédicaments. De distribution arctico-alpine, cette espèce est présente dans les Alpes, notamment au Tessin et dans ses régions limitrophes. Une étude phytochimique des populations suisses a mis en évidence la qualité et la variabilité des souches alpines. Ces résultats ouvrent la voie à des tests culturaux et à un programme de sélection.

Effets de l'agryl sur les plantes aromatiques et médicinales

Depuis 2004, l'influence de la couverture avec des toiles géotextiles (type Agryl P17) sur le rendement et la qualité des cultures de PAM en zone de montagne est étudiée. Pour la mélisse, les résultats montrent que le gain de chaleur qu'apporte une couverture d'agryl favorise le rendement en matière sèche ainsi que la teneur en huile essentielle.

La diversification pour des cosmétiques naturels et originaux

Pour offrir de nouveaux débouchés à l'agriculture de montagne, en collaboration avec Pentapharm/Alpaflor, des plantations pilotes de plusieurs espèces typiquement alpines à vocation cosmétique ont vu le jour en 2006. Parmi les espèces retenues, l'épilobe de Fleischer, le lin des Alpes, la dryade à huit pétales, la scutellaire alpine et l'impéatoire offrent les meilleures perspectives de développement.

Sureau: nouvelle maladie

En 2005, un nombre élevé de sureaux d'une plantation du canton de Zurich montraient des symptômes de flétrissement, probablement dû à *Thielaviopsis basicola*, qui a été isolé sur les racines de ces arbres en 2006. La pathogénicité de *T. basicola* sur sureau sera vérifiée durant l'année 2007.



Malherbologie



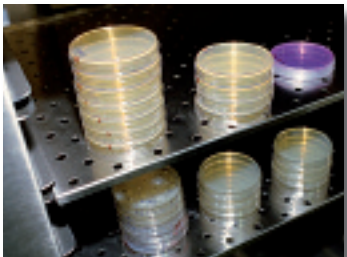
Propriétés allélopathiques d'espèces utilisées pour l'enherbement des cultures spéciales

Le brome des toits, l'orge des rats ou l'épervière piloselle sont maintenant proposés pour l'enherbement des cultures spéciales. Les propriétés allélopathiques de ces espèces contribuent à limiter, au champ, le développement des plantes spontanées indésirables. Plusieurs molécules responsables de ces propriétés ont été déterminées.

Analyse chimique des traces: détection d'herbicides dans les eaux superficielles

L'opinion publique parle beaucoup de la pollution de l'environnement par les produits de traitement des plantes utilisés en agriculture. Grâce à une nouvelle méthode d'analyse mise au point par ACW, une étude sur la charge en glyphosate dans les eaux superficielles (étude commandée par l'AWEL) a pu être réalisée. La plupart des échantillons étaient peu ou isolément pollués.

Protection des végétaux



Le concept de protection des végétaux d'ACW: un succès international

Dans le cadre d'un projet soutenu par le Fonds national, les stratégies modernes de protection des plantes développées et expérimentées par ACW ont été appliquées avec succès en Bulgarie. Grâce aux insecticides sélectifs, l'emploi de produits phytosanitaires a pu être réduit de 90% par rapport aux standards locaux et ainsi optimisé sur le plan économique et écologique.

Expertise en chimie de l'environnement et en écotoxicologie demandée sur le plan international

ACW constitue le centre national de compétence en matière d'examen chimique et écotoxicologique des produits de traitement des plantes. Le fait que les spécialistes d'ACW sont appelés à participer aux rencontres d'experts et à siéger dans les cercles scientifiques de l'EFSA (European Food Safety Authority) à Parme montre bien que leurs compétences sont reconnues sur la scène internationale.

Détermination fiable des nématodes grâce à la biologie moléculaire

Sans être expert, il est difficile de différencier les nématodes nuisibles des nématodes inoffensifs ou même utiles sur la base de critères morphologiques. ACW développe des méthodes de biologie moléculaire permettant de diagnostiquer de façon rapide et sûre les principaux nématodes qui parasitent les plantes, dont les nématodes de quarantaine.

Sur les traces des ravageurs à l'aide de la génétique

Les ravageurs et les maladies empruntent souvent des chemins imprévisibles et les invasions sont difficiles à anticiper. Au moyen d'études génétiques, ACW a enquêté sur la diffusion intercontinentale des thrips et des cécidomies afin d'évaluer leur potentiel de propagation. Le commerce international des plantes semble jouer un rôle important dans l'expansion des ravageurs.



Qualité des aliments et des boissons



Les composants végétaux sont déterminés avec plus d'efficacité et plus de précision

Les composants d'origine végétale pourront encore être mieux étudiés grâce aux méthodes dont dispose ACW. Ainsi, les plantes médicinales et aromatiques feront l'objet de recherches plus poussées. Par exemple, les chercheurs ont développé un procédé permettant une extraction efficace et un dosage précis de l'acide rosmarinique dans *Melissa officinalis*, dans le but de répondre aux besoins des cultures valaisannes.

Des mesures de qualité non destructives

La qualité des aliments (pommes, carottes, etc.) pouvait déjà être mesurée par des moyens simples jusqu'à maintenant; mais il fallait toujours, pour déterminer la teneur en sucre ou l'acidité par exemple, sacrifier le produit analysé. Les producteurs et les laboratoires souhaitaient pouvoir recourir à des méthodes non destructives. Dans ce but, ACW a testé la méthode d'analyse par proche infrarouge NIR (near infrared) depuis 2006, avec des résultats positifs. Cette méthode doit cependant encore faire l'objet de quelques adaptations.

Système de détection des microorganismes nuisibles dans les boissons

ACW a établi et validé avec succès un nouveau système de détection des micro-organismes dans les jus de fruits. Le PCR en temps réel décèle les bactéries de manière efficace et très précise. Des bactéries telles que *Alicyclobacillus acidoterrestris* et *Byssochlamis fulva* détériorent le goût des jus de fruits, du thé froid et des boissons sucrées lors de l'élaboration industrielle. Cette méthode est prête pour la pratique.

Amines biogènes indésirables dans les aliments

Les amines biogènes sont produites lors de la transformation ou lors de la décomposition d'acides aminés et peuvent présenter un risque réel pour la santé. En collaboration avec d'autres instituts, ACW a examiné les conditions dans lesquelles ces substances se forment dans les aliments. Dans le vin (où l'histamine s'avère particulièrement problématique), une corrélation a pu être établie entre la présence de certains micro-organismes et une vinification incorrecte.

Depuis 20 ans, DUPENLOUP SA ne cesse d'améliorer ses produits et ses services

LES POMPES SMILINOX



LA FLOTTATION



GESTION DE TEMPÉRATURE



LES POMPES SCHNEIDER



9, CHEMIN DES CARPIÈRES
1219 LE LIGNON-GENÈVE
TÉL. 022 796 77 66 – FAX 022 797 08 06

MAISON FONDÉE EN 1888
**FAITES CONFIANCE
AU SPÉCIALISTE**

DUPENLOUP SA
FABRIQUE DE POMPES
MATÉRIEL POUR L'INDUSTRIE

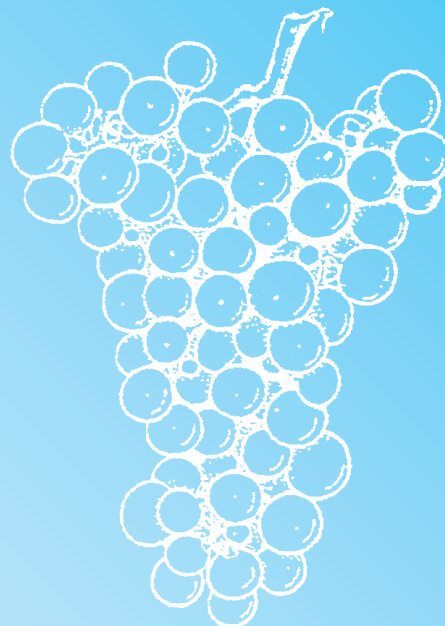
Vos vignes méritent la meilleure protection fongique

VERITA®

Protection tri-active contre le mildiou

LEGEND*

Efficace et durable contre l'oïdium



Omya (Schweiz) AG
AGRO CH-5745 Safenwil, Tel. 062 789 23 41
www.omya.ch

Verita: marque enregistrée de Bayer Gruppe
Legend: marque enregistrée de Dow AgroSciences
Observer les indications de risques et les conseils
de sécurité figurant sur l'emballage



Régulation du psylle du poirier

Résultats et observations de 2002 à 2006 en Suisse alémanique

H. HÖHN, A. LAHUSEN, R. EDER, T. ACKERMANN, L. FRANCK, H. U. HÖPLI et J. SAMIETZ,
Station de recherche Agroscope Changins-Wädenswil ACW, CP 185, 8855 Wädenswil

@ E-mail: heinrich.hoehn@acw.admin.ch
Tél. (+41) 44 78 36 301.

Résumé

L'augmentation et l'intensification des cultures de poires durant les dix à vingt dernières années ont mené à un développement du psylle commun du poirier *Cacopsylla pyri* L., causant des dégâts considérables dans certains vergers, notamment en Suisse alémanique. Les recherches sur ce ravageur se sont donc intensifiées durant les cinq dernières années et des mesures de lutte, directes et indirectes, seules ou combinées, ont été testées. Les applications d'amitraze, d'abamectine, de spiroticlofène ou de kaolin ont montré une bonne efficacité lorsqu'elles sont apportées au bon moment. Cependant, ces traitements n'ont pas suffi pour résoudre durablement le problème du psylle. L'installation de punaises prédatrices *Anthocoris nemoralis* n'a pas toujours bien réussi et le succès espéré n'a été obtenu qu'exceptionnellement. En revanche, le perce-oreille commun *Forficula auricularia*, naturellement présent ou installé, a exercé un contrôle efficace des populations de psylles.

Une lutte intégrée, combinant de façon raisonnée toutes les mesures de régulation, permet de maîtriser de manière efficace et durable les populations de psylles du poirier.

Introduction

Le psylle commun du poirier *Cacopsylla pyri* L. (fig.1) est l'un des principaux ravageurs des cultures de poiriers en Europe (Hodkinson, 1984). Les cultures intensives de poiriers du Valais et de la région lémanique ont fait de la lutte contre le psylle un point fort de la recherche et de la vulgarisation dans le domaine phytosanitaire depuis de nombreuses années déjà (Wille, 1950; Fuog, 1983; Stäubli *et al.*, 1994).

La Suisse alémanique, en revanche, outre le grand psylle du poirier *Cacopsylla pyrisuga*, moins dangereux, ne connaît jusque dans les années 60-70 pratiquement que le petit psylle du poirier *Cacopsylla pyricola*, auteur exceptionnel de dégâts importants (Wildbolz, 1992). L'intensification des cultures et



Fig. 1. Psylle commun du poirier *Cacopsylla pyri* adulte (photo A. Stäubli, ACW).

L'augmentation des surfaces de poiriers dans les années 80/90 ont fait apparaître *C. pyri* de plus en plus fréquemment dans les grands vergers, où il a dès lors rapidement supplanté *C. pyricola*, devenant ainsi le problème principal de la production intensive de poires en Suisse alémanique également. Les recherches sur la régulation du psylle du poirier ont alors été prises comme projet Extension prioritaire par le Forum arboriculture et étudiées de façon plus approfondie au cours des dernières années sur le site de Wädenswil de la Station de recherche Agroscope Changins-Wädenswil ACW.

Matériel et méthodes

Dispositif des essais

Les essais présentés ici ont été conduits durant cinq ans sur différentes parcelles de poires d'exploitations arboricoles à Gräslikon et Hönegg (ZH), Opfershofen et Roggwil (TG), de l'Ecole cantonale de Uttwil TG et des domaines expérimentaux de la Station de recherche ACW à Güttingen (TG) et Wädenswil (ZH). Le développement des populations de psylles et d'auxiliaires a été observé sur 64 parcelles au total où 88 variantes ont été suivies. Il s'agissait pour la plupart d'essais de la pratique (grandes parcelles de 0,2-0,5 ha), rendant les répétitions

exceptionnellement possibles sur la même parcelle. Les mêmes traitements ont toutefois été appliqués plusieurs fois sur différentes parcelles ou dans différentes exploitations (tabl.1) et, en ce sens, ont servi de répétitions. Toutes les parcelles comportaient les variétés Conférence et Beurré Bosc, ou au moins l'une d'elles. La culture et la protection phytosanitaire étaient réalisées selon les directives du Groupe de Travail PI (GTPI).

Pour le lâcher d'anthocorides, quelques lignes de parcelles de 0,5 à 1 ha ont été choisies afin de pouvoir mieux surveiller l'installation des auxiliaires. Le plus souvent, ces sites étaient séparés des parcelles de poires voisines par des vergers de pommes, des routes ou d'autres obstacles, avec des distances de 100 à 300 m entre les vergers colonisés et non colonisés.

Pour l'essai de colonisation par les perce-oreilles, une parcelle de Conférence et Bosc de 140 x 35 m, plantée au printemps 2000 et protégée par des filets anti-grêle, a été choisie sur l'exploitation d'Opfershofen, avec une distance interligne de 3,50 m et de 1,70 m sur la ligne. Elle est bordée au nord et à l'ouest par des vergers de pommes, à l'est par une parcelle de poires et au sud par des prairies. L'essai a débuté en 2004 et s'est poursuivi jusqu'en 2006.

Procédés

Le tableau 1 présente une vue d'ensemble des traitements «chimiques» et «biologiques» testés. L'utilisation et les propriétés des produits sont données dans le Guide phytosanitaire pour l'arboriculture fruitière 2006/2007 (Linder *et al.*, 2006) et l'Index phytosanitaire pour l'arboriculture 2007 (Delabays *et al.*, 2007).

Traitements chimiques

Amitraze: commercialisé depuis environ trente ans, il demeure le produit standard par excellence pour la pratique, ainsi que dans nos essais. Il agit sur le système nerveux et se montre particulièrement actif sur

Tableau 1. Essai d'application de produits.

Matière active	Nom commercial	Formulation	Dosage (kg, l/ha) (p.f.)	Nombre d'observations
Amitraze	Acarac, ByeBye	EC, 200 g/l	3,2	42
Abamectine	Vertimec	EC, 18 g/l	1,2	3
Thiocyclam-hydrogenoxalate	Evisect	SP, 50%	1,6	8
Spirodiclofène	Envidor	SC, 240 g/l	0,64	19
Spinosad	Audienz	SC, 480 g/l	0,32	3
Kaolin	Surround	WP, 95%	3 x 20-30	3

p.f. = produit formulé.

les larves et les jeunes œufs. Son efficacité est meilleure au-dessus de 20 °C.

Abamectine: résultant de la fermentation de la bactérie du sol *Streptomyces avermitilis*, ce neurotoxique agit rapidement, surtout au stade des larves. Homologué depuis quelque quinze ans contre le psylle du poirier, il n'est que rarement utilisé, probablement en raison de son coût élevé. L'efficacité de l'abamectine est optimale entre 15 et 25 °C.

Thiocyclam-hydrogenoxalate: commercialisée depuis tout juste vingt ans, cette substance reproduit synthétiquement le venin d'un ver marin à effet neurotoxique rapide et s'utilise principalement contre les jeunes larves. Sa durée d'efficacité est cependant courte.

Spirodiclofène: cette substance appartient à une nouvelle classe de matières actives, commercialisée depuis 2004 seulement. Elle intervient dans le cycle de développement des acariens et des insectes, en particulier sur les œufs et les larves fraîchement écloses.

Spinosad: comme l'abamectine, le spinosad résulte de la fermentation d'une bactérie du sol actinomycète, *Saccharopolyspora spinosa*. Ce neurotoxique à large spectre, principalement actif sur les larves, est homologué en Suisse depuis 2004 contre divers ravageurs en arboriculture (également biologique), sans être encore homologué contre le psylle du poirier.

Kaolin: cette argile blanche naturelle très fine et exempte de fer n'est pas létale mais irritante et répulsive pour les psylles adultes, empêchant ainsi le dépôt de ponte. Le kaolin n'est homologué que depuis 2007 pour la lutte contre le psylle en arboriculture et, comme produit naturel, devrait vraisemblablement être également accepté en cultures biologiques.

Traitements biologiques

Anthocorides: la punaise prédatrice *Anthocoris nemoralis* (fig. 2) est le principal et plus efficace antagoniste du psylle du poirier, naturellement installée en grand nombre partout en Suisse. Ces auxiliaires sont homologués depuis 2003 en qualité de produit phytosanitaire contre le psylle du poirier. Des lâchers ont été testés en 2002 et 2003 sur neuf parcelles de poiriers au total (tabl. 2). Les insectes des essais ont été mis à disposition par la firme Andermatt Biocontrol (produits par Biobest Belgique), à raison de 1000 à 2000 adultes/ha en deux à huit lâchers en mai-juin.

Forficules: en hiver et au printemps, les adultes du perce-oreille commun (*Forficula auricularia*; fig. 3) vivent principalement sur le sol où ils ont déposé leurs œufs dans de petits creux, puis y nourrissent les jeunes larves. En mai-juin, dès le stade 3-4 des



◁ Fig. 2. Punaise prédatrice adulte *Anthocoris nemoralis* (photo U. Remund, ACW).

▽ Fig. 3. Perce-oreille (photo A. Staub, ACW).



Tableau 2. Essais de lâcher d' *Anthocoris nemoralis*.

Site/Parcelle	Année	Nombre (ind./ha)	Nombre de lâchers	Intensité d'attaque* (juin)	Auxiliaires retrouvés**	Effet s/psylle**
Höngg	2002	1400	6	moyenne	–	–
Roggwil	2002	2000	5	moyenne	++	++
Opfershofen 5	2002	1800	6	forte	+	+
Opfershofen 11	2002	1800	6	moyenne	–	–
Uttwil	2003	1600	2	très forte	–	–
Opfershofen 2/3	2003	1600	6	moyenne	+/-	–
Opfershofen 5	2003	1500	8	forte	+/-	+
Opfershofen 11	2003	1500	8	faible	+/-	+/-

* faible = < 3 larves/branche; moyenne = 3-10; forte = 11-20; très forte = > 20

** – = aucun anthocoride retrouvé/aucun effet; + = peu d'anthocorides retrouvés/peu d'effet; ++ nombreux anthocorides retrouvés/bon effet.

larves, les perce-oreilles grimpent sur les arbres, où ils recherchent leur nourriture la nuit et se retirent le jour dans des cachettes étroites et sombres. Omnivores nocturnes, les perce-oreilles chassent les psylles du poirier, les pucerons et les pucerons lanigères, mais se nourrissent également de champignons, d'algues ou de matériel végétal tendre. Pour l'essai d'installation, les perce-oreilles ont été capturés en juin-juillet 2004 au moyen de bandes de carton ondulé sur des pommiers et poiriers à haute-tige non traités dans le Rheintal saint-gallois (fig. 4). Les bandes ont été placées à la mi-juin et collectées le 7 juillet. Les perce-oreilles ont été installés le jour même dans le tiers supérieur de la parcelle d'essai de 140 m. 150 perce-oreilles ont été lâchés à deux endroits dans chaque ligne, à 15 mètres de

distance (fig.10), soit une densité d'environ deux perce-oreilles/m², respectivement dix à quinze perce-oreilles par arbre.

Méthodes de contrôle

Différentes méthodes de contrôle ont été appliquées pour le suivi des essais. Les relevés ont été effectués dans toutes les parcelles sur au moins une des deux variétés Conférence et Bosc, parfois aussi sur d'autres variétés.

Frappage: cette méthode, utilisée de février à la fin de l'automne, permet d'évaluer la quantité de psylles adultes, d'anthocorides, de perce-oreilles et d'autres auxiliaires. Comme un échantillonnage réduit est suffisamment significatif selon Stäubli *et al.*

(1994), seules 33 branches au lieu de 100 (une branche sur 33 arbres répartis sur toute la parcelle d'essai) ont été contrôlées. Les résultats ont ensuite été extrapolés à l'unité de 100 branches.

Contrôle visuel: utilisée sur les inflorescences, les branches longues et les fruits, à intervalle de une à trois semaines, cette méthode a principalement servi à relever la quantité d'œufs et de larves présents, ainsi que l'influence du ravageur sur la qualité externe du fruit (salissures, dégâts de morsures ou de piqûres). Les œufs et les larves ont été comptés sur 50 à 100 inflorescences (après la chute des pétales, en particulier sur les réceptacles), respectivement sur 50 à 100 branches longues. Pour les larves, des classes d'infestation ont été définies: classe 0 = 0 (0), classe 1 = 1-5 (3), 2 = 6-15 (10), 3 = 16-30 (23), 4 = 31-50 (45) et 5 = > 50 (75) larves par organe. Le nombre d'organes par classe d'occupation a été multiplié par la valeur d'occupation moyenne (chiffre entre parenthèses) correspondante, et finalement toutes les valeurs de toutes les classes ont été additionnées et divisées par le nombre d'organes contrôlés. Au printemps, en cas de faible attaque, les classes ont parfois dû être adaptées vers le bas (2/5/10/17/25).

Pots de fleur avec paille de bois: pour le suivi de la population de perce-oreilles, des pots (ø 10-12 cm) ont été suspendus dans la couronne des arbres, à 10 m d'intervalle environ (fig. 5). Nocturnes, les perce-oreilles se retirent dans ces cachettes de jour et peuvent donc y être comptés. Pour simplifier, les classes ont été définies comme suit: 0 perce-oreille par pot (= 0); 1-5 (= 3); 6-10 (= 8); 11-20 (= 15); 21-50 (= 35) et plus de 50 (= 75 perce-oreilles).



◁ Fig. 4. Bandes de capture sur arbres fruitiers à haute-tige (photo A. Lahusen, ACW).

▽ Fig. 5. Les pots de fleur remplis de paille de bois sont des cachettes diurnes appréciées des perce-oreilles. Ils se prêtent très bien à la surveillance des perce-oreilles dans le verger (photo A. Lahusen, ACW).



Résultats et discussion

Pour des raisons de place, seuls les résultats les plus représentatifs sont détaillés ici. En revanche, l'ensemble des résultats et observations est pris en compte dans la discussion et comparé avec les observations de la pratique.

Traitements chimiques

La plupart des applications de produits ont eu des effets clairement observables. L'efficacité a cependant varié considérablement d'un produit à l'autre, comme l'ont également démontré Schaub et Gianettoni (2004), et selon le moment d'application. Le moment optimal à respecter dépend du mécanisme d'action de chaque produit, comme le souligne le Guide Arbo d'ACW (Linder *et al.*, 2006). Une surveillance régulière de la population de psylles est également indispensable pour définir ce moment optimal, en suivant le développement phénologique des populations (répartition œufs, larves, adultes) et bien entendu l'intensité de l'occupation. Des modèles phénologiques comme ceux de Schaub *et al.* (2005) et intégrés au système d'avertissement SOPRA (Samietz *et al.*, 2007) se révèlent également fort utiles afin de déterminer le moment optimal pour les contrôles et les traitements phytosanitaires.

L'amitraz s'est toujours montré le meilleur produit standard dans la plupart des essais et des variantes. Dans 38 applications sur 42, la population de base a été réduite de plus de 95% en 7 à 14 jours, conformément aux résultats constatés par Trautmann (2005). Dans de nombreux cas, la lutte a donné un résultat suffisant dans un délai de deux à quatre semaines. L'amitraz semble développer son plein effet en particulier sur des larves de deuxième génération, à des températures nettement supérieures à 20 °C (fig. 6 et 9). Une application trop précoce au début de l'éclosion des larves a eu un effet mineur, ou de courte durée (fig. 6B, 1^{re} date de traitement). Bien que le produit soit déjà utilisé depuis trente ans, aucune résistance n'a été encore observée en Suisse alémanique; Schaub et Gianettoni (2004) rappellent pourtant que ce danger n'est pas à exclure.

L'abamectine, appliquée ici seulement dans quelques variantes, s'est montrée aussi efficace que l'amitraz, comme l'ont relevé Harzer et Orth (2004) et Trautmann (2005). Moyennement à très toxique pour de nombreux auxiliaires, ce produit a cependant des inconvénients, en particulier pour les punaises et les perce-oreilles, et ne peut être recommandé que sous réserve. Appartenant à une famille de molécules distincte, en cas de forte attaque, son emploi pourrait toutefois

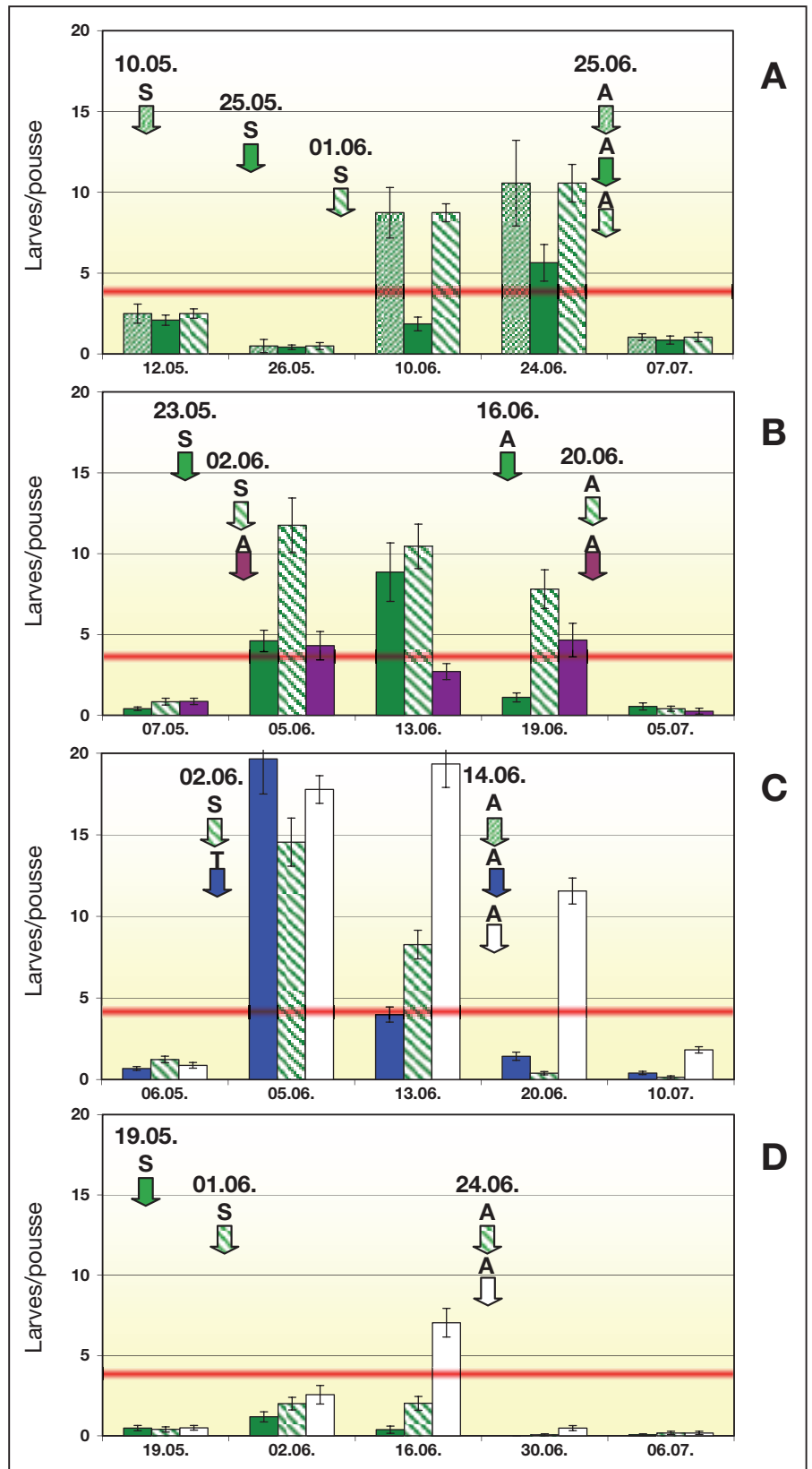


Fig. 6. Influence du spiroadiclofène à différents moments d'application.

Standard amitraz
 Spiroadiclofène fin de la floraison
 Spiroadiclofène début juin
 Thioacylam
 Témoin
 Spiroadiclofène 15 jours après fleur (moment idéal)

Les flèches désignent la date d'application de: S = spiroadiclofène, A = amitraz, T = thioacylam; bande rouge horizontale = seuil de tolérance; lignes verticales = erreur standard.



Fig. 7. Oeufs de psylles (photo A. Staub, ACW).

s'avérer intéressant comme alternative à l'amitraz dans le cadre d'une stratégie anti-résistance. Son efficacité est la meilleure à 15-20 °C.

L'effet du **thiocyclam** a été net et rapide dans de nombreuses variantes, mais a diminué après environ deux semaines déjà (fig. 6C). Ce produit, comme l'abamectine, peut servir de matière active de remplacement pour prévenir l'apparition de résistances. Il s'applique principalement sur de jeunes larves, au début de la deuxième génération, de façon optimale après le spiroadiclofène mais avant l'amitraz ou l'abamectine.

Appliqué au bon moment, le **spiroadiclofène** donne également de bons résultats (fig. 6). Son efficacité s'est avérée très faible avant fleur et meilleure environ 14 jours après la floraison que juste après (fig. 6A). A la fin de la fleur, en effet, ce sont principalement d'anciennes larves qui sont présentes et la ponte de la deuxième génération n'a pas encore eu lieu. Début juin, le traitement a été aussi insatisfaisant que directement après la fleur (fig. 6A-C), un grand nombre de larves étant déjà écloses à ce moment-là. La lenteur de l'efficacité de ce produit est problématique en particulier lorsqu'il est appliqué tard, comme le constatent Harzer et Orth (2004) et Trautmann (2005). Il a été pratiquement impossible de juger de son efficacité après 7-15 jours et d'estimer si des interventions complémentaires étaient nécessaires. Cependant, comme le spiroadiclofène est peu ou moyennement toxique pour de nombreux auxiliaires, en particulier les perce-oreilles, il peut être indiqué pour une lutte intégrée et durable.

Contre la première génération, le **kaolin** s'est montré aussi efficace (fig. 9) que les



Fig. 8. Larves de psylles (photo L. Schaub, ACW).

traitements d'hiver aux pyréthrinoïdes ou, auparavant, au DNOC. Malgré cela, la population de psylles n'a néanmoins pu être maîtrisée qu'avec le concours d'autres régulateurs (comme les perce-oreilles) (fig. 9A). Là où ce n'était pas possible, la bonne efficacité observée

contre la première génération n'a pas suffi contre la deuxième génération – la plus importante (fig. 9B), comme cela s'est révélé dans une parcelle d'essai d'un demi-hectare, à 150 m des plus proches cultures de poires et séparée par un verger de pommiers. Comme le kaolin sera sûrement utilisé également en culture biologique, il pourra certainement y être d'une grande utilité pour autant que d'autres facteurs régulateurs soient disponibles.

Le **spinosad** n'a pas donné entière satisfaction dans nos essais. Combiné avec de l'huile de colza, il s'est montré phytotoxique (brunissement des feuilles); utilisé seul, aucun dégât n'a été observé. Bien que l'attaque ait été réduite de 50 à 70%, son efficacité initiale et sa durée d'efficacité n'ont pas atteint celles du standard amitraz. A l'étranger également, des résultats plutôt moyens ont été rapportés, avec des degrés d'efficacité entre 50 et 80% (Harzer et Orth, 2004).

Traitements biologiques

Anthocorides: les lâchers de punaises n'ont pas fourni de résultats clairs (tabl. 2) et leur interprétation a été rendue difficile par l'impossibilité de dis-

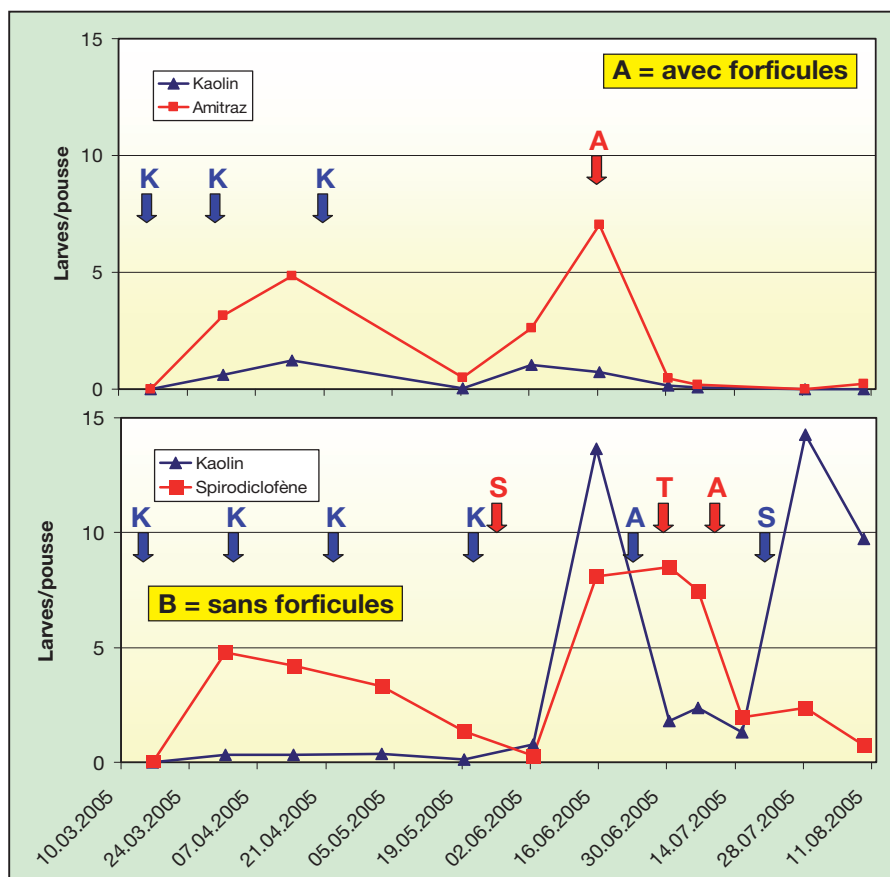


Fig. 9. Influence du kaolin (lignes bleues) comparée au standard (ligne rouge) sur le psylle dans un verger avec perce-oreilles = A et sans perce-oreilles = B. Les flèches (bleue dans la parcelle kaolin; rouge dans la parcelle standard) désignent la date d'application de: K = kaolin, A = amitraz, S = spiroadiclofène, T = thiocyclam.

tinguer si les insectes dénombrés se trouvaient là naturellement ou s'ils provenaient des lâchers. Dans certaines parcelles d'essai, les anthorcorides ont disparu peu de temps même après le lâcher. A l'inverse, dans d'autres vergers, une population élevée et croissante a été observée en l'absence de tout apport, et ce à plusieurs centaines de mètres des parcelles où les lâchers avaient eu lieu. Même lors de lâchers en grand nombre, des effets sur la population de psylles n'ont pas toujours

pu être observés, de même que des modifications de cette population n'ont pu être reliées avec l'installation des anthorcorides. Dans l'une des applications pourtant, un nombre accru d'anthorcorides a été constaté après le lâcher et, dans ce cas, une nette réduction de la population de psylles a été enregistrée. Comme de nombreux auteurs le confirment, les anthorcorides sont indiscutablement les principaux antagonistes du psylle, en particulier dès juin/juillet (Trapman et Blommers, 1992; Stäubli

et al., 1994), mais sont apparemment difficiles à gérer, probablement en raison de leur grande mobilité, comme l'ont déjà signalé Stäubli *et al.* (1994) et Trautman et Lange (2004).

Forficules: l'essai d'Opfershofen s'est avéré très réussi, comme le rapportent Lahusen *et al.* en 2006. D'une part, l'auxiliaire s'est installé durablement et a colonisé toute la parcelle en trois ans (fig.10), sur une distance de 80 m. D'autre part, l'efficacité du perce-oreille pour le contrôle de la population de psylles a pu être démontrée (fig.11). Au cours des deux premières années en été, dès le moment où les perce-oreilles occupent les arbres, l'occupation des psylles différait entre le tiers supérieur de la parcelle (avec lâcher de perce-oreilles) et le tiers inférieur (sans lâcher de perce-oreilles). La première année, la totalité de la parcelle a été traitée deux fois contre les psylles (amitraz), la deuxième année, une fois au spirodiclofène à la mi-mai. La troisième année, le perce-oreille occupait sans différenciation toute la parcelle et la population de psylles s'est maintenue toute la saison nettement au-dessous du seuil de tolérance, nécessitant une seule intervention à l'amitraz en juin. Cet essai confirme les expériences de Lenfant *et al.* (1994). Nos travaux durant trois ans sur un total de 30 parcelles ont montré que les psylles étaient significativement moins nombreux dans les parcelles avec apport de perce-oreilles que dans les autres. Ces mêmes parcelles ont également reçu nettement moins de traitements contre le psylle (voir aussi fig. 6D et 9A) pour un rendement supérieur et une meilleure qualité externe des fruits. Les fruits n'ont jamais montré de dégâts dus aux perce-oreilles. Depuis, des perce-oreilles ont été lâchés dans de nombreuses autres exploitations de la pratique, résolvant ainsi le problème du psylle dans quelques vergers problématiques. Cependant, leur installation n'a pas connu le même succès sur tous les sites, sans pouvoir toujours expliquer certains échecs.

La lutte intégrée au premier plan

Ces résultats, rapportés aux observations et expériences de nombreux experts en protection des plantes en Suisse et à l'étranger, montrent qu'une régulation efficace et durable du psylle du poirier ne s'obtient qu'avec l'intégration de tous les facteurs d'influence: Fuog (1983) a démontré que l'état physiologique de la culture influence forte-

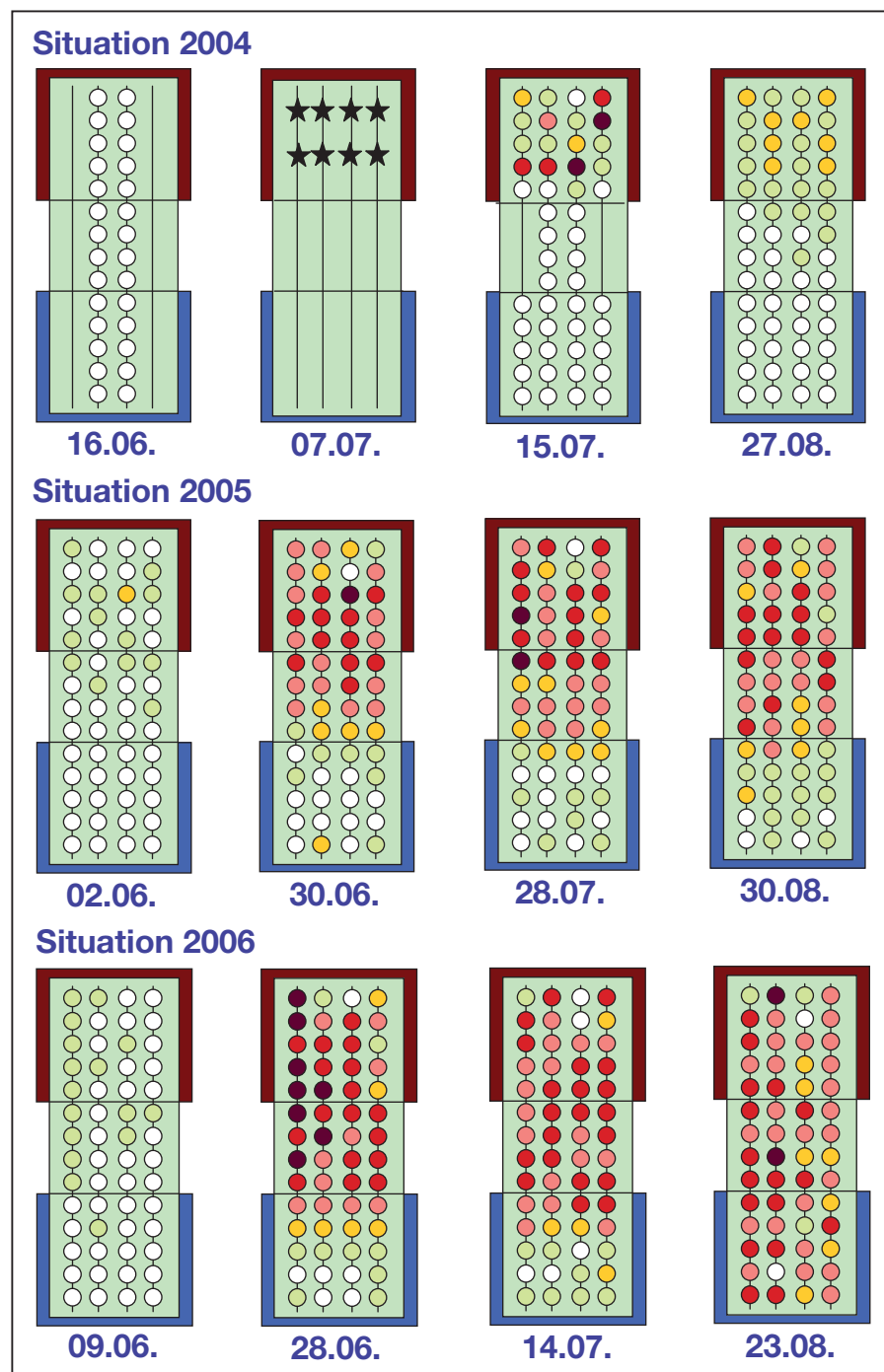


Fig. 10. Lâcher et propagation des perce-oreilles. Les étoiles représentent chaque point de lâcher de 100 perce-oreilles par are dans le tiers supérieur du verger de poiriers de 140 m le 7 juillet 2004. Les couleurs donnent le nombre de perce-oreilles par pot: ○ = 0, ● = 1-5, ● = 6-10, ● = 11-20, ● = 21-50 et ● = > 50 perce-oreilles.

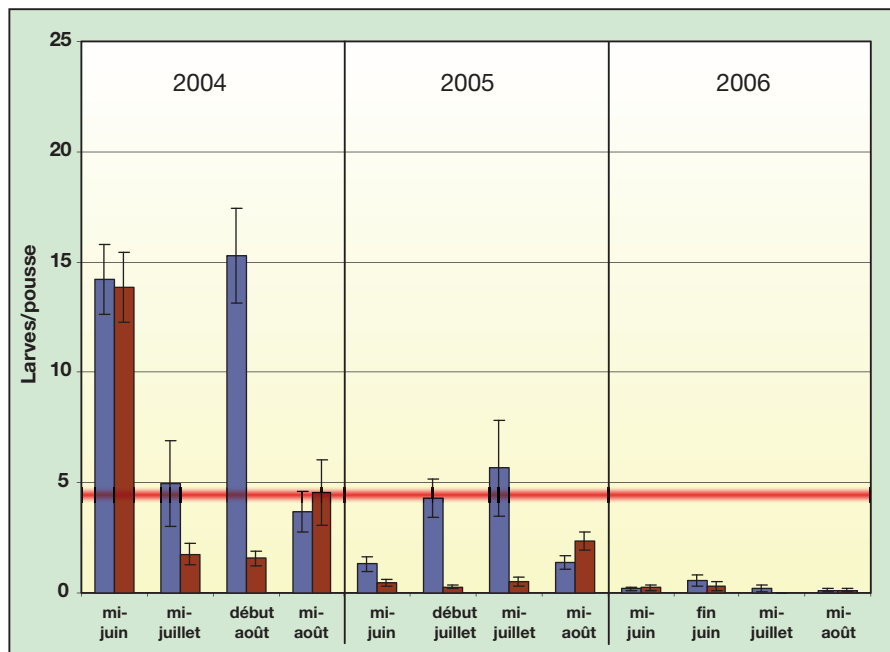


Fig. 11. Influence du perce-oreille sur la population de psylles. Les colonnes brunes désignent l'occupation par les psylles dans la partie de la parcelle avec lâcher de perce-oreilles (tiers supérieur du verger d'essai, cf. fig.10); les colonnes bleues représentent l'occupation dans le tiers inférieur de la parcelle (sans perce-oreilles); bande rouge horizontale = seuil de tolérance; lignes verticales = erreur standard.

ment la population de psylles. Différents auteurs ont cité l'important effet régulateur des punaises et des perce-oreilles. A plusieurs reprises, l'intensification des mesures de lutte a montré une corrélation positive avec le problème du psylle. La lutte directe serait donc plutôt à modérer et à appliquer uniquement en cas de dépassement des seuils de tolérance. Afin d'étayer correctement la décision d'intervention, des

contrôles réguliers dans les vergers sont nécessaires, particulièrement en mai-juin. Pour choisir les produits, leurs mécanismes et leur spectre d'efficacité sont à prendre en compte. Finalement, il faudrait utiliser dans la mesure du possible des produits non toxiques pour les punaises prédatrices et les perce-oreilles. Sur la base de nos propres essais et des données bibliographiques, le tableau 3 présente une vue d'ensemble

Tableau 3. Effets secondaires de divers groupes de matières actives insecticides/acaricides sur les principaux auxiliaires en cultures de poires.

Matières actives	Perce-oreille	Punaise prédatrice	Acarie prédateurs
Phéromones de confusion	n	n	n
Granulovirus	n	n	n
Pirimicarbe	n	n	n
Accélérateurs de mue	n	n	n
Fénoxycarbe	n	m	n
Inhibiteurs de croissance	m	n	n
Spirodiclofène	n	n-m	n-m
Amitraze	n	m	t
Néonicotinoïdes	t	m	n
Abamectine	m	t	t
Ester phosphorique	t	t	m
Pyréthroïdes	t	t	t

N = neutre (vert); N-M = neutre-moyennement toxique (jaune-vert); M = moyennement toxique (orange), T = toxique (rouge).



Fig. 12. Les filtres à café remplis de paille de bois sont une cachette diurne de choix pour les perce-oreilles. Ils sont aussi un moyen idéal de transférer les perce-oreilles d'un endroit à un autre (photo T. Ackermann, ACW).

des dangers des différents groupes de matières, qui peut servir d'aide à la décision pour le choix des moyens de lutte directe.

Conclusions

- ❑ Une régulation efficace et durable du psylle du poirier repose sur une lutte intégrée qui inclut la conduite de la culture (une croissance équilibrée et un aoûtement précoce).
- ❑ Avec des punaises et des perce-oreilles présents en nombre suffisant, la lutte directe contre le psylle du poirier en été peut être évitée la plupart du temps.
- ❑ De ce fait, il faut préférer les produits respectueux des auxiliaires, en particulier les punaises et les perce-oreilles de mai à juillet.
- ❑ En mai-juin, un apport de perce-oreilles et éventuellement de punaises peut être recommandé.
- ❑ Les produits de lutte directe doivent être utilisés avec modération et seulement lorsque le seuil de tolérance est dépassé. Ils doivent être appliqués au moment opportun, en respectant la dose recommandée avec une technique d'application appropriée. Les mesures de lutte directe sont utiles en particulier au début de la deuxième génération (mi-mai à mi-juin).

Remerciements

Pour la mise à disposition des parcelles et leur assistance à la réalisation des essais, nous remercions cordialement tous les chefs d'exploitation ainsi que les collaborateurs de l'école cantonale de Thurgovie et des domaines expérimentaux d'ACW à Güttingen et à Wädenswil. Un merci particulier à Bruno Fankhauser, Opfershofen, pour son précieux concours et son engagement dans les essais, de même que D. Christen pour la supervision critique du manuscrit et I. Aviolat pour la traduction de l'article.

Bibliographie

- Delabays N., Gut D., Linder Ch., Höhn H., Viret O. & Siegfried W., 2007: Index phytosanitaire pour l'arboriculture 2007. *Revue suisse Vitic., Arboric., Hort.* **39** (1), 16 p.
- Fuog D., 1983. Insect/hostplant interactions: The influence of the pear tree on the population dynamics of the pear psylla *Cacopsylla pyri* (L.) (*Psylla pyri* L.) (*Homoptera, Psyllidae*). Diss. ETH Zürich, 125 p.
- Harzer U. & Orth A., 2004. Die Bekämpfung des Birnblattsaugers *Psylla pyri* – wie geht's weiter? *Obstbau* **12**, 602-604.
- Hodkinson I. D., 1984. The taxonomy, distribution and hostplant range of the pear feeding psyllids. *Bull. IOBC/WPRS* **7** (5), 32-44.
- Lenfant C., Lyoussoufi A., Chen X., Faivre d'Arcier F. & Sauphanor B., 1994. Potentialités prédatrices de *Forficula auricularia* sur le psylle du poirier *Cacopsylla pyri*. *Entomologia Exp. et Appl.* **73**, 51-60.
- Linder Ch., Viret O., Charmillot P.-J., Delabays N., Höhn H., Siegfried W., Rüegg J., Holliger E., Gut D. & Neuweiler R., 2006: Guide phytosanitaire pour l'arboriculture fruitière 2006/2007. *Revue suisse Vitic., Arboric., Hort.* **38** (1), 14-59.
- Samietz J., Graf B., Höhn H., Schaub L. & Höpli H. U., 2007. SOPRA: un outil d'avertissement pour des ravageurs en arboriculture. *Revue suisse Vitic., Arboric., Hort.* **39** (à paraître).
- Sauphanor B. & Stäubli A., 1994. Evaluation au champ des effets secondaires des pesticides sur *Forficula auricularia* et *Anthocoris nemoralis*: validation des résultats de laboratoire. *OILB/SROP Bulletin* **17** (10), 125-131.
- Schaub L. & Gianettoni D., 2004: Sensibilité du psylle du poirier aux produits larvicides et ovicides. *Revue suisse Vitic., Arboric., Hort.* **36** (2), 83-86.
- Schaub L., Graf B. & Butturini A., 2005. Phenological model of pear psylla *Cacopsylla pyri*. *Entomologia Experimentalis et Applicata* **117**, 105-111.
- Stäubli A., Hächler M., Pasquier D., Antonin P. & Mittaz C., 1992. Dix années d'expériences et d'observations sur le psylle du poirier *Cacopsylla* (= *Psylla*) *pyri* L. en Suisse romande. *Revue suisse Vitic., Arboric., Hort.* **24** (2), 89-104.
- Trapman M. & Blommers L., 1992: An attempt to pear sucker management in the Netherlands. *J. Appl. Ent.* **114**, 38-51.

Zusammenfassung

Regulierung des Birnblattsaugers. Resultate und Beobachtungen von 2002 bis 2006 in der Ostschweiz

Die Ausdehnung und Intensivierung des Birnenanbaues während den letzten 10-20 Jahren führte auch in der deutschen Schweiz zu einer Ausbreitung des Gemeinen Birnblattsaugers *Cacopsylla pyri*, was in einigen Anlagen grössere Probleme verursachte. Deshalb wurde während den letzten fünf Jahren die Versuchsarbeit um diesen Schädling intensiviert – verschiedene direkte und indirekte Regulierungsmassnahmen wurden einzeln und in Kombinationen geprüft. Spritzverfahren wie Amitraz, Abamectin, Spirodiclofen oder Kaolin zeigten zwar gute Wirkungen sofern sie zum richtigen Zeitpunkt zum Einsatz kamen, konnten das Birnblattsauger-Problem jedoch selten nachhaltig lösen. Die Ansiedlung von Blumenwanzen *Anthocoris nemoralis* verlief nicht immer erfolgreich und brachte nur ausnahmsweise den erhofften Erfolg. Wo hingegen der Gemeine Ohrwurm *Forficula auricularia* vorhanden war oder erfolgreich angesiedelt werden konnte, wurde eine effiziente Bekämpfung des Birnblattsaugers erzielt. Eine erfolgreiche und nachhaltig Regulierung des Birnblattsaugers wurde mit einer «integrierten» Bekämpfung erreicht, bei der alle Regulierungsmassnahmen sinnvoll kombiniert und aufeinander abgestimmt wurden.

Summary

Control of the European pear psylla. Results and observations in Eastern Switzerland in 2002-2006

Expansion and intensification of pear growing in the German-speaking part of Switzerland during the last 10-20 years also triggered an extension of European pear psylla, *Cacopsylla pyri*, which causes serious problems in several orchards. Field experimentation about this pest was therefore increased during the last five years. Several direct and indirect control measures were tested separately and in combination. Spraying with amitraz, abamectin, spiroadiclofen or kaolin led to good results when applied at the right time, but pesticides seldom solved the problem lastingly. Mass releases of predatory bugs *Anthocoris nemoralis* did not always succeed and hardly led to the expected positive results. Pear psylla could be controlled effectively in those orchards by common earwig, *Forficula auricularia*, either it was already present or when released and successfully increased. Effective and persistent control of European pear psylla can be reached with a truly «integrated» management when all regulation options are optimally combined.

Key words: pear psylla, integrated pest management, antagonists, earwigs, *Cacopsylla pyri*, *Forficula auricularia*.

Riassunto

Regolazione delle psille del pero. Risultati e osservazioni dal 2002 al 2006 nella Svizzera orientale

L'aumento e l'intensificazione delle colture di pere durante gli ultimi 10 a 20 anni hanno condotto ad uno sviluppo della psilla comune del pero *Cacopsylla pyri* L., che causa danni considerevoli in alcuni frutteti, anche in Svizzera tedesca. Le ricerche su questo insetto nocivo si sono dunque intensificate durante gli ultimi cinque anni e misure di lotta, dirette ed indirette, sole o combinate, sono state provate. Prodotti come amitraz, abamectin, spiroadiclofen o kaolin hanno mostrato una buona efficacia quando sono applicati al momento giusto. Tuttavia, questi trattamenti non sono stati sufficienti per risolvere durevolmente il problema della psilla. L'insediamento della cimice *Anthocoris nemoralis* non è sempre bene riuscita ed il successo sperato è stato ottenuto soltanto eccezionalmente. Invece, la forbicina comune *Forficula auricularia*, naturalmente presente o installata, ha esercitato un controllo efficace delle popolazioni di psille.

Una lotta integrata, che combina in modo ragionato tutte le misure di regolazione, permette di controllare in modo efficace e duraturo le popolazioni di psille del pero.

Trautmann M. & Lange E., 2004. Der Birnblattsauger – ein lösbares Problem? Dreijährige Versuche zum Einsatz von Nützlingen. *Obstbau* **4**, 182-188.

Trautmann M., 2005: Der Birnblattsauger – ist eine erfolgreiche Bekämpfung ohne Mitac möglich? *Obstbau* **5**, 273-278.

Wildbolz T., 1992. Drei Birnblattsaugerarten auf unseren Birnbäumen. *Schweiz. Z. Obst-Weinbau* **128**, 87-92.

Wille H., 1959. Untersuchungen über *Psylla pyri* L. und andere Birnblattsaugerarten im Wallis. Diss. ETH Zürich, 113 p.

Protection intégrale et durable

VINCARE

Le fongicide viticole
transsystémique – encore plus efficace



- Protège mieux les plantes de l'extérieur vers l'intérieur
- Effet préventif et stoppant, bloque la germination des spores
- Excellent degré d'efficacité et longue durée d'action, très bonne résistance au lessivage
- Très bonne efficacité sur les repousses

TALENDO

Le nouveau fongicide contre l'oïdium de la vigne



Stähler Suisse SA, 4800 Zolingen
Tél. 062 746 80 00, Fax 062 746 80 08
www.staehler.ch



6 - 10 pcs. **820.-**
1 pc. 870.-

Economique, pratique, écologique BAC À VENDANGES

Pour les vendanges à venir:
optez pour notre modèle en polyéthylène,
jusqu'à **25% moins cher** qu'un bac en inox!

Vos avantages:

- Grande résistance aux chocs
- Hygiène excellente
- Graduation par 50 l.
- Nettoyage au jet suffisant
- Désempilage aisé, blocage impossible
- Lot d'accessoires modulables

Matière: Polyéthylène blanc
Armature en inox
Volume: 680 litres
Poids: 38 kg
Fabrication suisse



www.serex-plastic.ch



Multi-usages résistant, compact BAC MÉLANGEUR

Pour toutes vos tâches de la cave: sucrage, collage, transvasage, etc. Matériau de pointe jusqu'à **50% moins cher** qu'un bac en inox!

Vos avantages:

- Vidange centrale totale
- Hygiène excellente
- Recyclable
- Nettoyage au jet suffisant
- Brasseur amovible, arbre en inox
- Grande résistance aux chocs

Matière: Polyéthylène blanc
+ 4 roulettes pp

Volume: 500 litres
Fabrication suisse
1 an de garantie

Appelez-nous!
021 946 33 34

1070 PUIDOUX • Fax 021 946 33 86



HAUSWIRTH

Conseils Etudes Réalisations Services

Concessionnaire agréé **BUCHER**
vaslin



STHIK
LE RESPECT DE VOTRE VENDANGE

Cuverie inox



HAUSWIRTH Machines viticoles
1183 Bursins 021 824 11 29

PÉPINIÈRES VITICOLES

production personnelle:

JEAN-CLAUDE

FAY

PÉPINIÈRES
VITICOLES

73250 FRETERIVE
FRANCE

TÉL. 00 33 479 28 54 18

PORT. 00 33 680 22 38 95

FAX 00 33 479 28 68 85

E-MAIL: jeanclaud.fay@wanadoo.fr

www.plants-de-vigne-fay.com

- Nombreuses références auprès des viticulteurs suisses depuis plus de 30 ans
- Gage de qualité
- Livraison assurée par nos soins à votre exploitation
- Possibilité de traitement à l'eau chaude

DUVOISIN Puidoux

L'effeuilleuse **BINGER**



Binger Seilzug

EFFEUILLEUSES, ROGNEUSES, PALISSEUSES
adaptations sur tracteurs ou chenillettes

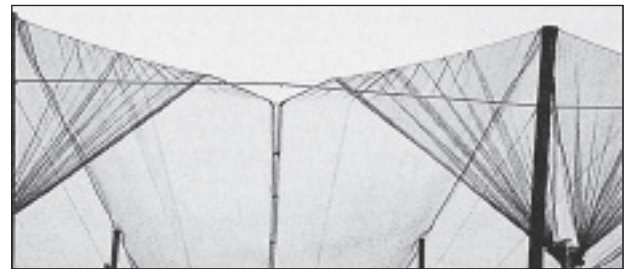
TRACTEURS viticoles **HOLDER** articulés 4 RM

Importateur - Vente - Réparation - Pièces détachées

DUVOISIN & Fils SA - 1070 Puidoux-Gare
Machines viticoles et agricoles

Tél. 021 946 22 21 - Fax 021 946 30 59

Un concept de qualité pour l'Europe entière



- Filets antigrêle, noir, cristal-blanc, gris
- Plaquettes FRUSTAR
- Couvertures de protection contre la pluie NETZTEAM-PLAST
- Une gamme complète de matériel pour la protection des cultures
- Une équipe expérimentée pour vous aider lors du montage

Votre partenaire

NETZTEAM

U. Meyer + F. Zwimpfer - Brühlhof, 6208 Oberkirch

Téléphone 041 921 16 81 - Fax 041 920 44 73

www.hagelnetz.ch

E-mail: fredy Zwimpfer@bluewin.ch



Nouveau cas de résistance aux insecticides de la tordeuse de la pelure capua (*Adoxophyes orana*)

C. SALAMIN, P. J. CHARMILLOT et D. PASQUIER, Station de recherche Agroscope Changins-Wädenswil ACW, CP 1012, 1260 Nyon 1

@ E-mail: denis.pasquier@acw.admin.ch
Tél. (+41) 22 36 34 379.

Résumé

Après un premier cas en Suisse de résistance de la tordeuse de la pelure capua (*Adoxophyes orana*), détecté à Etoy en 2004, suivi d'un second à Aigle en 2005, la lutte préflorale au moyen du lufénuron a connu un échec à Founex en 2006. En juillet, le prélèvement de chenilles sur les pousses attaquées dans ce verger a permis de tester quelques insecticides appliqués par trempage des feuilles et par incorporation au milieu artificiel d'élevage. Comme la population d'Etoy, la souche de Founex est résistante aux produits lufénuron, tébufénozide, méthoxyfénozide et fénoxycarbe. Par rapport à la souche sensible, la résistance de ces deux populations au fénoxycarbe, testée sur milieu artificiel, atteint un facteur d'environ 1000.

Introduction

La tordeuse de la pelure, plus communément appelée capua (*Adoxophyes orana*), est un ravageur secondaire en vergers de pommiers et poiriers, parfois de cerisiers et pruniers, mais qui vit également aux dépens de nombreuses autres plantes-hôtes (Janssen, 1958). Depuis un peu plus de cinquante ans, les attaques de ce lépidoptère se sont amplifiées parallèlement à l'intensification de l'arboriculture. Les populations de capua se sont tout d'abord développées dans le nord-ouest de l'Europe, puis se sont étendues progressivement à toute l'Europe occidentale et aux Balkans (De Jong, 1951; Soenen, 1947; Blunk et Janssen, 1952; Geier, 1953; Klinger, 1956; Salvaterra, 1953; Stamenkovic et Stamenkovic, 1984; Savopoulou-Soultani *et al.*, 1985; Kyprisoudas, 1988).

Les larves de capua se nourrissant de jeunes feuilles, la densité des populations est étroitement liée à la qualité du

feuillage. Pour cette raison, la présence de ce ravageur n'est importante que dans les cultures intensives à forte croissance végétative. Les jeunes larves ayant passé l'hiver dans les fissures des troncs ou les écailles des bourgeons ressortent au débourrement pour se

nourrir des premières feuilles printanières. La nymphose a lieu dès la fin de la floraison et le premier vol des papillons se déroule de fin mai à mi-juin (fig.1). Dès l'éclosion, les jeunes chenilles de la génération d'été migrent à l'extrémité des pousses où elles enroulent les feuilles par tissage pour se protéger des prédateurs, ce qui réduit l'efficacité des traitements curatifs.

La lutte positionnée au début des éclosions n'offre qu'une faible rémanence car les larves néonates se nourrissent exclusivement des nouvelles feuilles dont la croissance dilue les résidus (Charmillot et Pasquier, 2006). La meilleure manière de lutter contre ce ravageur consiste donc à détruire les larves de la génération hivernante, lorsqu'elles reprennent leur activité (Charmillot et Brunner, 1990). Les produits le plus fréquemment utilisés sont le fénoxycarbe, le tébufénozide, le lufénuron, l'indoxacarbe, le méthoxyfénozide



Fig. 1. Papillons de capua *A. orana*. Les ailes du mâle (à gauche) présentent davantage de motifs que celles de la femelle (photos R. Rohner).

et le spinosad, ainsi que le virus de la granulose Capex. Les diffuseurs Iso-mate-CLR, homologués contre le carpocapse, ont une efficacité secondaire contre capua.

Durant ces vingt dernières années, les niveaux d'attaque de capua sont restés bas, confirmant l'efficacité de la lutte. Cependant, récemment, de fortes populations ont été signalées dans deux vergers du canton de Vaud, à Etoy en 2004 et à Aigle en 2005, malgré un traitement préfloral bien positionné (Charmillot *et al.*, 2006). Après plusieurs tests en laboratoire, les populations de capua de ces deux vergers se sont révélées résistantes à un certain nombre d'insecticides couramment utilisés.

Au printemps 2006, un traitement préfloral s'est révélé inefficace à Founex. Des tests ont été effectués sur cette souche d'*A. orana*, de même que sur celle d'Etoy, pour préciser quels insecticides sont concernés par ce phénomène de résistance.

Matériel et méthode

Souche d'Etoy

En juillet 2006, des chenilles de capua ont été prélevées dans des feuilles enroulées, aux extrémités des pousses. Puis, au laboratoire de Changins, elles sont élevées individuellement sur des feuilles préalablement traitées à concentrations discriminantes d'insecticides, enroulées dans de petites boîtes en plastique. L'élevage jusqu'au stade papillon est effectué à 22 °C, 80% HR et 18/6 h J/N. Les survivantes sont récupérées et leurs descendants forment la souche appelée Etoy, élevée sur milieu artificiel auquel est incorporé du tébufénozide à 5 ppm de façon à maintenir la pression de sélection.

Souche de Founex

Comme à Etoy, les larves aux stades L₃₋₄ sont récupérées au verger et ramenées au laboratoire pour l'élevage sur feuilles ou sur milieu traité à différentes concentrations d'insecticides.

Souche sensible ACW

Cette souche de référence, sensible aux insecticides, est maintenue en élevage à Agroscope ACW de Changins. Des courbes d'efficacité en fonction du dosage, établies préalablement, ont permis de déterminer pour plusieurs produits des concentrations discriminantes (CD) conduisant à > 99% d'efficacité (Charmillot *et al.*, 2007).

Trempage des feuilles

Des feuilles de pommier Golden Delicious sont prélevées dans une parcelle non traitée. Elles sont trempées quelques instants dans des solutions d'insecticides de différentes concentrations puis mises à sécher. Elles sont ensuite enroulées individuellement dans de



Fig. 2. Test par trempage des feuilles. Les chenilles de capua *A. orana* sont élevées dans une petite boîte sur des feuilles traitées par trempage dans une solution d'insecticide.

petites boîtes en plastique (20 × 20 × 15 mm) et une larve de 15-20 jours de capua *A. orana* y est déposée (fig. 2). L'élevage est effectué jusqu'à l'émergence des papillons.

Pour les larves de Founex, les produits suivants ont été testés à doses discriminantes: indoxacarbe 20 ppm, tébufénozide 200 ppm, lufénuron 5 ppm, méthoxyfénozide 3 ppm, fénoxycarbe 5 ppm.

Les larves de 15-20 jours de la souche d'Etoy ont été testées au fénoxycarbe à 0,1, 0,5, 1, 5 et 10 ppm.

Traitement du milieu d'élevage

Le produit à tester est incorporé dans l'eau (trois parts) avant d'y ajouter le milieu artificiel d'élevage sec *Manduca* – *Heliothis* Premix, Stonefly Industries, USA (une part). Avec une spatule, un peu de milieu contaminé (environ 1,5 g) est déposé dans un cube en plastique et la larve y est ajoutée. Les larves d'Etoy ont été testées à diffé-

rentes concentrations de fénoxycarbe, soit 0,001, 0,05, 0,5, 5 et 50 ppm, et celles de la souche sensible à 0,001, 0,005, 0,01, 0,1, 0,5 et 1 ppm.

Pour chaque souche étudiée, un témoin est réalisé avec des feuilles ou du milieu non traité. Chaque procédé comporte 30 individus. L'élevage est réalisé à 22 °C, 70% d'humidité relative et sous une photopériode de 18 h/jour jusqu'à l'émergence des adultes. Les LC₅₀ et LC₉₀ sont estimées grâce au programme POLO-PC (LeOra Software, 1987).

Résultats et discussion

Tests sur feuilles

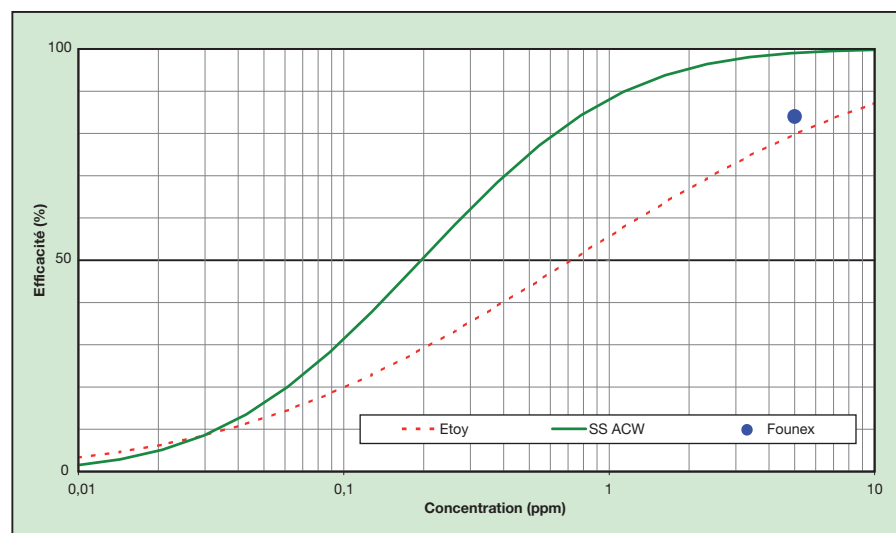
Le taux de survie du témoin de Founex est de 83,7%. Pour quatre des cinq produits testés, les concentrations discriminantes ont une efficacité inférieure à celle obtenue avec la souche sensible SS (tabl.1). Seul l'indoxacarbe a une

Tableau 1. Efficacité des produits appliqués à des concentrations discriminantes par trempage des feuilles sur des chenilles L₃₋₄ de capua *A. orana* prélevées à Founex, en comparaison avec l'efficacité obtenue sur la souche sensible SS ACW.

Produit	Concentration discriminante (ppm)	Efficacité souche Founex	Efficacité SS ACW
Fénoxycarbe	5	84,0%	99,1%
Méthoxyfénozide	3	71,0%	99,3%
Lufénuron	5	80,0%	99,0%
Tébufénozide	200	92,0%	99,6%
Indoxacarbe	20	100,0%	99,0%

Tableau 2. Efficacité du fénoxycarbe appliqué par trempage des feuilles à différentes concentrations sur des chenilles L₃₋₄ de capua *A. orana* de la souche d'Etoy.

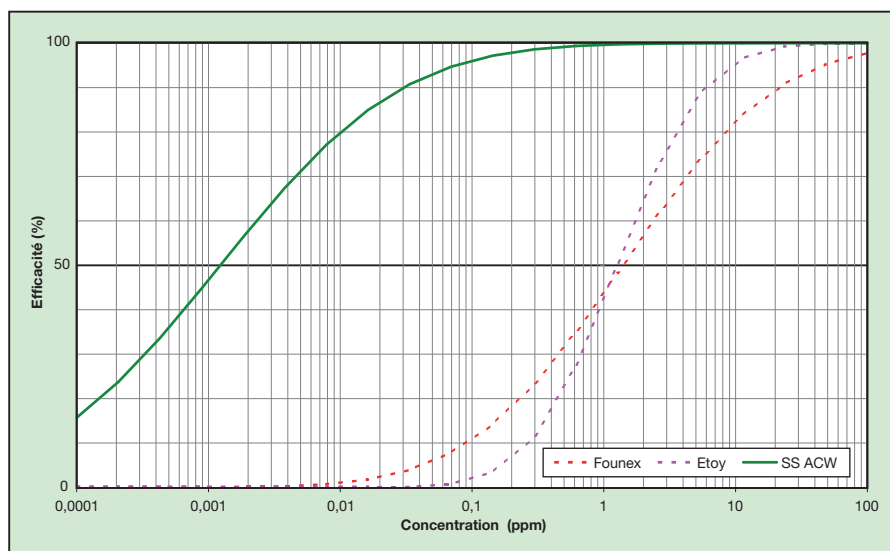
Concentration (ppm)		0	0,1	0,5	1	5	10
Larves infestées	(n)	30	30	30	30	30	30
Papillons	(n)	29	22	16	14	10	0
Survie	(%)	96,7	73,3	53,3	46,7	33,3	0,0
Efficacité	(%)		24,1	44,8	51,7	65,5	100,0



△ Fig. 3. Efficacité du fénoxycarbe appliqué par trempage des feuilles sur les larves d'*A. orana* de la souche sensible SS ACW, de la souche résistante d'Etoy, ainsi que sur les larves de Founex testées à la dose discriminante de 5 ppm seulement. La courbe en pointillé de la souche d'Etoy n'est toutefois pas significative (index G > 0,5).

efficacité de 100% sur la souche de Founex. L'efficacité du tébufénozide atteint 92%, celles du fénoxycarbe 84%, du lufenuron 80% et du méthoxyfénozide 71%.

Dans la courbe d'efficacité du fénoxycarbe sur la souche d'Etoy, le témoin présente un taux de survie de 96,7% (tabl. 2). L'efficacité du produit passe de 24,1%, à la concentration de 0,1 ppm, à 100% à 10 ppm. Les résultats de l'analyse par POLO-PC donnent un



▽ Fig. 4. Efficacité du fénoxycarbe appliqué par incorporation au milieu sur les larves d'*A. orana* âgées de 12-14 jours des souches SS ACW (sensible), d'Etoy et de Founex. Les courbes en pointillé ne sont toutefois pas significatives (index G > 0,5).

Tableau 3. Paramètres des courbes d'efficacité du fénoxycarbe en fonction du dosage, appliqué par trempage des feuilles et par incorporation au milieu artificiel, sur les souches SS ACW (sensibles) ainsi que sur les souches de Founex et d'Etoy. Lorsque l'index de signification G est > 0,5, les intervalles de confiance des LC₅₀ et LC₉₀ ne peuvent être calculés.

	Souche	Pente	Intercept	G	Prob.	LC ₅₀			LC ₉₀		
						Calculé	min.	max.	Calculé	min.	max.
Milieu	SS ACW	0,923 +/- 0,132	2,687	0,28	0,9	0,0012	0,0001	0,0039	0,03012	0,0091	0,418
	Founex	1,085 +/- 0,162	-0,157	1,51	0,9	1,40	NS	NS	21,14	NS	NS
	Etoy	1,922 +/- 0,335	-0,195	2,08	0,9	1,26	NS	NS	5,86	NS	NS
Feuilles	SS ACW	1,672 +/- 0,340	1,185	0,24	0,9	0,20	0,06772	0,34	1,14	0,64	3,83
	Etoy	0,989 +/- 0,186	0,143	0,55	0,9	0,72	NS	NS	14,13	NS	NS

Tableau 4. Efficacité du fénoxycarbe incorporé à différentes concentrations au milieu artificiel sur des chenilles L₃₋₄ de capua A. orana de la souche sensible SS ACW ainsi que sur les souches de Founex et d'Etoy.

Concentration (ppm)		0	0,01	0,05	0,1	0,5	1	5	10	50	100
SS ACW	Larves infestées (n)	60	30	30	30	30	30				
	Papillons (n)	52	4	3	0	1	0				
	Survie (%)	86,7	13,3	10,0	0,0	3,3	0,0				
	Efficacité (%)		84,6	88,5	100,0	96,2	100,0				
Founex	Larves infestées (n)	30			30		30		30		30
	Papillons (n)	30			23		25		3		0
	Survie (%)	100			76,7		83,3		10,0		0,0
	Efficacité (%)				23,3		16,7		90,0		100,0
Etoy	Larves infestées (n)	59		30		30		29		30	
	Papillons (n)	54		29		24		0		1	
	Survie (%)	91,5		96,7		80,0		0,0		3,3	
	Efficacité (%)			0,0		12,6		100,0		96,4	

Test sur milieu

Dans les essais sur milieu, les taux de survie dans les témoins, du stade L₃₋₄ à l'émergence des papillons, sont élevés, variant entre 86,7% et 100% selon les souches (tabl. 4).

Sur la souche SS ACW, l'efficacité du fénoxycarbe atteint déjà 84,6% à la plus faible concentration testée de 0,01 ppm. Sur cette même souche, des essais précédents ont conduit à des LC₅₀ et LC₉₀ respectivement à 0,001 et 0,03 ppm (fig. 4 et tabl. 3).

Sur la souche de Founex, la première concentration testée de 0,1 ppm, qui devrait déjà avoir une efficacité supérieure à 90% sur une souche sensible, n'en a que 23,3%. L'efficacité augmente avec la concentration, mais n'atteint 100% qu'à 100 ppm. L'analyse Polo-PC donne un index G de 1,5, ce qui ne permet pas de calculer la courbe de manière significative. Cependant, avec une LC₅₀ estimée à 1,4 ppm, le facteur de résistance de la souche de Founex par rapport à la souche SS ACW est d'environ 12 000 (tabl. 3 et fig. 4).

Sur la souche d'Etoy, la concentration de 0,5 ppm, qui devrait avoir une efficacité supérieure à 90% sur la souche sensible, atteint à peine plus de 10%. Probablement en raison du manque de valeurs pour les concentrations entre 0,5 et 5 ppm, l'index G n'est pas significatif. Les LC₅₀ et LC₉₀ calculées sont estimées à 1,26 et 5,86 ppm. Ces valeurs sont proches de celles de la souche de Founex et très nettement supérieures

à celles de la souche sensible, soit environ 1000 fois supérieures au niveau de la LC₅₀.

Conclusions

- ❑ Les tests effectués sur feuilles montrent que la souche de capua de Founex, comme celles d'Etoy et d'Aigle, est résistante aux produits tébufénozide, méthoxyfénozide, lufénuron et fénoxycarbe (Charmillot *et al.*, 2006). Par contre, l'indoxacarbe et vraisemblablement le spinosad et le chlorpyrifos-méthyl ne sont pas concernés par la résistance.
- ❑ Par rapport à la souche sensible, le facteur de résistance déterminé par le trempage des feuilles est d'environ 4 au niveau de la LC₅₀ et de 12 au niveau de la LC₉₀.
- ❑ Les courbes d'efficacité-dose obtenues sur milieu artificiel contaminé, même si elles ne sont pas assurées (index G > 0,5), confirment que les souches de Founex et d'Etoy sont très fortement résistantes au fénoxycarbe. En effet, le facteur de résistance atteint environ 1000 au niveau de la LC₅₀.
- ❑ L'incorporation d'insecticides au milieu artificiel permet aux larves d'ingérer plus de produit que par le trempage des feuilles, qui ne contamine que la surface du subs-

trat. Le test sur milieu est par conséquent nettement plus sensible pour détecter une résistance, du moins pour les insecticides qui ne sont ni systémiques ni pénétrants.

- ❑ Pour enrayer ces trois foyers de résistance d'Aigle, d'Etoy et de Founex, il est préconisé de mettre en place un programme soutenu de lutte sur les trois périodes d'activités larvaires au moyen de produits comme le virus de la granulose, le spinosad, l'indoxacarbe et le chlorpyrifos-méthyl, en y ajoutant éventuellement la technique de confusion contre le carpocapse au moyen des diffuseurs Isomate-CLR qui ont une efficacité secondaire contre capua.

Remerciements

Nous remercions vivement M^{mes} Monique Derron, Penka Peeva, Martine Rhyn, Suzanne Tagini, Monique Thorimbert et M. R. Olivier pour leur précieuse collaboration.

Bibliographie

- Blunk H. & Janssen M., 1952. Ein neuer gefährlicher Apfelschädling. *Gesunde Pflanzen* **4**, 115-116.
- Charmillot P. J. & Brunner J., 1990. La tordeuse de la pelure *Adoxophyes orana* F.v.R. (Capua): biologie, avertissement et lutte. *Revue suisse Vitic., Arboric., Hortic.* **22** (6), 243-254.

- Charmillot P. J., Blanc G. & Pasquier D., 2006. Premier cas de résistance de la tordeuse de la pelure (*Adoxophyes orana*) aux insecticides. *Revue suisse Vitic., Arboric., Hortic.* **38** (2), 87-93.
- Charmillot P. J. & Pasquier D., 2006. Efficacité et rémanence de différents insecticides sur les chenilles de capua (*Adoxophyes orana*). *Revue suisse Vitic., Arboric., Hortic.* **38** (4), 371-376.
- Charmillot P. J., Pasquier D., Blanc G. & Salamin Ch., 2007. Larvicidal effectiveness on the summer-fruit tortrix moth *Adoxophyes orana* of some insecticides applied by leaf-dipping. *Crop Protection* (sous presse).
- De Jong D. J., 1951. Bladrollers (*Tortricidae*) op vruchtbomen. Voorlopige resultaten van het onderzoek naar de bestrijdingsmogelijkheden in Nederland. *Meded. Direct. Tuinb.* **12**, 131-150.
- Geier P., 1953. *Adoxophyes orana* F.v.R. (= *Capua reticulana* Hüb.) une nouvelle tordeuse observée dans le verger romand en 1953. *Revue rom. Agr.* **9**, 83-84.
- Janssen M., 1958. Über Biologie, Massenwechsel und Bekämpfung von *Adoxophyes orana* Fischer von Roeslerstamm (*Lepidoptera: Tortricidae*). *Beiträge zur Entomologie* **8** (3/4), 291-324.
- Klinger J., 1956. Wicklerschäden an Blättern und Früchten unserer Obstbäume. *Schweiz. Z. Obst. U. Weinbau*, **65**, 78-84.
- Kyparissoudas D. S., 1988. The occurrence and seasonal flight of *Adoxophyes orana* males in orchards of northern Greece. Proc. 2nd International Meeting on Mediterranean Tree Crops 2-4 Nov. 1988. Chania, Greece, 145-149.
- LeOra Software, 1987. POLO-PC. A user's guide to probit or logit analysis. Berkeley, CA.
- Salvaterra G., 1953. La ricamatrice della frutta (*Capua reticulana* Hübner). *Agric. Trentina VII* **8**, Trento 1-2.
- Savopoulou-Soultani M., Hatzivassiliadis A., Vlug H. J., Minks A. K., Tzanakakis M. E., 1985. First records of the summerfruit tortricid, *Adoxophyes orana* F.v.R., in Greece. *Entomologia Hellenica* **3**, 65-66.
- Soenen A., 1947. Les tordeuses de nos arbres fruitiers. Centre de Recherches de Gorseme, Belgique. Publ. n° 4, 44 p.
- Stamenkovic S. & Stamenkovic T., 1984. A contribution to the study of the life cycle of the summerfruit tortricid *Adoxophyes orana* F.v.R. (*Lepidoptera, Tortricidae*). *Zastita Bilja* **35**, 233-247.

Summary

New case of summer fruit tortrix (*Adoxophyes orana*) resistance to insecticides.

After a first case in Switzerland of summer fruit tortrix (*A. orana*) resistance detected in Etoy in 2004, followed by a second in Aigle in 2005, a pre-bloom treatment with lufenuron failed in 2006 in Founex. The larvae collected in that orchard in July on the damaged shoots allowed to test some insecticides applied either by dipping of leaves or by incorporation to the artificial diet. Like the population of Etoy, the strain of Founex was resistant to lufenuron, tebufenozide, methoxyfenozide and fenoxycarb. Compared to the susceptible strain, the resistance factor of these two populations to fenoxycarb, tested on artificial medium, reached approximately 1000.

Key words: summer fruit tortrix moth, *Adoxophyes orana*, Switzerland, insecticides, resistance.

Zusammenfassung

Ein neuer Fall von Resistenz des Apfelschalenwicklers (*Adoxophyes orana*).

Nach einem ersten Fall in der Schweiz von Insektizidenresistenz des Apfelschalenwicklers (*A. orana*) in Etoy im Jahre 2004 und einem zweiten im Jahre 2005 in Aigle hat eine Vorblütebehandlung mit Lufenuron im Jahre 2006 in Founex einen Misserfolg gekannt. Anhand von Raupen, die im Juli in beschädigten Trieben dieser Obstanlage gesammelt wurden, sind mehrere Insektizide getestet worden, entweder durch Eintauchen der Blätter in verschiedene Insektizidenlösungen oder durch Beigabe des Produktes in das künstliche Nährmedium. So wie die Population von Etoy ist auch diejenige von Founex gegen die Produkte Lufenuron, Tebufenozide, Methoxyfenozide und Fenoxycarb resistent. Der Test auf künstlichem Nährmedium hat ergeben, dass die Resistenz gegen Fenoxycarb bei diesen beiden Populationen im Vergleich zum Referenzstamm einen Faktor von ungefähr 1000 erreicht.

Riassunto

Nuovo caso di resistenza della capua *Adoxophyes orana* agli insetticidi

Dopo un primo caso in Svizzera di resistenza della capua *A. orana*, segnalato a Etoy nel 2004, seguito da un secondo a Aigle nel 2005, la lotta preffioreale per mezzo del lufenuron a Founex nel 2006, è stato un insuccesso. In luglio i bruchi prelevati sui germogli attaccati in questo frutteto hanno permesso di testare qualche insetticida applicato tramite immersione delle foglie e per incorporazione al mezzo di allevamento artificiale. Come la popolazione di Etoy, il ceppo di Founex è resistente ai prodotti lufenuron, tebufenozide, methoxyfenozide e fenoxycarb. In rapporto al ceppo sensibile, la resistenza di queste due popolazioni al fenoxycarb, testata su mezzo artificiale, arriva ad un fattore di 1000 circa.



Vitesse surface
Heures



Débitmètres



Contrôle pulvérisation

**Tous les compteurs
pour l'agriculture de précision**

AgriTechno L'agriculture de précision

Case postale 24 - CH-1066 Epalinges

Tél. 021 784 19 60 - Fax 021 784 36 35 - GSM 079 333 04 10

E-mail: agritechno-lambert@bluewin.ch

Bac de cuvage 1'000 litres Fr. 360.-
Commande avant 15 juin. Fr. 288.-
Caisse à vendange 50 lt. dès Fr. 16.-

Rue de la Gare 20 Tél 032 751 37 95
2625 Le Landeron Fax 032 751 31 44
www.angelrath.ch info@angelrath.ch

Jean Angelrath
Emballages en gros
Matériel de cave

Contactez-nous !

Équipement de cave et de vigne - Filtres - Pompes à vin
Cuves inox Standard, sur mesures et polyester - Pressoirs
Emballages carton (poste) - Caisses bois - Rubans adhésifs

ACTUEL

RAVAS

Balance mobile



Transport de marchandise rationnel avec capacité jusqu'à 2200 kg. Durant le transport, vous pouvez aussi peser avec une divergence max. de 0,1%.

Avec plus de 2000 clients satisfaits – le transpalette-peseur le plus vendu en Suisse.

Exécutions spéciales:

- version INOX
- version antidéflagrante EX
- imprimant intégré

Demandez une démonstration dans votre entreprise pour vous convaincre des avantages.

DS-Technik Handels AG

produits pour véhicules et l'industrie

8174 Stadel, Tél. 044 858 21 01, Fax 044 858 24 89

info@ds-technik.ch, www.ds-technik.ch



manutention

sécurité



Nous donnons
du mouvement
à vos idées!

www.mapo.ch

MAPO S.A.

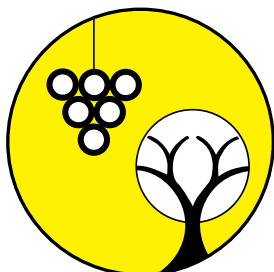
Z.I. des Larges-Pièces C
Chemin Prévenoge
CH-1024 Ecublens
Tél. +41 (0)21 695 02 22
Fax +41 (0)21 695 02 29
ecublens@mapo.ch

LES PROFESSIONNELS

des secteurs viticoles,
arboricoles et horticoles romands
verront

VOTRE PUBLICITE

dans la



Revue suisse de viticulture
arboriculture et horticulture

Régie des annonces: PRAGMATIC SA
Avenue Saint-Paul 9 CH-1223 Cologny

Tél. 022 736 68 06

Fax 022 786 04 23



EN 45001 / STS 213

SCHWEIZERISCHER PRÜFSTELLENDIENST
SERVICE SUISSE D'ESSAI
SERVIZIO DI PROVA IN SVIZZERA
SWISS TESTING SERVICE

*Analyses et conseils de fumure:
notre laboratoire accrédité
et nos ingénieurs sont à
votre disposition!*

SOL-CONSEIL • Changins • CP 1381 • 1260 Nyon 1

Tél. 022 363 43 04 • Fax 022 363 45 17

E-mail: sol.conseil@acw.admin.ch



GIGANDET SA 1853 YVORNE

Atelier mécanique

Tél. 024 466 13 83

Machines viticoles, vinicoles et agricoles

Fax 024 466 43 41

Votre spécialiste BUCHER-VASLIN depuis plus de 35 ans

**VENTE
SERVICE
RÉPARATION
RÉVISION**

**PRESSOIR
PNEUMATIQUE
5 hl / 8 hl
X Pro 5
X Pro 8**



**Pressoirs
Pompes
Egrappoirs
Fouloirs**

**BUCHER
vaslin**

**Réception
pour
vendange**



Tracteur Viti-plus équipé d'un sulfatage

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



CCD SA IRRIGATION

- Goutte à goutte
- Micro-jet
- Aspersión
- Pompage
- Ferti-irrigation



Arboriculture

Viticulture

Cultures maraichères

Petits fruits

ASSISTANCE TECHNIQUE

route cantonale - CH - 1906 Charrat
tél 027 746 33 03 - fax 027 746 33 11

pulvé suisse

Désherbage **plus** écologique

Désherber sans eau avec **600 grammes**
de substance active (PI: 200g!) par hectare
50% en moins d'herbicide!



appareils portables
modèles brouette
systèmes pour tracteurs

la turbine Mankar

Pulvésuisse
Geenstrasse 18
8330 Pfäffikon ZH
044 950 08 54
079 832 21 02
www.pulvesuisse.ch



Pépinières Ph. Borioli Partenaire de votre réussite

Planter c'est prévoir!

Réservez l'assemblage idéal cépage - clone / porte-greffe
Pieds de 30 à 90 cm



Nouvel encépagement?

Vinifera ou Interspécifique, demandez nos conseils et services



Raisins de table: votre nouvelle culture fruitière!

Choix de variétés adaptées à vos labels



CH-2022 BEVAIX

Tél. 032 846 40 10 Fax 032 846 40 11
E-mail: info@multivitis.ch www.multivitis.ch

BAC À VENDANGE

Contenu (volume): 640 litres

Poids: 38 kg

Produit de qualité suisse 100%

- Encastrable, blocage impossible
- Entièrement en inox DIN 1.4301
- Grande résistance aux chocs
- Durée de vie illimitée
- Nettoyage au jet suffisant
- Pas de problème de recyclage



WEGMANN.ch AG
Metallwarenfabrik

CH-8957 Spreitenbach Tél. 056 419 70 90
Fax 056 419 70 99

www.traubenbottich.ch

INOX

A partir
de 6 pièces
CHF 870.-
pièce





SOPRA: un outil d'avertissement contre les ravageurs en arboriculture

J. SAMIETZ, B. GRAF, H. HÖHN, L. SCHAUB et H. U. HÖPLI, Station de recherche Agroscope Changins-Wädenswil ACW, CP 185, 8820 Wädenswil

@ E-mail: joerg.samietz@acw.admin.ch
Tél. (+41) 44 78 36 193.

Résumé

L'outil d'avertissement SOPRA a été développé pour améliorer la surveillance et les mesures de lutte contre les ravageurs dans les vergers. En appliquant des approches «*time-varying distributed delay*», des modèles phénologiques ont été développés sur la base de la radiation solaire, de la température de l'air et du sol sur un rythme horaire de mesures. Les modèles sont validés pour le puceron cendré (*Dysaphis plantaginea*), l'hoplocampe des pommes (*Hoplocampa testudinea*), le carpocapse des pommes (*Cydia pomonella*), la petite tordeuse (*Grapholita lobarzewskii*), le psylle commun du poirier (*Cacopsylla pyri*), la mouche de la cerise (*Rhagoletis cerasi*), l'anthonome du pommier (*Anthonomus pomorum*) et la tordeuse de la pelure capua (*Adoxophyes orana*). L'intégration dans le modèle des températures corporelles est basée sur la sélection de l'habitat et la simulation biophysique des conditions d'habitat. En fonction des données météorologiques locales, la structure d'âge des populations des ravageurs est simulée, permettant ainsi d'annoncer les événements importants pour la gestion des activités. Les résultats de cette simulation sont visibles sur Internet (www.sopra.info) et servent d'aide à la décision à l'échelle locale et régionale pour les huit principaux ravageurs des vergers des vallées alpines et du nord des Alpes.

Introduction

La protection des cultures fruitières modernes dépend de la précision temporelle des mesures d'avertissement et de lutte contre les populations de ravageurs. Afin d'estimer les taux d'attaque et d'engager une lutte éventuelle, les ravageurs, et plus particulièrement certains stades phénologiques, doivent être surveillés durant toute la saison à l'aide de différentes techniques d'avertissement. Pour cela, le producteur a besoin d'informations précises sur l'apparition des stades nuisibles. L'évolution des ravageurs doit être suivie afin d'évaluer les risques et la nécessité d'une intervention, en particulier dans une optique de développement durable (Norton et Mumford, 1993; Pedigo et Rice, 2005). Le mode d'action des insecticides mo-

derns dépend également d'une application précise dans le temps lorsque ceux-ci visent un stade spécifique du ravageur. La phénologie des populations peut être établie grâce à des systèmes prédictifs combinés de façon optimale à des supports décisionnels, en faisant appel à la connaissance des ravageurs et aux options possibles de lutte.

Jusqu'à présent, les sommes de température et, plus récemment, des simulations ont été utilisées pour prédire la phénologie des ravageurs en verger, facilitant ainsi l'application des mesures de protection. Les modèles de simulation, à quelques exceptions près (par exemple Welch *et al.*, 1978; Morgan et Solomon, 1996), sont rarement destinés à être appliqués directement par les producteurs ou conseillers techniques.

Ils sont en effet basés sur différentes approches et langages informatiques, ou nécessitent des variables spéciales qui les rendent difficiles d'emploi (Rossing *et al.*, 1999; van der Werf *et al.*, 1999). Nous présentons ici l'outil d'avertissement SOPRA, qui a été développé pour optimiser le moment où les mesures de contrôle et de lutte contre les principaux ravageurs doivent être prises. Ce système réunit une interface «utilisateur» locale contenant les modèles pour les différentes espèces et une interface Internet qui fournit les résultats des simulations aux conseillers techniques et aux producteurs, ainsi qu'un support décisionnel (www.sopra.info).

Modèles phénologiques

Le développement phénologique d'une population d'insectes peut être décrit comme un flux d'entités avec des temps de passage variables. Ce flux est facilement simulé par des modèles du type «*time-varying distributed delay*» (Mannetsch, 1976). Cette approche utilise une fonction de densité Erlang pour générer une distribution de fréquence des temps de développement individuels. Elle est paramétrée à l'aide de la constante thermique du stade de développement spécifique (durée moyenne en degrés-jours) et de sa variance. Afin de calculer le processus de vieillissement au sein des différents stades de développement et de suivre l'évolution de la structure d'âge, l'algorithme créé à l'origine par Abkin et Wolf (1976) a été adapté. Les changements de la structure d'âge des populations de ravageurs sont enregistrés en continu via un équilibre d'entrée et de rendement des variables d'état (stades de développement).

Les relations sous-jacentes entre la température et les taux de développement sont modélisées grâce à des fonctions linéaires ou non-linéaires pour chaque stade du cycle biologique, suivant la nature de la meilleure approximation. Toutes ces relations sont établies sur la base d'expériences de laboratoire menées sur des individus élevés en conditions contrôlées à quatre températures différentes au minimum pour chaque espèce. Les taux de développement des stades sont principalement calculés par des fonctions linéaires, alors que les taux de reproduction et la survie des adultes sont couverts par des fonctions non-linéaires (Graf *et al.*, 1996, 1999 et 2001a). Des modèles phénologiques sont disponibles pour le puceron cendré du pommier (*Dysaphis plantaginea*), l'hoplocampe du pommier (*Hoplocampa testudinea*), le carpocapse des pommes et des poires (*Cydia pomonella*), la petite tordeuse des fruits (*Grapholita lobarzewskii*), le psylle commun du poirier (*Cacopsylla pyri*) et la mouche de la cerise (*Rhagoletis cerasi*). De récentes expériences avec l'anthonome du pommier (*Anthonomus pomorum*) et la tordeuse de la pelure capua (*Adoxophyes orana*) allongent encore la liste d'espèces qui



Fig. 1. Mesures du microclimat de la petite tordeuse des fruits (*Grapholita lobarzewskii*) et choix de l'habitat des larves hivernant à l'intérieur des branches et des troncs.

couvre ainsi les principaux ravageurs des cultures de fruits à pépins et à noyau. Les données de température dans les modèles proviennent d'études approfondies portant sur le choix de l'habitat par les différents stades phénologiques (fig.1), la modélisation utilisant trois

variables (radiation solaire, température de l'air, température du sol) et les caractéristiques structurales des vergers. Les températures corporelles de tous les stades considérés sont estimées par la meilleure modélisation possible des températures de l'habitat (tabl.1). La

Tableau 1. Espèces incluses dans le système d'avertissement SOPRA avec les stades du cycle et les températures faisant fonctionner les modèles.

Espèce	Stades simulés du cycle biologique					Base de la température
	œufs d'hiver	juvéniles	adultes	juvéniles (1 ^{re} gén.)		
Puceron cendré du pommier (<i>Dysaphis plantaginea</i>)	œufs d'hiver	juvéniles	adultes	juvéniles (1 ^{re} gén.)		air
Hoplocampe des pommes (<i>Hoplocampa testudinea</i>)	nymphes hiv.*	adultes	œufs	larves		sol* air
Petite tordeuse des fruits (<i>Grapholita lobarzewskii</i>)	larves/nymphes hiv. (M/F)*	adultes (M/F)	œufs	larves	larves hiv. (diapause)*	intérieur du tronc* air
Carpocapse (<i>Cydia pomonella</i>)	larves/nymphes hiv. (M/F)*	adultes (M/F)	œufs (1 ^{re} gén.)	larves (1 ^{re} gén.)		surface du tronc* air
	nymphes (1 ^{re} gén.)	adultes (1 ^{re} gén.)	œufs (2 ^e gén.)	larves (2 ^e gén.)	larves hiv. (diapause)*	surface du tronc* air
Psylle commun du poirier (<i>Cacopsylla pyri</i>)	adultes hiv. (M/F)	œufs (1 ^{re} gén.)	larves (1 ^{re} gén.)			air
	adultes (1 ^{re} gén.)	œufs (2 ^e gén.)	larves (2 ^e gén.)			air
Mouche de la cerise (<i>Rhagoletis cerasi</i>)	nymphes hiv. (M/F)*	adultes (M/F)	œufs	larves	nymphes hiv. (diapause)*	sol* air
Anthonome du pommier (<i>Anthonomus pomorum</i>)	adultes hiv. (M/F)*	adultes actives (M/F)	adultes immigrée (M/F)	œufs	larves	sol/air* air
Capua (<i>Adoxophyes orana</i>)	larves hiv. (M/F)*	larves actives (M/F)	nymphes (M/F)	adultes (M/F)	œufs (1 ^{re} gén.)	surface du tronc* air
		larves (1 ^{re} gén.)	nymphes (1 ^{re} gén.)	adultes (1 ^{re} gén.)	œufs (2 ^e gén.)	air
		larves (2 ^e gén.)	larves hiv. (en diapause)*			surface du tronc* air

Les premières lignes du tableau pour chaque espèce débutent avec le stade hivernant et les lignes suivantes représentent les générations successives avec les stades similaires l'un au-dessous de l'autre. *F: femelles, M: mâles, hiv.: hivernants, gén.: génération.

température du sol est utilisée dans l'approximation du développement après diapause des pupes chez *H. testudinea* et *R. cerasi* et la température de surface des troncs pour les larves et pupes hivernantes de *C. pomonella* et *A. orana*. Celle-ci est simulée en tenant compte de la température de l'air et de la radiation solaire effective sur les troncs (Graf *et al.*, 2001b). Cette dernière est modélisée en utilisant la radiation solaire mesurée et le jour de l'année, respectant ainsi l'angle azimutal du soleil et la diminution d'intensité lumineuse due au feuillage au fur et à mesure que la saison progresse (fig. 2). La température interne des troncs est également simulée à partir de la température de l'air et de la radiation solaire. Elle est utilisée pour les larves et pupes hivernantes de *G. lobarzewskii* qui creusent à l'intérieur des troncs. Les autres températures de l'habitat sont estimées sur la base de la température de l'air (tabl.1). Les prédictions du modèle employé sont validées en les comparant avec l'activité des stades adultes observée depuis plusieurs années sur le terrain. La figure 3 montre par exemple une validation de la phénologie simulée de *G. lobarzewskii* avec les données de piégeage des adultes. La déviation causée dans la simulation par la température de surface des troncs et de l'air démontre l'importance qu'il faut porter au choix de l'habitat et à la modélisation appropriée de la température de l'habitat (fig. 3). En revanche, des données sur l'émergence en conditions semi-naturelles ont confirmé les processus simulés d'émergence à partir des sites d'hivernation.

Données météorologiques

Les données météorologiques locales (radiation solaire, température de l'air à 2 m du sol, température du sol à 5 cm sous la surface), fournies heure par heure par les stations météorologiques officielles, sont automatiquement stockées chaque matin dans une base de données. Les moyennes par heure, basées sur dix ans de données, sont utilisées pour une projection et, une fois incorporées aux valeurs actualisées, servent à la conception des simulations phénologiques durant la saison entière. En Suisse, quatorze stations couvrent actuellement toutes les régions climatiques d'intérêt pour les cultures fruitières (fig. 4). Les stations se répartissent entre la vallée précoce tessinoise (station de Magadino, 203 m) et les ré-

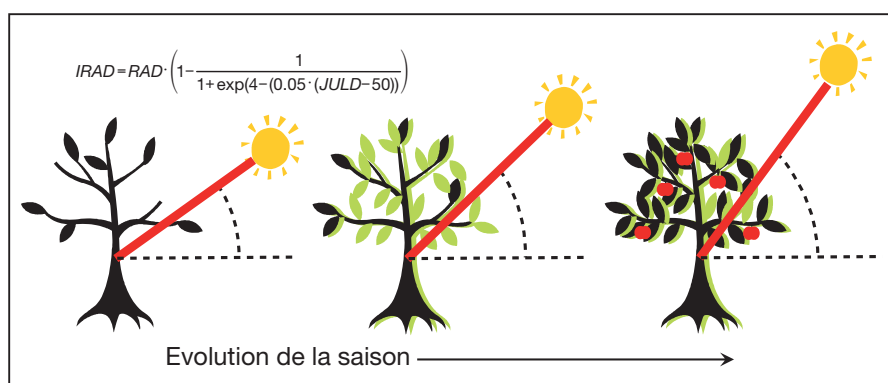


Fig. 2. Simulation de la radiation solaire effective (IRAD) sur les troncs à partir de la radiation solaire mesurée (RAD) et du jour de l'année (JULD), en respectant l'angle azimutal et la diminution d'intensité due à la croissance de la végétation.

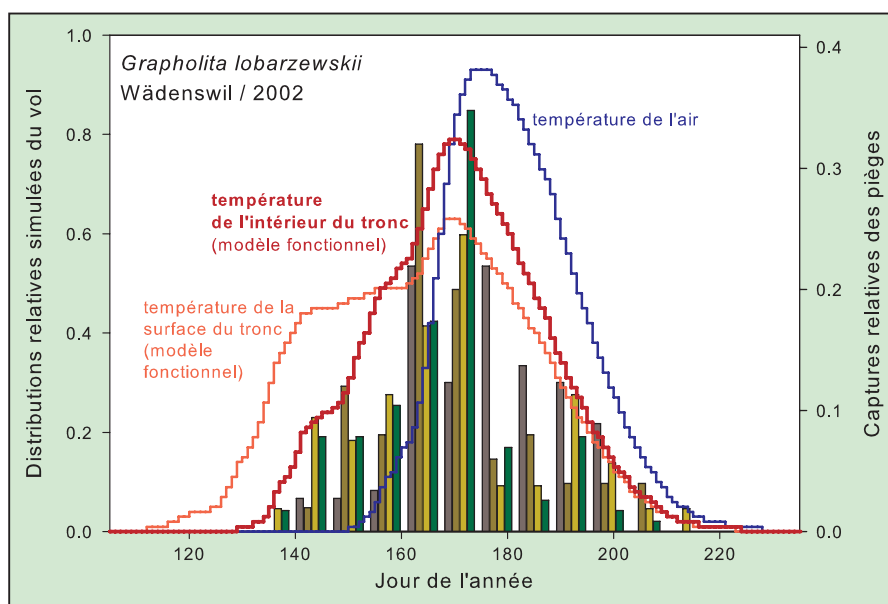


Fig. 3. Validation de la phénologie simulée du mâle (axe de gauche) avec les captures au piège à phéromones (axe de droite, les couleurs des colonnes représentent les différents sites de pièges). En prenant la température spécifique de l'habitat, soit celle de l'intérieur des troncs pour *Grapholita lobarzewskii*, la correspondance est parfaite, alors que les températures de l'air (bleu) et de la surface des troncs (rouge clair) conduisent à de grandes variations.

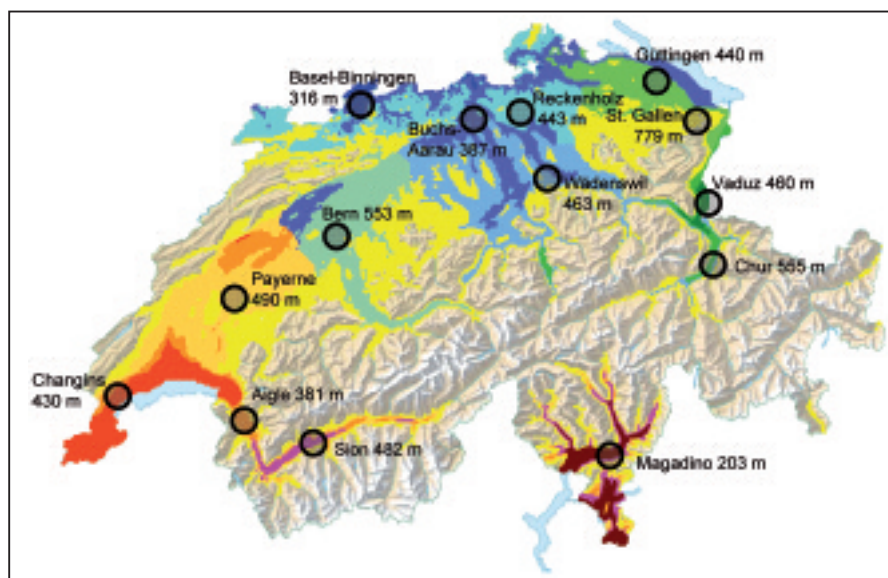


Fig. 4. Localisation des stations météorologiques (altitude) utilisées par le modèle SOPRA pour définir les régions climatiques représentatives (couleurs) à travers la Suisse.

gions tardives du nord-est de la Suisse au-dessus de 600 m d'altitude (station de Saint-Gall). Les frontières des régions climatiques représentées dans la figure 4 sont déterminées par interpolation des températures printanières et du début de l'été (Kirchhofer 1982; Aschwanden *et al.*, 1996) et par des informations phénologiques standard sur la végétation (Kirchhofer, 1984) et sur les insectes, enregistrées sur une longue échelle de temps (Höhn, non publié).

Outil de simulation

L'interface utilisateur locale est conçue comme une application standard MS Windows® afin de faciliter l'utilisation simultanée des modèles pour les différentes espèces et de standardiser l'entrée des données météorologiques dans chacun des modèles. La simulation de la température de l'habitat fait partie de l'application sous forme d'un module météorologique adaptable. Les résultats sont présentés à la fois sous forme numérique et graphique. Pour chaque ravageur, un programme calcule les sommes

de températures pour tous les seuils de température définis par l'utilisateur.

Les modèles pour chaque espèce ou le programme pour calculer les sommes de températures sont accessibles par les tabulateurs. Les fichiers «texte» d'entrée des données météorologiques sont sélectionnés dans une boîte de dialogue «ouverture de fichier». Les boîtes de contrôle permettent l'obtention des résultats sous forme numérique ou/et sous forme graphique. En fonction des données météorologiques locales choisies, la structure relative par âge des populations de ravageurs est simulée et les mesures cruciales à entreprendre sont proposées sur cette base (fig. 6). Concernant ces dernières, le modèle interprète automatiquement les résultats et les résume dans un tableau sous forme de recommandations. Dans le programme de calcul des sommes de températures, l'utilisateur choisit la température de l'air, du sol ou/et des troncs. Il précise jusqu'à trois différents seuils de température et décide du jour de départ dans l'année. Il est également possible de calculer les sommes de températures à partir d'un critère biologique (*biofix*),

par exemple le début du vol des adultes sur le terrain. A partir des résultats numériques fournis par les modèles de chaque espèce, les phénologies relatives sont sauvegardées et transférées dans une base de données servant à la présentation «online» et au support de décision (voir ci-dessous).

Présentation online et support de décision

Grâce aux résultats de la simulation et à l'interface Internet (www.sopra.info), une information complète sur les espèces et un support de décision actualisé en fonction de la phénologie sont accessibles en français, allemand, italien et anglais. Le site présente une liste de tous les ravageurs par région, de manière à accéder le plus rapidement possible à l'information. Sur la page d'accueil, une carte active de la Suisse permet de sélectionner l'une des quatorze régions climatiques couvertes par les diverses stations météorologiques. La carte avec ombrages et reliefs inclut également les rivières et les lacs (fig. 5A).

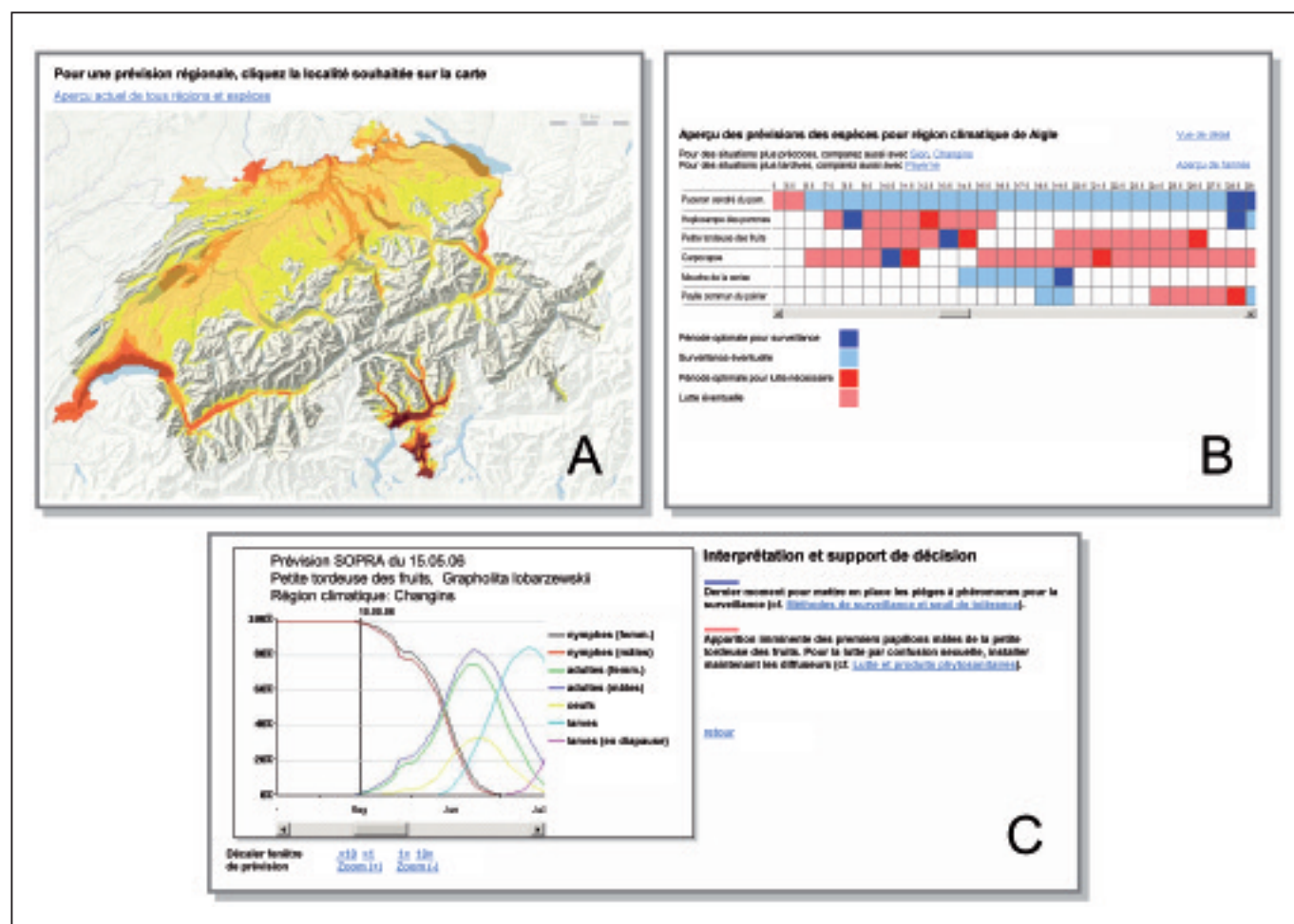


Fig. 5. Sélection de captures d'écran à partir de l'application Internet SOPRA. A: page d'accueil avec carte active des régions climatiques; B: tableau des ravageurs et des niveaux d'alerte pour une région donnée; C: support de décision avec résultats sous forme graphique et leur interprétation.

En cliquant sur la carte, l'utilisateur peut consulter un tableau regroupant tous les ravageurs actifs durant la période actuelle dans la région sélectionnée. Ce tableau de la période actuelle d'alerte peut être élargi pour couvrir toute l'année (fig. 5B). Les cellules combinées «espèce/jour» du tableau affichent un code de couleur identique sur tout le site avec du bleu pour les contrôles et du rouge pour les mesures de lutte à entreprendre. De plus, une couleur claire indique une période antérieure ou postérieure à la phase d'avertissement, tandis qu'une couleur foncée précise la période optimale d'action. Pour les différences locales de phénologie, comme par exemple dans les sites exposés au sud, des liens permettent l'accès aux données des régions voisines plus précoces et plus tardives.

En cliquant sur les cases du tableau, on accède au support de décision avec une représentation graphique de la structure relative par âge au sein des populations de ravageurs et à son interprétation

(fig. 5C). Le graphique montre les proportions des stades biologiques en ligne chronologique. Il couvre toute l'année et, grâce à un zoom à trois niveaux ainsi qu'à des touches de contrôle, permet de se déplacer dans le temps et donc d'obtenir l'interprétation servant au support de décision relative au jour choisi. Ce support de décision se divise en mesures de contrôle (avertissement) et en mesures de lutte en fonction du code de couleur mentionné plus haut. L'interprétation se réfère directement à la structure par âge du ravageur et annonce les périodes cruciales pour les actions à entreprendre. La figure 6 donne un aperçu des structures relatives par âge chez *G. lobarzewskii* et les interprétations qui en découlent. Dans les recommandations, toutes les mesures de lutte sont expliquées, en donnant toutefois la préférence aux techniques respectueuses de l'environnement et de développement durable, comme la confusion sexuelle (phéromones) ou les régulateurs de croissance. Ces conseils font référence à une autre partie du site

Internet, proposant une information illustrée sur la biologie et le développement des différentes espèces de ravageurs, les méthodes d'avertissement, les seuils économiques ainsi que des commentaires sur les mesures phytosanitaires au sujet des modes d'action, doses, toxicité, restrictions, etc.

Au-dessous de la carte des régions climatiques est présentée une liste d'alerte du jour pour toutes les régions et toutes les espèces. Elle s'avère très utile pour survoler rapidement les stades importants présents et les événements qui y sont associés, pour un utilisateur quotidien par exemple. Les cases du tableau avec leur combinaison région/espèce conduisent directement aux données graphiques et à leur interprétation écrite.

De plus, des tableaux permettent d'avoir une vue d'ensemble de toutes les régions climatiques classées par phénologie pour chaque espèce. Ces données sont spécialement conçues pour les utilisateurs qui désirent une information générale sur la phénologie et/ou sur les différences phénologiques existant entre les régions. Une fois encore, ces tableaux munis du code d'alerte en couleur sont extensibles à loisir sur toute l'année. De même, les cases du tableau combinées par région/jour conduisent directement au sein du support de décision avec les données graphiques et leur interprétation écrite.

Evaluation et perspectives

Jusqu'ici, les principaux problèmes rencontrés par les services agronomiques et les conseillers techniques dans l'utilisation de modèles de simulation provenaient de la diversité des approches de modélisation, de la non-standardisation de l'entrée des données et des résultats fournis, ainsi que de l'absence d'une interface conviviale pour l'utilisateur (Rossing *et al.*, 1999; van der Werf *et al.*, 1999). Tous ces problèmes sont maintenant résolus grâce à l'intégration de toutes les espèces ciblées dans une simulation flexible et extensible conçue sous forme d'une application MS Windows® courante. L'outil local de simulation SOPRA offre un avantage supplémentaire en pouvant s'étendre à d'autres ravageurs grâce à sa structure «ouverte»; celle-ci ne nécessite qu'un nombre limité de paramètres, simples à établir au moyen d'expériences standardisées ou soutenues par une validation minutieuse, pouvant même être extraite de la littérature.

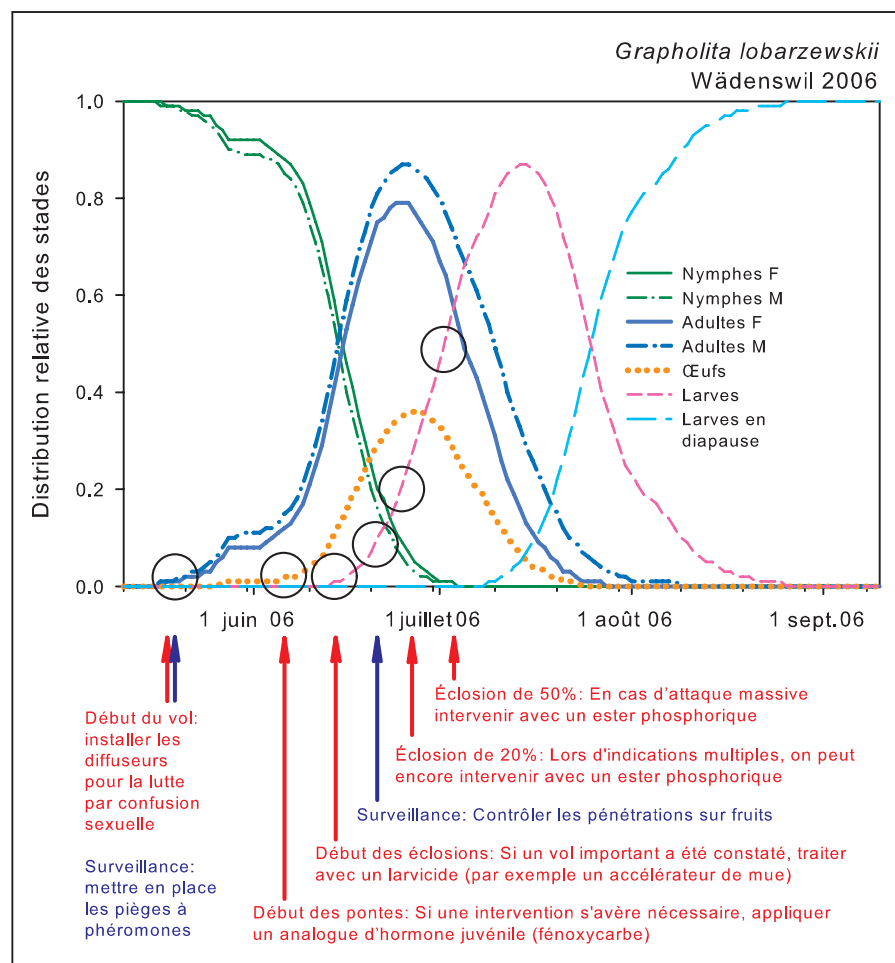


Fig. 6. Simulation de la phénologie relative de la petite tordeuse des fruits (*Grapholita lobarzewskii*) comprenant les événements importants de son cycle et les suggestions appropriées (bleu: surveillance, rouge: lutte). Le support de décision fournit une information plus détaillée et, en plus du moment optimal pour le contrôle ou la lutte, donne les périodes avant et après les phases d'alerte pour les femelles (F) et les mâles (M).

Le but principal de ce projet était de rendre l'application Internet directement utilisable par les conseillers techniques et les producteurs. Ces derniers trouvent l'information relative à la situation des ravageurs dans leur région par un simple « clic » et accèdent au support de décision par un second. Quant aux conseillers techniques, ils obtiennent une vue d'ensemble qui leur permet de tirer des conclusions à l'échelle du pays. Afin de maintenir le système aussi simple et concis que possible, nous n'avons pas inclus l'emplacement spécifique des vergers, ce qui pourrait s'avérer utile pour les grandes cultures, mais moins en arboriculture.

La définition spatiale des prévisions dépend bien entendu de la disponibilité des enregistrements locaux de la température et de la radiation solaire. En Suisse, les services agronomiques publics accroissent constamment leur réseau de petites stations météo pour prévenir les risques de tavelure, mildiou et feu bactérien. Nous nous sommes cependant limités aux données des stations météorologiques officielles qui fournissent des mesures de température plus précises. La prévision des maladies des plantes dépend également des précipitations qui sont plus influencées par le climat local que les données de température utilisées dans notre système. Bien qu'un réseau plus étoffé de stations permette une meilleure différenciation des localités, les quatorze régions climatiques représentées dans SOPRA semblent jusqu'à présent offrir une information suffisante à l'échelle suisse.

Depuis environ cinq ans, SOPRA a été utilisé avec succès comme outil fiable de conseil pour quatre ravageurs des pommiers (*D. plantaginea*, *H. testudinea*, *C. pomonella*, *G. lobarzewskii*) au niveau local et régional, en Suisse et dans le sud de l'Allemagne. Avec sa nouvelle interface Internet, SOPRA sera disponible « online » pour les six plus importants ravageurs des fruitiers du printemps 2007, incluant *R. cerasi* et *C. pyri*. Les modèles récemment validés pour *A. pomorum* et *A. orana* devraient être mis en ligne en 2008. D'autres extensions sont planifiées et devraient voir le jour dans le futur.

En proposant le moment adéquat pour l'application des mesures de contrôle et de lutte, le support de décision de SOPRA augmente l'efficacité de la lutte contre les ravageurs et réduit les effets indésirables. Il permet d'utiliser les mesures respectueuses de l'environnement comme la confusion sexuelle, les virus spécifiques ou les régulateurs de croissance, qui nécessitent une application précise dans le temps pour être

efficaces. SOPRA contribue de façon importante à la production fruitière intégrée, car il aide les producteurs, parmi un éventail varié de tactiques, à prendre les décisions nécessaires pour maintenir les ravageurs au-dessous des seuils économiques, tout en minimisant leur impact sur l'environnement.

Conclusions

- ❑ SOPRA est un outil efficace et flexible pour optimiser le positionnement des mesures de contrôle et de lutte contre les ravageurs en vergers.
- ❑ Les principales difficultés d'utilisation rencontrées par les services logistiques et les conseillers techniques sont résolues grâce à l'intégration de toutes les espèces ciblées dans un outil de simulation extensible.
- ❑ L'interface Internet permet aux producteurs et aux conseillers techniques d'accéder à l'information relative à la situation des ravageurs en quelques « clics » seulement. Les conseillers techniques peuvent accéder à des tableaux synthétiques qui leur permettent de tirer des conclusions à l'échelle du pays.
- ❑ Nécessaire au bon fonctionnement d'un support de décision, l'information illustrée concernant la biologie et le développement des ravageurs, les méthodes de contrôle, les seuils économiques et les suggestions quant aux mesures de protection phytosanitaires permet de tenir les producteurs informés.
- ❑ SOPRA augmente l'efficacité de la lutte contre les ravageurs et réduit les effets indésirables. Il permet d'utiliser des mesures respectueuses de l'environnement comme la confusion sexuelle, les virus ou les régulateurs de croissance, dont l'efficacité repose sur une application précise dans le temps.

Remerciements

Nous remercions Ph. Blaise (ETH Zurich) pour sa contribution aux premières versions de la plateforme de simulation, R. Hess et P. Wälti (MSI AG, Buchs)

pour le codage de l'application Internet, M. Genini pour la correction des versions française et italienne de l'application Internet, Ph. Jeanbourquin, C. Baroffio, P.-J. Charmillot et F. Rezzonico pour leurs traductions et leurs corrections, A. Lahusen et Th. Ackermann pour les validations en laboratoire et sur le terrain, et enfin C. Daniel et E. Wyss (FiBL, Frick) pour le matériel d'élevage et la contribution à la validation du modèle sur la mouche de la cerise.

Bibliographie

- Abkin M.H. & Wolf C., 1976. Distributed delay routines. Dept. Agric. Econom., Michigan State Univ., East Lansing, Class Document 8, 1-13.
- Aschwanden A., Beck M., Häberli C., Haller G., Kiene M., Roesch A., Sie R. & Stutz M., 1996. Die Ergebnisse des Projekts KLIMA90, Grafiken. Schweizerische Meteorologische Anstalt (MeteoSchweiz), Zürich. 260 p.
- Graf B., Höhn H. & Höpli H. U., 1996. The apple sawfly, *Hoplocampa testudinea*: a temperature driven model for spring emergence of adults. *Entomol. Exp. Appl.* **78**, 301-307.
- Graf B., Höhn H. & Höpli H. U., 1999. The smaller fruit tortrix, *Grapholita lobarzewskii*: predicting the phenology of adult emergence. *Entomol. Exp. Appl.* **93**, 299-304.
- Graf B., Höhn H. & Höpli H. U., 2001a. The apple sawfly, *Hoplocampa testudinea*: Temperature effects on adult life-span and reproduction. *Entomol. Exp. Appl.* **98**, 377-380.
- Graf B., Höhn H. & Höpli H. U., 2001b. Improving the prediction of adult codling moth (*Cydia pomonella* L.) emergence in a natural environment. *IOBC/wprs Bull.* **24**, 127-132.
- Kirchhofer W., 1982. Atlas climatologique de la Suisse. Première livraison, Institut suisse de météorologie. Office fédéral de topographie, Wabern.
- Kirchhofer W., 1984. Atlas climatologique de la Suisse. Deuxième livraison, Institut suisse de météorologie. Office fédéral de topographie, Wabern.
- Manetsch T. J., 1976. Time-varying distributed delays and their use in aggregative models of large systems. *IEEE Trans. Systems, Man, Cybern.* **6**, 547-553.
- Morgan D. & Solomon M. G., 1996. Pest-Man: a forecasting system for orchard pests. *Acta Hort.* **416**, 273-277.
- Norton G. & Mumford J. D., 1993. Decision Tools for Pest Management. CAB International, Wallingford, 288 p.
- Pedigo L. P. & Rice M. E., 2005. Entomology and Pest Management. Prentice-Hall, Upper Saddle River, New Jersey, 784 p.
- Rossing W. A. H., van der Werf W. & Leeuwis C., 1999. Quality of modelling in fruit research and orchard management: an introduction to the workshop. *Acta Hort.* **499**, 147-150.
- Van der Werf W., Leeuwis C. & Rossing W. A. H., 1999. Quality of modelling in fruit research and orchard management: issues for discussion. *Acta Hort.* **499**, 151-159.
- Welch S. M., Croft B. A., Brunner J. F. & Michels M. F., 1978. PETE: An extension phenology modeling system for management of multi-species pest complex. *Environ. Entomol.* **7**, 482-494.

Summary

SOPRA: Forecasting tool for fruit tree pest insects

The forecasting tool SOPRA has been developed with the objective to optimize timing of monitoring and control measures of insect pests in fruit orchards. Applying time-varying distributed delay approaches, phenology-models were developed driven by solar radiation, air temperature and soil temperature on hourly basis. Models are developed and validated for *Dysaphis plantaginea*, *Hoplocampa testudinea*, *Cydia pomonella*, *Grapholita lobarzewskii*, *Cacopsylla pyri*, *Rhagoletis cerasi*, *Anthonomus pomorum* and *Adoxophyes orana*. The implementation of body temperatures in the models is based on habitat selection and biophysical simulation of habitat conditions. On base of local weather data, age structure of the pest populations is simulated and crucial events for management activities are announced. Through a web-interface, the simulation results are available to consultants and growers (www.sopra.info) and can be applied as decision support system (DSS) for the eight major insect pests of fruit orchards in the alpine valleys and north of the Alps at local and regional scale.

Key words: phenology, model, forecasting, decision support system, temperature, pest insects, monitoring, plant protection, fruit growing.

Riassunto

SOPRA: Strumento di previsione contro gli insetti nocivi nei frutteti

Lo strumento di previsione SOPRA è stato sviluppato per migliorare il monitoraggio e le misure di lotta contro i danni degli insetti nei frutteti. Applicando un approccio basato su «time-varying distributed delay», sono stati sviluppati modelli fenologici del ciclo vitale degli insetti basati su misurazioni orarie della radiazione solare, della temperatura dell'aria e del suolo. Dei modelli sono stati sviluppati e validati per le specie *Dysaphis plantaginea*, *Hoplocampa testudinea*, *Cydia pomonella*, *Grapholita lobarzewskii*, *Cacopsylla pyri*, *Rhagoletis cerasi*, *Anthonomus pomorum* e *Adoxophyes orana*. L'integrazione della temperatura corporea nei modelli è basata sulla selezione dell'habitat e la simulazione biofisica delle condizioni dell'habitat stesso. Sulla base dei dati meteorologici locali, viene simulata la distribuzione per classe d'età della popolazione degli insetti e vengono annunciati gli eventi rilevanti per l'applicazione delle misure di gestione. I risultati della simulazione vengono messi a disposizione dei consulenti e dei coltivatori attraverso un'interfaccia-web (www.sopra.info) come supporto per la presa di decisioni su scala locale e regionale per la gestione delle otto specie di insetti patogeni più diffuse nei frutteti a nord delle Alpi e nelle valli.

Zusammenfassung

SOPRA: Prognosewerkzeug für Schadinsekten im Obstbau

Das Prognosewerkzeug SOPRA wurde mit dem Ziel entwickelt, die Überwachungs- und Bekämpfungsmassnahmen bei Obstschädlingen zu optimieren. Unter Nutzung von «Time-varying distributed delays» wurden Phänologiemodelle auf der Basis von Stundenwerten der klimatischen Variablen Sonnenstrahlung, Lufttemperatur und Bodentemperatur für folgende Arten erstellt und validiert: Mehliges Apfelblattlaus (*Dysaphis plantaginea*), Apfelsägewespe (*Hoplocampa testudinea*), Apfelwickler (*Cydia pomonella*), Kleiner Fruchtwickler (*Grapholita lobarzewskii*), Birnblattsauger (*Cacopsylla pyri*), Kirschenfliege (*Rhagoletis*

cerasi), Apfelblütenstecher (*Anthonomus pomorum*) und Schalenwickler (*Adoxophyes orana*). Die im Modell angewandten Körpertemperaturen basieren auf detaillierten Studien zur Habitatwahl und z.T. biophysikalischer Simulation der Habitatbedingungen. Auf Basis lokaler Wetterdaten wird die Altersstruktur der Schädlingpopulationen simuliert und entsprechend werden Schlüsselereignisse für den Pflanzenschutz angezeigt. Die Simulationsergebnisse werden den Pflanzenschutzberatern und Produzenten als ein umfassendes Beratungsinstrument über das Internet zur Verfügung gestellt (www.sopra.info), was die Entscheidungshilfe für die acht wichtigsten Schädlinge im Kern- und Steinobstanbau der Alpentäler und nördlich der Alpen auf lokaler und regionaler Ebene unterstützt.

Bouchons

Capsules de surbouchage

Capsules à vis · Bouchons couronne

Bondes silicone · Barriques · Fûts de chêne

Supports porte-barriques · Tire-bouchons *Pulltap's*

LIÈGE RIBAS S.A.

8-10, rue Pré-Bouvier · Z.I. Satigny · 1217 Meyrin

Tél. 022 980 91 25 · Fax 022 980 91 27

e-mail: ribas@bouchons.ch

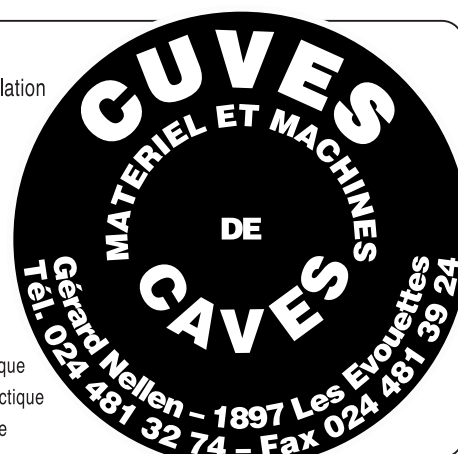
www.bouchons.ch

Calculs techniques

Fournitures et installation complète pour:

adéquation et pilotage des températures d'élaboration:

- débouillage
- macération à chaud
- macération à froid
- fermentation alcoolique
- fermentation malolactique
- stabilisation tartrique



DREIER OENOTECH SA
 Machines vinicoles - Kellereimaschinen

(successeur du dpt. vinicole de la société

Karl Streuli AG)

Votre spécialiste pour vos installations vinicoles

Pressoir avec membrane centrale



DELLA TOFFOLA

NOUVEAU

**avec membrane élastique:
 nettoyage facilité et hygiène absolue**

- _ Meilleure qualité des moûts
- _ Gain de temps jusqu'à 50% grâce au principe de la membrane centrale
- _ Pressoirs entièrement en inox
- _ Références de premier ordre

DREIER OENOTECH SA
 Machines vinicoles - Kellereimaschinen

Champ de la Vigne 4 1470 Estavayer-le-Lac

Tél. 026 664 00 70 - Fax 026 664 00 71 - E-mail: dreier@dreieroenotech.ch - www.dreieroenotech.ch



Ne laissez pas le mauvais temps détruire le fruit de votre travail!

Nous assurons vos vignes, les bois de vigne et les jeunes vignes à l'aide d'une couverture complète contre la grêle et autres calamités naturelles.

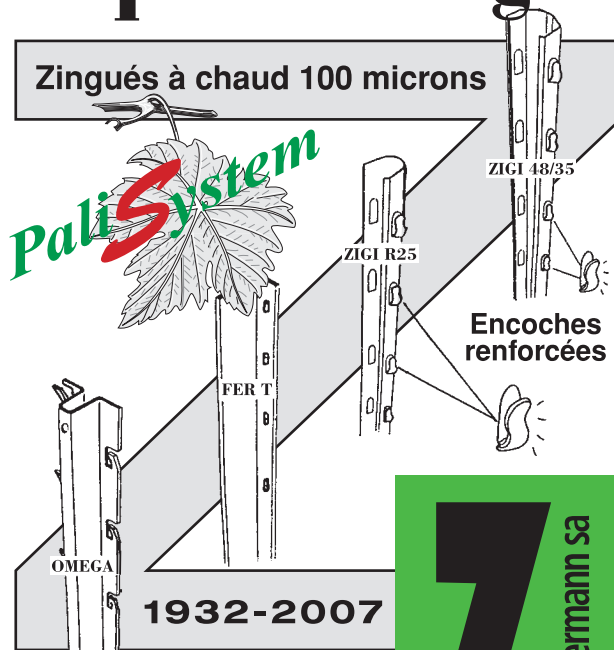
Case postale, 8023 Zurich
 Tél.: 044 257 22 11
 Fax: 044 257 22 12
 info@grele.ch
 www.grele.ch



**Schweizer Hagel
 Suisse Grêle
 Assicurazione Grandine**
 AU SERVICE DE L'AGRICULTURE

Piquets de vigne

Zingués à chaud 100 microns



Encoches renforcées

1932-2007

1268 BEGNINS
 Tél. 022 366 13 17
 Fax 022 366 32 53
 www.zimmermannsa.ch



La désinfection des serres

C. GILLI, Station de recherche Agroscope Changins-Wädenswil ACW, Centre des Fougères, 1964 Conthey
W. HELLER, Station de recherche Agroscope Changins-Wädenswil ACW, 8820 Wädenswil

Introduction

Afin de commencer une culture dans les conditions optimales, l'abri et son environnement doivent être absolument propres. Le climat chaud et humide, la faible rotation des cultures et la forte densité de plantation des cultures protégées sont en effet autant de conditions propices au développement de nombreux ravageurs et maladies. Les mesures d'hygiène font ainsi partie intégrante de la prophylaxie. L'hygiène est le seul moyen de combattre certains pathogènes comme les virus et les bactéries, car les moyens de lutte curatifs sont inexistant à l'heure actuelle.

Toutefois, la désinfection de l'abri n'est pas toujours nécessaire, notamment lorsque l'équilibre entre pathogènes et antagonistes est bien établi, en particulier pour les maladies du sol. La désinfection peut même s'avérer néfaste en supprimant tout organisme, laissant ainsi la voie libre à la colonisation par les premiers pathogènes. En définitive, la décision dépend de la gravité des problèmes présents dans la culture. Le type de nettoyage et de désinfection à effectuer doit donc être raisonné de cas en cas en fonction des maladies et ravageurs rencontrés dans la culture précédente.

La désinfection étape par étape

Nettoyage

- En fin de culture, l'état sanitaire doit être évalué pour cibler les traitements phytosanitaires à appliquer avant l'arrachage afin de limiter la dissémination des ravageurs, en particulier les aleurodes et les acariens. Pour améliorer l'efficacité de ces traitements, il est intéressant de diminuer la

masse foliaire en provoquant un léger flétrissement des plantes (couper les arrosages et les tiges 24 h avant l'application). Ces traitements doivent être appliqués après la dernière récolte en culture légumière. Si une lutte biologique est envisagée dans la culture suivante, les produits utilisés doivent être peu rémanents.

- Quelques jours après les derniers traitements, la culture peut être éliminée et compostée. Dans certains cas (virus de la mosaïque du pépino, chancre bactérien, etc.), il est recommandé de brûler les plantes.

- Les abords des serres doivent être désherbés pour éliminer les adventices, réservoirs potentiels de maladies et de ravageurs.

- Une fois la serre vide, il est nécessaire de réaliser un bon nettoyage à l'eau, de préférence chaude, avec un jet sous pression. En effet, de nombreux produits sont inactivés par la matière organique. Une fois la serre propre, la désinfection peut commencer.

Produits désinfectants

Les produits utilisés en horticulture pour désinfecter appartiennent à deux catégories: les biocides et les produits phytosanitaires. Selon une notice rédigée par la Commission européenne, lorsque l'organisme cible «est nuisible aux végétaux ou aux produits végétaux, le produit utilisé est considéré comme un produit phytopharmaceutique dans la mesure où il est appliqué de manière directe sur les végétaux ou les produits végétaux ou de manière indirecte sur la structure vide dans le but de lutter exclusivement contre les ennemis des végétaux ou des produits végétaux. Par contre,



Après vidage et nettoyage, les structures de la serre sont désinfectées.

s'il est nuisible dans d'autres domaines, par exemple s'il est nuisible à l'homme ou à d'autres produits que des végétaux et des produits végétaux, le produit utilisé est considéré comme un produit biocide.»

La liste actuelle des produits phytosanitaires autorisés en Suisse comme désinfectants est disponible auprès de l'Office fédéral de l'agriculture, notamment à l'adresse www.psa.blw.admin.ch/index_fr_4_3_11.html. Les produits biocides, quant à eux, sont gérés par l'Office fédéral de la santé publique. Les produits biocides autorisés en Suisse sont consultables sur le site <http://www.paschem.bag.admin.ch/webinfo/global/default.aspx?> Ces listes sont régulièrement mises à jour. La plupart des désinfectants ont une action fongicide et bactéricide, certains sont virucides. Le choix du produit à utiliser dépend donc des problèmes rencontrés. Il est nécessaire de bien connaître leurs caractéristiques; certains sont corrosifs, d'autres phytotoxiques et nécessitent un rinçage soigneux. Lors de l'application, il est important de respecter:

- la concentration recommandée d'utilisation du produit
- la température lors de l'application (en général optimale à 20 °C)
- le pH de l'eau utilisée pour préparer la solution
- le temps de contact entre la solution désinfectante et la surface à désinfecter
- la protection de l'applicateur (combinaison, gants, masque...).

Sol

Dans les serres où les végétaux sont cultivés en pleine terre, le sol peut héberger différents ravageurs et maladies. La désinfection du sol a pour but d'éliminer les adventices, les pathogènes telluriques et les nématodes. Elle peut être faite en surface ou plus en profondeur.

En Suisse, seul le dazomet entrant dans différentes préparations commerciales est homologué comme désinfectant. Les autorisations sont différenciées selon les cultures et selon les problèmes phytosanitaires à combattre. Le détail des autorisations figure dans l'index des produits phytosanitaires.

Dans tous les cas, le produit est appliqué sur sol nu. Entre le traitement et l'installation de la nouvelle culture, il faut respecter un délai de 10 à 40 jours, selon l'humidité et la température.

La désinfection à la vapeur est une alternative traditionnelle qui demeure très coûteuse. La biofumigation (incorporation de produits d'origine végétale produisant des biocides volatils naturels) est actuellement testée par Agroscope Changins-Wädenswil. Une désinfection par ondes électromagnétiques est également en cours de développement, notamment par la firme hollandaise Koppert machines BV.

Réseau d'irrigation

L'eau peut véhiculer certains pathogènes comme les Pythiées, les bactéries et certains virus. Avant de commencer la désinfection, il est nécessaire de nettoyer les filtres et de purger le réseau, qui doit ensuite être détartré à l'acide avant la désinfection proprement dite, pratiquée avec des produits de type ammonium quaternaire, Javel, etc. Finalement, l'ensemble du réseau est rincé.

Voici par exemple la méthode proposée par le Ctifl dans la «Gestion des effluents des cultures légumières sur substrat» (2002).

1. Préparer une solution d'acide nitrique de manière à obtenir un pH de 2,0-2,2 aux goutteurs, soit une solution à 1,8-2%.
2. Apporter 0,5 l par goutteur et laisser agir 24 h au minimum.
3. Rincer à l'eau claire, laisser passer environ 1 litre par goutteur. Purger les bouts de rampe.
4. Préparer une solution d'eau de Javel à 40 mg/l de chlore actif, soit 0,3 ml d'eau de Javel à 13% par litre d'eau.
5. Apporter 0,5 l par goutteur et laisser agir 24 h au minimum.
6. Bien rincer à l'eau claire à raison de 3 l par goutteur, puis purger les bouts de rampe.

Les gouttières de drainage doivent également être désinfectées ainsi que les bacs de récupération de solution nutritive et les bacs de solutions filles. **Attention: l'acide nitrique et l'eau de Javel ne doivent jamais être en contact: le mélange est explosif!**



Désinfection du sol à la vapeur.

Structures, parois vitrées, parois des tunnels, toiles hors sol

Une fois l'abri propre, la désinfection de la structure et des supports de culture peut avoir lieu, généralement à l'aide d'ammonium quaternaire ou d'acide benzoïque. Ces produits doivent être pulvérisés généreusement jusqu'au point de ruissellement.

Matériel et outillage

La matière organique doit être éliminée au maximum à l'aide d'un jet à haute pression avec de l'eau aussi chaude que possible sur tout le matériel en contact avec les cultures (chariot de récolte, caisses de récolte, outils, chariot élévateur, calibreuse, trieuse, etc.). Les petits outils (couteaux, scalpel, sécateurs) sont désinfectés par trempage dans de l'alcool par exemple.

Les contenants de culture non poreux, les plaques de semis ou les caisses de récolte sont trempés dans une solution désinfectante. La solution perd de son efficacité au fur et à mesure des trempages et doit donc être changée régulièrement. Selon le produit utilisé, un rinçage est nécessaire.

Les tuyaux ou gaines de distribution du CO₂ doivent être changés ou nettoyés.

Une fois le nettoyage terminé, il faut garder la serre propre jusqu'à l'installation de la nouvelle culture. Le mieux est de la laisser fermée.

Nettoyage des différents locaux

La désinfection des serres doit être l'occasion de nettoyer les différents locaux de l'entreprise. Là encore, un nettoyage à l'eau chaude sous pression est conseillé.

Remise en culture

Une fois la serre désinfectée, les risques de contamination viennent de l'extérieur. Quelques mesures simples sont applicables pour limiter les risques de nouvelles contaminations par des pathogènes ou des ravageurs.

- Les plants et les semences sont des sources potentielles de contamination. Les plants doivent être contrôlés à leur arrivée. Ils doivent être visuellement exempts de ravageurs ou maladies. Il est recommandé d'utiliser des semences traitées.
- Placer un pédiluve à l'entrée de chaque unité, en changeant régulièrement la solution désinfectante, car la présence de matière organique l'inactive. Pour les serres en pleine terre, le nettoyage des chaussures est nécessaire, par exemple au jet à haute pression.
- Le personnel doit être sensibilisé aux mesures prophylactiques. Des postes de nettoyage des mains doivent être installés et utilisés régulièrement. Le lavage à l'eau chaude et au savon est suffisant. Des produits désinfectants pour les mains plus faciles à utiliser que le savon peuvent également être employés.
- Le petit matériel (ciseaux, sécateurs, greffoirs, etc.) doit être désinfecté régulièrement par trempage. Disposer d'un jeu d'outils permet d'effectuer un tournus et donc de respecter le temps de trempage optimal.



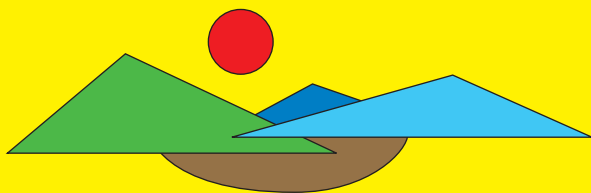
Exemple de désinfection des outils. Pour éviter l'attente, l'utilisation d'un jeu d'outils est conseillée.



Pédiluve fonctionnel, placé à l'entrée de la serre. La solution doit être changée régulièrement. ▷



CLIMAT GESTION SA



Etudes et réalisations complètes d'installations

Froid industriel et commercial
Climatisation – Pompes à chaleur
Automatisation – Télégestion

Climatisation de caves et de bouteillers

Séchoirs pour plantes aromatiques
et médicinales

Conception et fabrication
d'enrichisseurs de moût

Route des Prêles 1965 Savièse
Tél. 027 395 12 08 Fax 027 395 21 08
admin@climatgestion.ch <http://www.climatgestion.ch>

JEAN-PAUL GAUD SA
BOUCHONS - CAPSULES - CAPSULES A VIS



Rue Antoine-Jolivet 7 - CP 1212 - 1211 Genève 26
Tél. +41 01 22 343 79 42 - www.gaud-bouchons.com

Alphatec sa



Atomiseurs
vignes & vergers



Granges-Saint-Martin 3 - 1350 Orbe
Tél. 024 442 85 40



VOTRE SPÉCIALISTE POUR:

- CUVES INOX 316
- TUYAUX À VIN
- MONTAGE DE RACCORDS
- PRODUITS ŒNOLOGIQUES
- VERRERIE DE LABORATOIRE



Nouveau dépositaire **MESSER** 
Messer Schweiz AG

Gaz alimentaires **GOURMET**

CHS CUÉNOUD SA

www.cuenoud.ch
TÉL. 021 799 11 07 – FAX 021 799 11 32

PLANTS DE VIGNES
pour une viticulture moderne
couronnée de succès



PÉPINIÈRES VITICOLES ANDREAS MEIER&Co.
5303 Würenlingen | T 056 297 10 00
office@rebschule-meier.ch | www.vignes.ch



Evaluation de la charge de travail en production de pommes

I. SICHERT, K. HEITKÄMPER et M. SCHICK, Station de recherche Agroscope Reckenholz-Tänikon ART, Tänikon, 8356 Ettenhausen

@ E-mail: matthias.schick@art.admin.ch
Tél. (+41) 52 36 83 356.

Résumé

Le temps de travail requis par la production de pommes de table dépend essentiellement du procédé de récolte ainsi que du niveau de rendement. Pour les procédés modernes et pour un rendement de 45 t/ha, il faut compter entre 400 et 600 MOh/ha. La récolte représente à elle seule environ 40% de ce temps. D'autres opérations requièrent également une grosse part de travail manuel et représentent beaucoup de temps: l'éclaircissage manuel, la taille et les travaux de formation. L'intensité de leur exécution a une influence décisive sur le temps de travail. Comparativement, le temps nécessaire pour les procédés mécanisés comme le mulchage et la protection phytosanitaire est relativement réduit.



Fig. 1. Récolte avec un panier.

Introduction

Dans le cadre du projet «Chiffres-clefs de l'organisation du travail dans les cultures spéciales», la Station de recherche Agroscope Reckenholz-Tänikon ART a calculé le temps de travail nécessaire pour la production de pommes de table. Dans cette optique, des relevés de temps de travail ont été effectués dans plusieurs exploitations suisses de cultures fruitières entre octobre 2004 et octobre 2005. Ces recherches ont permis d'établir un modèle qui calcule le temps de travail exigé par l'ensemble du processus de production, ainsi que par les différentes opérations qui le composent. Le présent article expose les résultats de quelques procédés qui demandent beaucoup de main-d'œuvre.

Méthode

Méthode standard de mesure du temps

Les relevés de temps de travail ont été réalisés à l'aide d'une méthode standard qui consiste à différencier les différentes phases de travail de chaque procédé en observant le déroulement des opérations. Les temps consacrés à chaque phase de travail sont ensuite enregistrés à l'aide d'un ordinateur de poche (hand-held) équipé d'un logiciel spécial. La méthode permet de saisir non seulement les différentes phases de travail, mais également les facteurs d'influence, comme les trajets, les quantités et les volumes. Les données sont traitées, évaluées statistiquement et sauvegardées dans une base de données sous la forme d'éléments de temps standard, qui constituent la base du modèle de calcul. Le temps de travail nécessaire pour chaque procédé est calculé dans un module indépendant.

Le modèle associe les temps standard de chaque procédé de travail aux facteurs d'influence qui leur correspondent. Le temps de travail nécessaire est indiqué en heures de main-d'œuvre par hectare (MOh/ha).

Base de calcul

Les calculs du temps de travail nécessaire se basent sur un verger de pommiers répondant aux conditions habituelles de la pratique (tabl.1).

Tableau 1. Données des parcelles ayant servi de base aux calculs.

Structure des parcelles	
Taille des parcelles (brute)	1 ha
Zone de demi-tour	10,7%
Longueur des lignes	100 m
Distance entre les arbres	3,5 × 1,2 m
Mode de conduite	Fuseau
Nombre de lignes d'arbres	26
Nombre d'arbres	2126 arbres/ha
Fruits ou branches au-dessus de 2 m	5%
Rendement (brut)	45 t/ha
Part de fruits à cidre	5%
Poids moyen des fruits	180 g
Système de protection contre la grêle	Chapelle, plaquette
Largeur de la ligne d'arbres	0,8 m
Distance à parcourir à la ferme	20 m
Distance entre la ferme et la plantation	1000 m
Trajets à pied	20 m

Le nombre de phases de travail par an a été défini pour chaque procédé (tabl. 2).

Résultats

La figure 2 présente la part de temps respective des différentes opérations de production par rapport au travail total. L'exemple de calcul part du principe que le rendement est de 45 t/ha et que la récolte est effectuée à l'aide d'un panier. Le temps de travail total nécessaire est de 538 MOh/ha. La récolte et le transport représentent 40% du temps de travail nécessaire, soit la plus grosse part. Les autres procédés gourmands en travail manuel sont la taille (18%), l'éclaircissage manuel (16%) et les travaux de formation (11%). Les étapes mécanisées de l'entretien, de la protection phytosanitaire et de la fumure ne représentent à elles trois qu'un pourcentage de 10%.

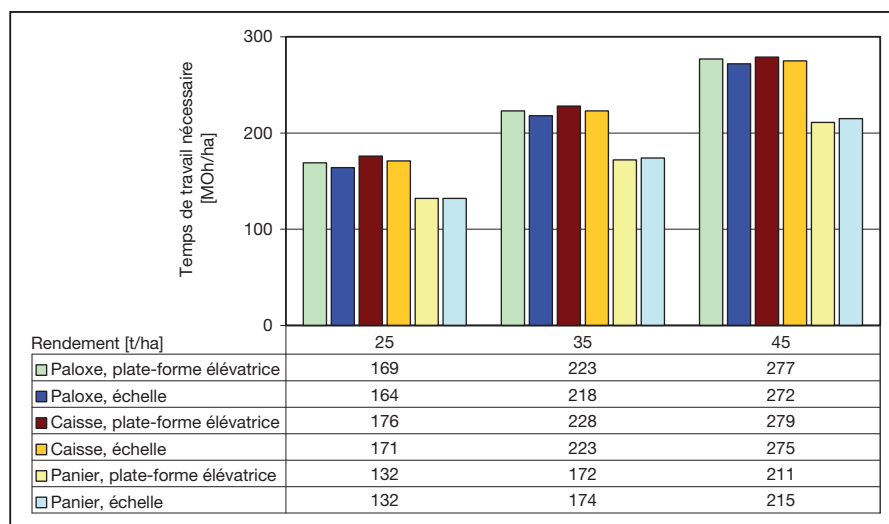
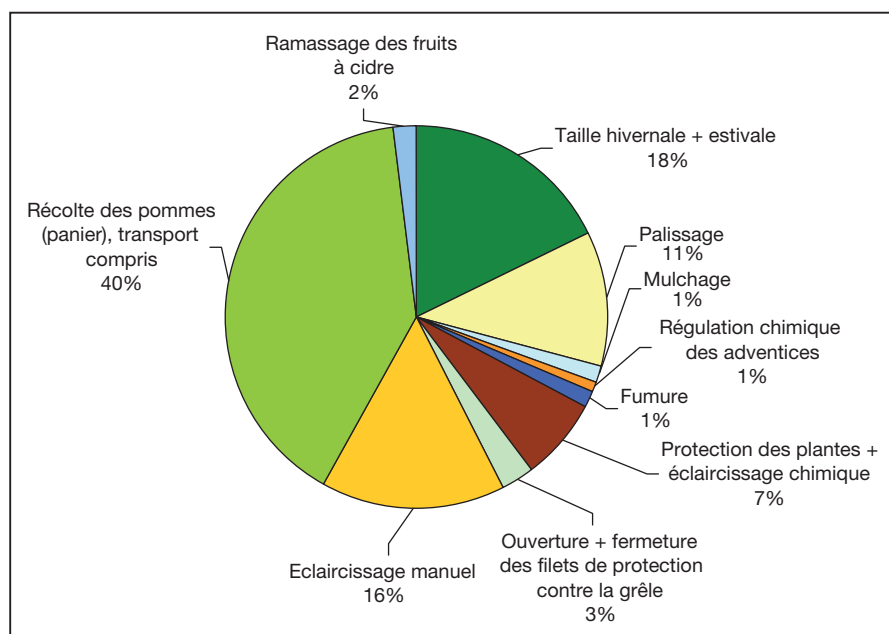
Récolte

Le temps de travail requis par la récolte manuelle est largement déterminé par les moyens employés (récipients de cueillette, outils utilisés pour atteindre le haut des arbres) et par le niveau de rendement (fig. 3). Il augmente de manière linéaire en fonction de la croissance du rendement. La variante « panier de récolte et plate-forme élévatrice automotrice » est la moins exigeante en temps de travail, quel que soit le rendement. La réduction de trois passages à un passage pour la récolte permet de faire baisser le temps de travail de 19 à 28 MOh/ha, selon les récipients employés pour la cueillette (fig. 4). Lorsque le poids moyen des fruits augmente et que le rendement reste constant, on voit que le temps de travail diminue de 5,3 à 7,9% lorsque le poids des pommes augmente de 15 g (fig. 5). Cette baisse est due à la réduction du nombre de gestes nécessaires pour cueillir les pommes et les déposer dans les différents conteneurs, par tonne de récolte. Ces opérations représentent en effet environ 50 à 70% du temps de travail de la récolte (transport compris).

Fig. 3. Temps de travail nécessaire pour la récolte en fonction du rendement et du procédé de cueillette.

Tableau 2. Nombre de travaux par an.

Procédé	Nombre d'opérations
Taille hivernale	1
Formation (attacher les branches)	1
Mulchage	7
Désherbage chimique	3
Fumure minérale	2
Fumure organique	1
Fertilisation foliaire (calcium)	1
Protection chimique des plantes/fertilisation foliaire	13
Protection biotechnique des plantes (technique de confusion)	1
Fermeture des filets de protection contre la grêle	1
Ouverture des filets de protection contre la grêle	1
Eclaircissage chimique	2
Eclaircissage manuel	1
Taille estivale	1
Récolte et transport des pommes	3
Ramassage des fruits à cidre	1



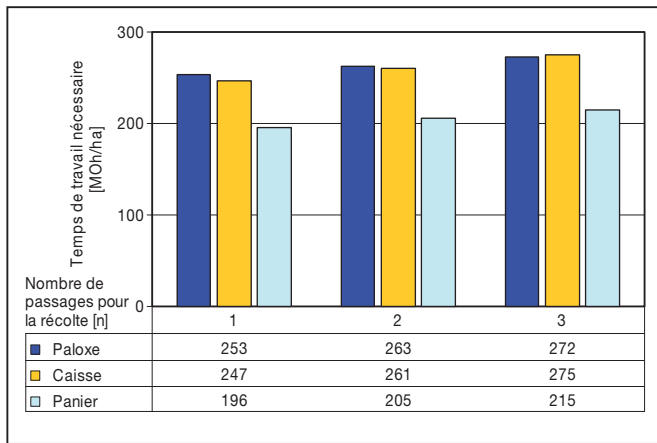


Fig. 4. Temps de travail nécessaire pour la récolte selon le nombre de passages.

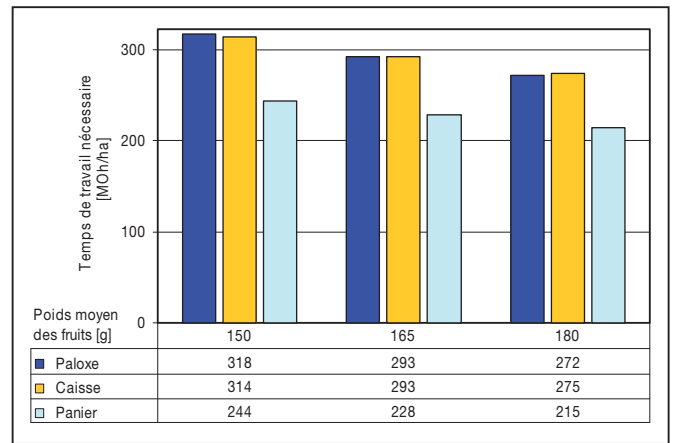


Fig. 5. Temps de travail nécessaire pour la récolte selon le poids moyen des fruits.

Eclaircissage manuel

L'éclaircissage consiste à éliminer des fruits à la main ou au sécateur. En production biologique, l'éclaircissage manuel est actuellement la seule méthode autorisée pour réguler la charge en fruits. Par conséquent, les fruits à éliminer – et donc la main-d'œuvre – y sont nettement plus importants qu'en production intégrée, où un premier éclaircissage chimique est autorisé (fig. 6).

Taille

Le calcul du temps de travail nécessaire à la taille varie selon l'utilisation de sécateurs mécaniques, pneumatiques ou électriques. Il tient également compte des différents moyens utilisés pour atteindre le haut des arbres (fig. 7). Le sécateur pneumatique et l'échelle constituent la variante qui exige le moins de temps de travail. Pour vingt tailles par arbre, le travail au sécateur pneumatique est de 23% moins long qu'au sécateur manuel habituel.

Formation

La formation des arbres consiste à placer les branches dans la position souhaitée à l'aide de poids ou en les attachant avec une ficelle. L'intensité

croissante de l'exécution du travail se répercute davantage sur l'opération d'attacher les branches que sur celle de les lester avec des poids (fig. 8). La première dure en effet trois fois plus longtemps que la seconde.

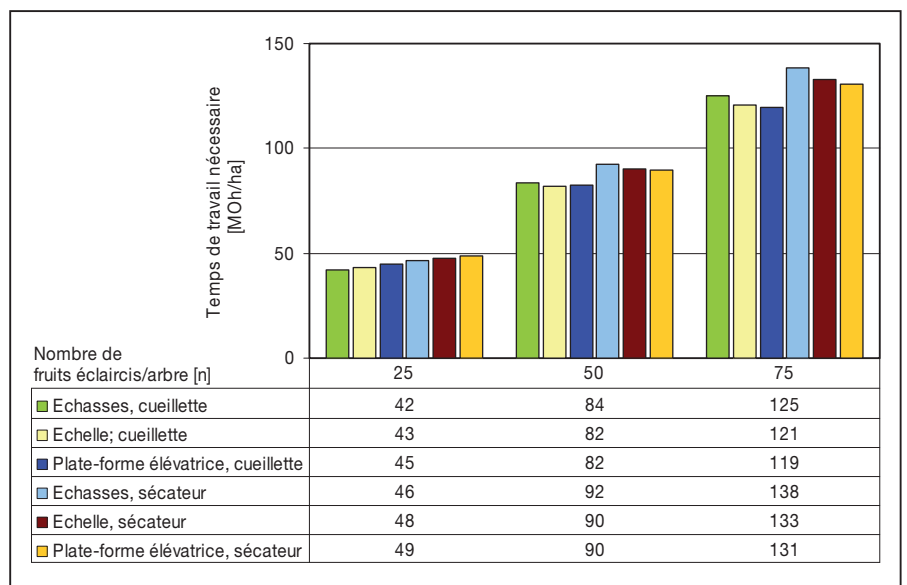


Fig. 6. Temps de travail nécessaire pour l'éclaircissage des fruits selon son intensité.

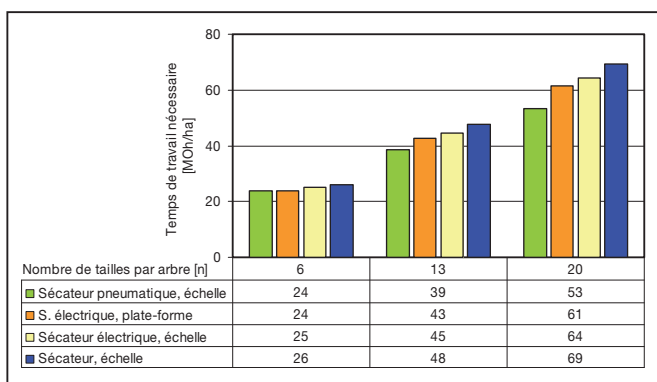


Fig. 7. Temps de travail nécessaire pour la taille en fonction du nombre d'opérations par arbre.

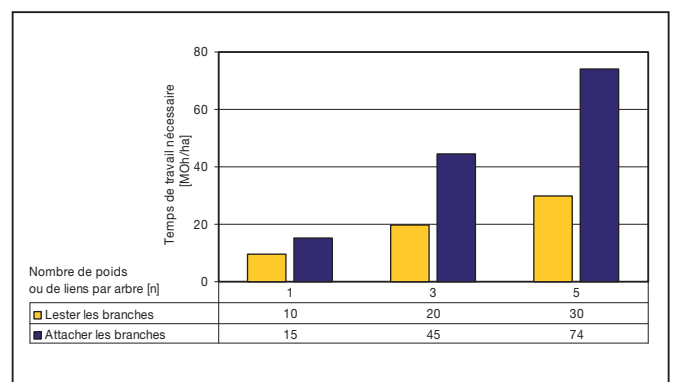


Fig. 8. Temps de travail nécessaire pour les travaux de formation en fonction du procédé, à trois degrés d'intensité.

Conclusions

- ❑ Les mesures de temps de travail et les calculs réalisés à l'aide du modèle de l'étude ont montré que la production de pommes comportait une bonne part de procédés exigeants en main-d'œuvre.
- ❑ Pour la récolte qui représente environ 40% du temps total, le rendement et le procédé de récolte sont les principaux facteurs qui déterminent le temps de travail.
- ❑ Dans les procédés qui exigent beaucoup de main-d'œuvre, l'intensité d'exécution joue un rôle déterminant dans le temps de travail.
- ❑ Le modèle de calcul utilisé permet d'établir le temps de travail nécessaire pour différentes variantes de chaque procédé et comporte un grand nombre de variables susceptibles d'être modifiées.

Bibliographie

- Heitkämper K., Marbé-Sans D. & Schick M., 2005. Working Time Measurement and Standard Time Determination in Fruit Growing using the example of Apple Harvesting, Horticulture and Forestry, XXXI CIOSTA-CIGR V Congress Proceedings, Editor Monika Krause, Hohenheim, September 19-21.
- Sichert I., Heitkämper K., Schick M. & Marbé-Sans D., 2006. Production de pommes de table: chiffres-clefs de l'organisation du travail. Rapport ART n° 663.

Zusammenfassung

Arbeitszeitbedarf für handarbeitsintensive Verfahren im Tafelapfelbau

Der Arbeitszeitbedarf für die Tafelapfelproduktion wird wesentlich durch die Art des Ernteverfahrens sowie das Ertragsniveau beeinflusst. Für zeitgemässe Verfahren und einen Ertrag von 45 t/ha reicht der Arbeitszeitbedarf von 400 bis 600 AKh/ha. Allein davon entfallen etwa 40% auf die handarbeitsintensive Ernte. Ebenfalls handarbeitsintensiv und zeitaufwändig sind die manuelle Fruchtausdünnung, Schnitt- und Formierungsarbeiten. Dabei wirkt sich die Intensität der Ausführung entscheidend auf den Arbeitszeitbedarf aus. Der Zeitaufwand für mechanisierte Arbeitsverfahren wie beispielsweise das Mulchen und Pflanzenschutz fällt im Vergleich zu den handarbeitsintensiven Verfahren relativ gering aus.

Summary

Working-time requirement for apple production

The working-time requirement for table-apple production depends substantially on the harvest method used, as well as the yield. With modern methods and a yield of 45 t/ha, a working-time of 400 to 600 MPH/ha is needed. The harvest alone accounts for about 40% of this time. Manual fruit-thinning, pruning and shaping tasks are also manually labour-intensive and time-consuming. Here, the intensity of performance of the task has a decisive impact on the working-time requirement. The time necessary for mechanised working processes such as mulching and plant protection is relatively low compared to that of the manually intensive processes.

Key words: table-apple production, working-time requirement, harvest, fruit-thinning, shaping.

Riassunto

Valutazione del carico di lavoro nella produzione di mele da tavola

Il tempo di lavoro richiesto dalla produzione di mele da tavola dipende notevolmente dal modo di raccolta e dal livello di resa. Per i procedimenti moderni e per una resa di 45 t/ha, si devono calcolare tra 400 e 600 MOh/ha. L'operazione di raccolta rappresenta da sola circa il 40 per cento del tempo totale, ma vi sono altre operazioni che richiedono ugualmente una gran parte di lavoro manuale e quindi molto tempo: il diradamento manuale, i lavori di taglio e la formazione degli alberi. A differenza di quelli manuali, i procedimenti meccanici, quali la pacciamatura e la protezione fitosanitaria, richiedono un tempo di lavoro relativamente minore.



SPEIDEL 25 ans de garantie!

Planning 3D compris!

Les cuves en acier inox de Speidel: Les seules à remplir vos exigences!

Baldinger dep. 1957

MAX BALDINGER SA
 tél. +41 44 806 80 00

CH - 8117 Fällanden
 www.baldinger.biz



PÊPINIÈRES VITICOLES

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

Sélection Valais

Le réseau interactif en viticulture (RIV), un projet novateur au service de tous

B. AEBERHARD et Ph. DROZ, Agridea, av. des Jordils 1, CP 128, 1000 Lausanne 6

R. CALOZ et J. INGENSAND, Ecole polytechnique fédérale de Lausanne (EPFL), 1015 Lausanne

K. PYTHOUD, F. MURISIER et V. ZUFFEREY, Station de recherche Agroscope Changins-Wädenswil ACW,
Centre viticole du Caudoz, 1009 Pully

D. ROJARD, Prométerre, av. des Jordils 1, CP 128, 1000 Lausanne

@ E-mail: philippe.droz@agridea.ch
Tél. (+41) 21 61 94 400.

Résumé

L'étude des terroirs viticoles vaudois, menée de 2000 à 2004, a permis de développer une application interactive accessible par Internet. Les informations issues des études pédologiques et climatiques sont contenues et mises à disposition dans une base de données géoréférencées. D'autres informations recueillies par les membres du réseau peuvent s'y ajouter. Elles peuvent être d'usage privé ou collectif. L'application se compose de trois modules: le module Vigne permet la gestion parcellaire du vignoble; le module Cave permet de gérer les fournisseurs et les apports de vendange; enfin, le module Recherche & Vulgarisation offre la possibilité de créer de nouvelles couches géographiques avec des thématiques spécifiques. Les données liées à ces thèmes peuvent être saisies de manière décentralisée par simple connexion internet. Cet outil permet la gestion technique des exploitations viticoles, la réalisation rapide d'enquêtes, la mise en valeur commune de données saisies par divers acteurs du secteur, ainsi que la transmission des résultats aux professionnels concernés.

Introduction

En novembre 2000, l'Association pour l'étude des terroirs viticoles vaudois a été créée dans l'objectif de caractériser les différents types de sol et de climat du vignoble vaudois. Pour réaliser cette étude, un groupe de travail pluridisciplinaire (sol-climat-plante) a été mis sur pied avec la collaboration de l'EPFL, d'Agroscope Changins-Wädenswil ACW, de Prométerre et du Service vaudois des eaux et des sols. L'ensemble du vignoble vaudois a pu être cartographié au niveau du sol et du climat. L'étude du comportement de la plante a permis de valider les méthodes développées pour caractériser les sols et les climats. L'information recueillie a été très largement mise à la disposition des

acteurs de l'économie vitivinicole vaudoise (cartes, rapports sol-climat-plante, séances d'information). Une synthèse de l'étude (Etude des terroirs viticoles vaudois. *Revue suisse Vitic., Arboric., Hort.* 36 (4), 2004, 20 p.) a été publiée dans un supplément spécial. Les études sol et climat se sont étendues à d'autres cantons viticoles (Neuchâtel, Genève, Valais et Tessin) sur la base des méthodes mises au point dans le canton de Vaud.

Dans une seconde phase de ce projet «terroirs», les partenaires de l'étude ont créé un outil informatique interactif capable d'accueillir et de gérer l'ensemble des données au moyen d'un site Internet. Le but de cet outil est d'exploiter au mieux la grande masse d'informations récoltées durant l'étude et

de pouvoir les mettre en relation avec les données rassemblées au niveau des exploitations, des caves ou des services de vulgarisation et de recherche. Outre la consultation des cartes pédologiques et climatiques, l'idée était de développer un système de gestion parcellaire intégrant les fonctions d'un logiciel SIG (Système d'informations géographiques), autrement dit, utilisant le géoréférencement.

Cette deuxième étape du projet «terroirs» a également été réalisée sous l'égide de l'Association pour l'étude des terroirs viticoles vaudois. Comme pour le premier projet, il a été essentiellement financé par la branche viticole vaudoise et la Commission fédérale pour la technologie et l'innovation (CTI). Les partenaires du projet sont l'EPFL, Agroscope Changins-Wädenswil ACW, Camptocamp, Prométerre et Agridea. Le développement du projet RIV a commencé au début de 2005. Les modules Vigne et Cave sont terminés et proposés aux entreprises vitivinicoles vaudoises depuis décembre 2006. Le module Recherche & Vulgarisation a également pu être réalisé et sera exploité dès le printemps 2007.

Objectifs

1. Le premier objectif est de créer une base de données accessible via Internet, simple et conviviale. La mise à jour des informations est facilitée par leur maintenance sous forme de base de données plutôt que sous forme de cartes uniquement.

2. Le développement de la plante, ses caractéristiques agronomiques ainsi que les qualités des raisins et vins dépendent des propriétés des sols et climats et des pratiques culturales. Le géoréférencement de ces informations permet que ce lien sol-climat-plante puisse être étudié en tout temps. La création d'une banque de données aisément accessible facilite la récolte décentralisée de données. Il devient ainsi possible de travailler par enquêtes pour étudier des problèmes qui surgissent dans le vignoble.
3. Les viticulteurs doivent enregistrer une foule d'informations pour des raisons techniques et administratives. En complétant l'application par un logiciel de gestion parcellaire proposant de multiples fonctionnalités, les producteurs bénéficient d'un système simple et convivial d'enregistrement des informations et d'une possibilité d'archivage sûre. Potentiellement, moyennant accord des viticulteurs propriétaires des données, celles-ci peuvent être facilement utilisées à des fins de recherche et de statistique.
4. Les encaveurs peuvent souhaiter créer des cuvées issues de terroirs clairement identifiables ou assembler les raisins issus de terroirs divers. Avec l'application RIV, ils ont la possibilité de trier facilement les parcelles viticoles selon les critères qui les intéressent et de combiner les critères entre eux.

Le RIV est actuellement proposé aux producteurs et encaveurs vaudois. Il est prévu de l'étendre aux autres cantons ayant réalisé leur propre étude de terroirs, soit pour l'instant Neuchâtel, Genève, le Valais et le Tessin.

Développement

Description et caractéristiques techniques

Le RIV est accessible uniquement depuis Internet. Cette manière de fonctionner est relativement nouvelle, mais elle reflète la tendance actuelle visant à rendre disponibles les applications via le Web. Des progrès concernant la facilité d'accès à Internet, la vitesse de transmission des données, leur cryptage et la saisie en ligne sont à l'origine de cette tendance. Pour l'utilisateur, ce mode de fonctionnement offre de nombreux avantages:

- aucune occupation de mémoire dans son propre ordinateur, les données sont stockées dans le serveur central;
- aucun risque de perte de données liées à un dysfonctionnement de l'ordinateur client;
- les mises à jour de l'application sont disponibles instantanément pour tous les utilisateurs.

Dans le cas du RIV, le défi informatique consistait à rendre compatible Cartoweb (base SIG servant de support aux cartes interactives) avec une base de données regroupant les informations d'une infinité de clients. Pratiquement, chaque information saisie par un utilisateur est liée à un positionnement géographique (référence). Ainsi, il est possible de superposer différentes couches d'informations afin de les visionner séparément ou ensemble. La couche de base étant la carte géographique, on lui appose la couche «orthophotos», la couche «indice climatique», la couche «nature du sol», etc.

Le producteur intéressé à utiliser le RIV devra posséder un ordinateur «récent» et disposer d'une connexion Internet, rapide de préférence. Une fois connecté sur le site riv-agridea.ch, chaque utilisateur peut définir le type d'abonnement et obtenir son propre code d'accès. Chaque utilisateur possède son propre compte lui donnant accès à ses données personnelles (données parcellaires, culturales, etc.). Ainsi, personne d'autre ne peut accéder à ces données.

Description des trois modules RIV

Le RIV est composé de trois modules. Les deux premiers sont destinés aux viticulteurs, encaveurs et négociants tandis que le troisième a été conçu pour les organismes de recherche, de vulgarisation et de conseil.

Module Vigne

Le module Vigne s'adresse à tous les producteurs. Il permet le suivi parcellaire et la consultation des cartes pédologiques et climatiques établies durant l'étude de terroirs. Il permet de créer des parcelles définies géographiquement à l'aide des orthophotos et du cadastre disponibles sur le site (fig.1). Ensuite, le producteur peut recenser toutes les opérations culturales effectuées durant l'année viticole et établir, de manière automatisée, le cahier d'exploitation PI (production intégrée) selon les normes de Vitiswiss. D'autres fonctions de traçabilité peuvent facilement être ajoutées à l'application. Diverses fonctions de consultation et de recherche permettent de mettre en valeur les multiples variables climatiques et pédologiques, ainsi que les informations parcellaires saisies par l'utilisateur (fig. 2). Véritable mémoire du vignoble, ce module archive dans une base de données unique toutes les interventions et observations saisies par les producteurs.



Fig. 1. Module Vigne: création du parcellaire viticole de l'exploitation à l'aide des orthophotos et du cadastre viticole.

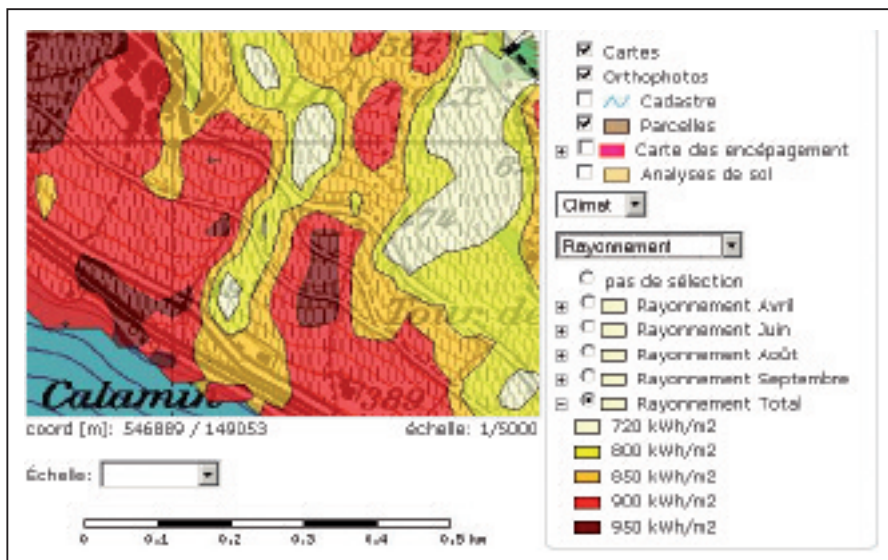


Fig. 2. Consultation des cartes climatiques et pédologiques établies lors de l'étude des terroirs viticoles.

Module Cave

Le module Cave reprend certaines fonctions du module Vigne (accès à la cartographie) mais il est destiné au négoce et aux caves coopératives. Ses fonctionnalités principales sont la gestion des fournisseurs de vendange et des acquis viticoles. Il permet de trier les parcelles selon des critères pédologiques, climatiques, agronomiques et géographiques et ainsi de sélectionner les apports en vue d'élaborer des cuvées particulières. Avec l'accord du producteur utilisant le module Vigne, l'encaveur peut, grâce au module Cave, reprendre

certaines informations des fournisseurs de vendange pour, par exemple, assurer la traçabilité du vin de la parcelle jusqu'à la cave.

Module Recherche & Vulgarisation

Ce module permet la collecte d'informations viticoles et œnologiques enregistrées dans le cadre de recherches sur le long terme ou lors d'enquêtes périodiques concernant une problématique précise (fig. 3). Des services publics (offices de la viticulture, services phy-

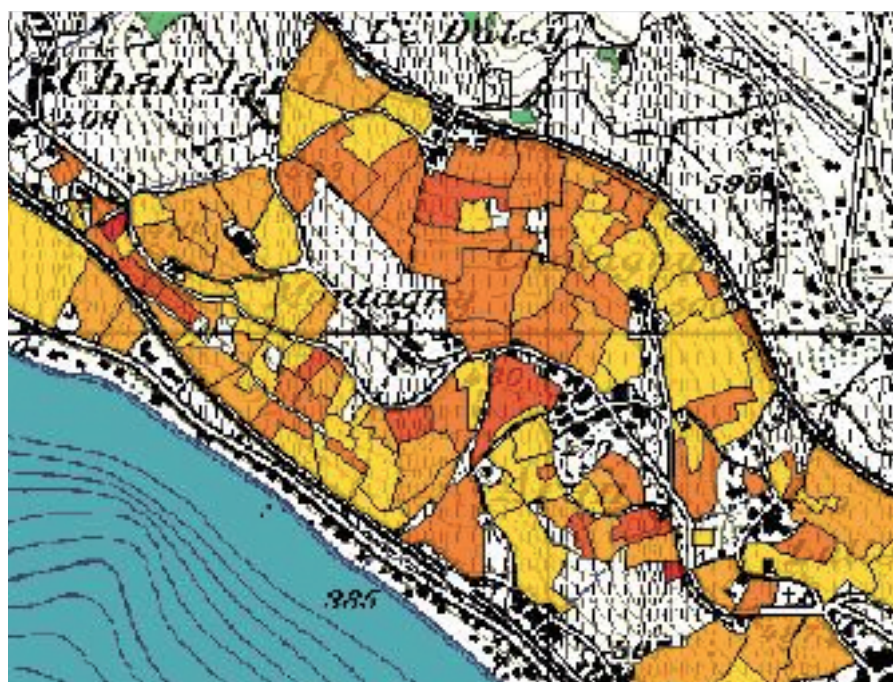


Fig. 3. Module Recherche & Vulgarisation: création de cartes liées à une thématique particulière.

tosanitaires, stations de recherche et de vulgarisation, etc.) ou privés (organisations interprofessionnelles, coopératives, etc.) peuvent ajouter des couches géographiques dans la base de données et entreprendre des campagnes de récolte d'informations. Ces informations peuvent être saisies par le personnel des services concernés ou par des personnes mandatées, voire par l'ensemble des producteurs intéressés à l'étude. La mise en valeur des informations recueillies est possible directement dans l'application RIV ou au travers de logiciels statistiques spécifiques. Selon le niveau de complexité, cette mise en valeur pourra être faite directement par le service informatique d'Agridea ou par l'organisme responsable de l'étude. La représentation pourrait être faite, selon les cas, cartographiquement et publiée sur le site riv-agridea.ch. Ainsi, tous les abonnés au RIV auraient accès à ces informations générales intéressant l'ensemble des utilisateurs.

La réalisation d'enquêtes périodiques à large échelle intéresse grandement Agroscope et la vulgarisation. L'idée est de faire participer tous les abonnés qui le souhaitent, de leur permettre de saisir un maximum d'informations qui pourraient ensuite être mises en valeur globalement. Prenons l'exemple de l'arrivée d'un nouveau ravageur ou parasite dans le vignoble. Le suivi de la diffusion de ce ravageur ou parasite pourrait être réalisé par les utilisateurs du RIV qui répertorieraient la présence et le niveau d'attaque dans leurs parcelles. L'information centralisée sur le site serait ensuite rapidement traitée et restituée aux producteurs sous forme de cartes assorties de conseils de prévention ou de lutte. Si un nombre important de données sont saisies, il est envisageable de les lier avec d'autres informations et d'en tirer des enseignements précieux pour la prévention et la lutte du parasite, par exemple la sensibilité des différents cépages, la corrélation avec des indices climatiques, le lien avec certaines pratiques culturales.

Fonctionnalités envisageables

Le RIV pourrait être appliqué à d'autres cultures que la vigne, comme l'arboriculture, les grandes cultures ou tout autre secteur utilisant des fonctions géoréférencées couplées à une base de données centralisée. La nouveauté et l'originalité du RIV sont l'ajout de couches individuelles sur le système et l'interactivité. La plupart des guichets cartographiques ne proposent qu'une

consultation des informations. Ils ne permettent pas d'ajouter des informations complémentaires et d'établir des liens avec d'autres informations. Le RIV est développé selon les technologies «open source», c'est-à-dire qu'il est possible d'utiliser l'architecture du programme pour en créer un autre plus ou moins semblable. Cette manière de faire permet de développer une nouvelle interface très rapidement et avec des moyens financiers limités. Il pourrait être rationnellement utilisé par les cantons qui souhaitent développer un SIG propre pour gérer les informations du territoire cantonal. Avec ses trois modules (Vigne, Cave, Recherche & Vulgarisation), le RIV offre une solution novatrice de gestion de l'information destinée à la filière professionnelle vitivinicole. La viticulture de précision devient ainsi accessible à l'ensemble des producteurs.

Summary

An interactive viticultural network (IVN), an innovative public project

The study of «terroirs» conducted on Swiss vineyards (Vaud) from 2000 to 2004 led to the development of an interactive internet application. A georeferenced database containing information gathered from pedological and climatic studies is available on-line. Further data input, collected by members of the network, will be made and can be consulted by the private or public sector. The application is composed of three modules. The first module, «Vigne» (vineyard), proposes plot management of vineyards. The «Cave» (cellar) module enables the management of suppliers and grape harvests. Finally, the «Recherche & Vulgarisation» (search and extensions) module allows the creation of new geographic strata with specific themes. Data linked to these themes can be accessed in a decentralised way by simple Internet connection. This tool will facilitate the technical management of wine-growing farms, speed up the execution of investigations, and provide an accessible database being updated by various concerned parties, as well as the forwarding of results to professionals involved.

Key words: viticulture, «terroirs», interactive network, management of vineyards.

Riassunto

La rete interattiva in viticoltura (RIV), un progetto innovatore al servizio di tutti

In seguito allo studio dei terreni viticoli vodesi condotto tra il 2000 e il 2004, è stata sviluppata un'applicazione interattiva accessibile via Internet. Le informazioni sui risultati degli studi pedologici e climatici sono contenute e messe a disposizione in una banca dati con riferimenti geografici. Possono essere aggiunte altre informazioni raccolte da membri della rete, che possono essere sia d'uso privato che collettivo. L'applicazione è composta da tre moduli. Il modulo Vigneto offre la gestione delle parcelle del vigneto, il modulo Cantina permette di gestire gli apporti di vendemmia e i suoi fornitori. Il modulo Ricerche e Consulenza viticola invece permette di creare dei nuovi strati geografici con delle tematiche specifiche. I dati legati a questi temi possono essere raccolti in modo decentralizzato grazie ad una semplice connessione Internet. Questa applicazione permette di attivare rapidamente una rete di studio, di valorizzare dei dati raccolti da diverse persone del settore, come pure la trasmissione dei risultati ai professionisti interessati.

Zusammenfassung

Das interaktive Netzwerk im Weinbau «RIV», ein innovatives Projekt in Dienste der ganzen Branche

Im Rahmen der Studie über die weinbaulichen waadtländer «terroirs» wurde eine Internet-Software entwickelt. Die durch die bodenkundlichen und klimatischen Studien erhobenen Daten befinden sich in einer georeferenzierten Datenbank, die über das Internet abrufbar sind. Weitere Informationen können durch den Benutzerkreis hinzugefügt werden. Diese Informationen können privat oder öffentlich sein. Das Programm besteht aus drei Modulen. Das Modul Weinbau bietet eine Parzellenverwaltung (Schlagkartei) für die Rebfläche, das Modul Kellerei ist ein Hilfsmittel für die Verwaltung der Traubenlieferanten und der Lieferungen. Mit dem Modul Forschung und Beratung ist es leicht möglich neue thematische Schichten und Karten mit spezifischen Themen zu bilden. Die Daten werden dezentral, über einen einfachen Internet-Anschluss, erfasst. Dieses Programm erleichtert die Durchführung von Erhebungen und die Auswertungen von Daten, die durch mehrere im Sektor tätige Personen und Institutionen registriert werden erheblich. Die Weitergabe der Ergebnisse der Erhebungen an die Berufskreise wird erleichtert und beschleunigt.

MADEX® / CAPEX®

Pour réussir la lutte contre le carpocapse et contre capua

Carpocapse (*Cydia pomonella*)



Andermatt Biocontrol AG
Stahlermatten 6 · CH-6146 Grossdietwil
Telefon 062 917 50 05 · www.biocontrol.ch





Efficacité du virus de la granulose appliqué par trempage des pommes sur des larves de carpocapse *Cydia pomonella*

C. SALAMIN, P.J. CHARMILLOT, D. PASQUIER, P. PEEVA, Agroscope Changins-Wädenswil ACW, CP 1012, 1260 Nyon 1

@ E-mail: denis.pasquier@acw.admin.ch
Tél. (+41) 22 36 34 379.

Résumé

Des cas de résistance au virus de la granulose du carpocapse (CpGV) ont été signalés récemment en Allemagne et en France. Afin de pouvoir détecter rapidement une éventuelle semblable résistance en Suisse, des courbes de référence d'efficacité ont été établies en laboratoire avec trois différentes formulations de virus: Madex 3, Madex Plus et Granupom. Les LC_{50} de ces produits sont situées entre $2,5 \times 10^7$ et $2,2 \times 10^8$ granules/l.



Virus de la granulose et larve de carpocapse, en phase terminale, ▷ infectée par le virus de la granulose.

Introduction

Des foyers de résistance du carpocapse *Cydia pomonella* aux insecticides sont apparus ces dernières années dans des vergers de pommiers de Suisse (Charmillot *et al.*, 2005). L'introduction de la lutte par confusion a permis de limiter l'usage de ces produits chimiques, dans la mesure où les populations sont basses. Dans le cas contraire, la meilleure solution – et parfois la seule – consiste à combiner la technique de confusion avec des traitements au virus de la granulose du carpocapse. Cet insecticide biologique spécifique a un effet relativement lent mais important sur la dynamique des populations. Il permet de faire baisser de manière conséquente les populations lorsque les insecticides chimiques sont impuissants. Par son effet ciblé, le virus de la granulose est un outil fondamental pour la

lutte contre le carpocapse en production biologique.

Le virus a été découvert sur des larves mortes dans un verger mexicain, dans les années soixante (Tanada, 1964). Multiplié ensuite sur des larves d'élevage, il a été commercialisé en Suisse dès 1988. Trois produits homologués sont actuellement distribués sur le marché suisse, tous à base de virus issus de la même souche mexicaine (Charmillot *et al.*, 1998).

Le carpocapse a récemment développé une résistance au virus dans quelques vergers d'Allemagne (Fritsch *et al.*, 2005) et de France (Sauphanor *et al.*, 2006). Il nous a donc paru important d'établir, par trempage des pommes, des courbes de référence d'efficacité en fonction du dosage de différentes formulations de ce virus. Ces courbes permettront de comparer le potentiel d'action des différentes préparations. Elles serviront également de référence à

l'avenir, afin de comparer des souches de carpocapse de diverses provenances pour détecter d'éventuels foyers de résistance au virus de la granulose.

Matériel et méthode

Formulations testées

Deux préparations de Madex, ainsi que le Granupom, ont été testés: le Madex 3, actuellement homologué, et le Madex Plus, en phase d'essai, à base d'une nouvelle sélection de virus plus efficace sur les souches de carpocapse résistantes au virus de la granulose (selon le fabricant). Les deux formulations titrent $> 3,0 \times 10^{13}$ granules/l selon les indications fournies. Le dosage homologué est de 100 ml/ha soit $3,0 \times 10^{12}$ granules/ha (tabl.1).

Le Granupom est formulé à $1,0 \times 10^{14}$ granules/l et le dosage homologué est de 480 ml/ha, correspondant à $4,8 \times 10^{13}$ granules/ha (tabl. 1).

Tableau 1. Formulations de virus de la granulose testées et instructions des fabricants.

Fournisseur	Andermatt Biocontrol		Omya (Schweiz) AG AGRO
Produit	Madex 3	Madex Plus	Granupom
Formulation (granules/litre)	3,0E+13	3,0E+13	3,0E+13
Recommandations en champ (granules/ha)	3,0E+12	3,0E+12	4,4E+12 - 1,3 E+13

Souche de carpocapse sensible ACW

La souche sensible ACW du carpocapse est maintenue à l'élevage permanent à Changins, sur milieu artificiel ou sur pommes immatures depuis 1997.

Description du test

Des pommes immatures, prélevées dans une parcelle non traitée, sont trempées dans 1 l de produit à six concentrations étalées entre $1,0 \times 10^6$ et $1,0 \times 10^{11}$ granules/l, puis déposées sous une chapelle ventilée. Une fois sèches, elles sont disposées en une couche (environ 30 pommes) dans un bac en plastique. Soixante larves néonates de carpocapse de la souche ACW sont déposées au pinceau dans chaque bac, qui est ensuite fermé au moyen d'un tulle. Après environ deux semaines d'élevage en cellule climatisée (25 °C, 70% d'humidité relative et 16/8 h J/N) ou en insectarium (température extérieure), soit après un total de 200 degrés-jours, les larves survivantes sont dénombrées. L'efficacité est calculée par rapport au témoin du même jour.

Analyse des résultats

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

Résultats et discussion

Le taux de survie du témoin de la première série, Madex 3 et Madex Plus, est particulièrement élevé (81,6%). Dans le témoin du Granupom, il est de 66,6% (tabl. 2).

L'efficacité des produits diffère peu dans les faibles dosages (fig.1), avec des LC_{50} calculées entre $2,5 \times 10^7$ et $2,2 \times 10^8$ granules/l (tabl. 2), soit une

différence de 8,8 fois. Dans les dosages plus élevés, la différence entre produits est presque similaire, avec une variation de LC_{90} entre $8,1 \times 10^8$ et $9,57 \times 10^9$, soit un facteur de 11,8, le Madex 3 étant le plus efficace. Cependant, dans le cas de la LC_{50} comme dans celui de la LC_{90} , les intervalles de confiance des différents produits se recoupent, et leur efficacité, à concentration égale de granules par litre, peut être considérée comme équivalente. Madex 3 et Madex Plus sont recommandés en champ à une dose de $3,0 \times 10^{12}$ granules/ha, c'est-à-dire 16 fois inférieure à celle du Granupom ($4,8 \times 10^{13}$ granules/ha), même si ces doses doivent finalement conduire à une efficacité très similaire, selon les résultats en laboratoire du moins.

Ce test ne tient pas compte de paramètres supplémentaires, comme la ré-

manence, qui peut, en champ, varier entre les différentes formulations et modifier leur efficacité globale. Les virus sont en effet très sensibles aux UV, auxquels ils n'étaient pas soumis lors de cette expérience. En champ, il est possible que la formulation de certains produits permette de mieux protéger les virus, et, par conséquent, fasse varier considérablement l'efficacité pratique.

Le Madex Plus, sélectionné pour avoir une meilleure activité sur les souches de carpocapse résistantes au virus, a pratiquement la même efficacité que le Madex 3 sur la souche sensible ACW.

En Allemagne et en France, les souches de carpocapse résistantes au virus de la granulose sont apparues dans des vergers pratiquant la lutte biologique et combattant depuis de nombreuses années ce ravageur à l'aide du virus de la

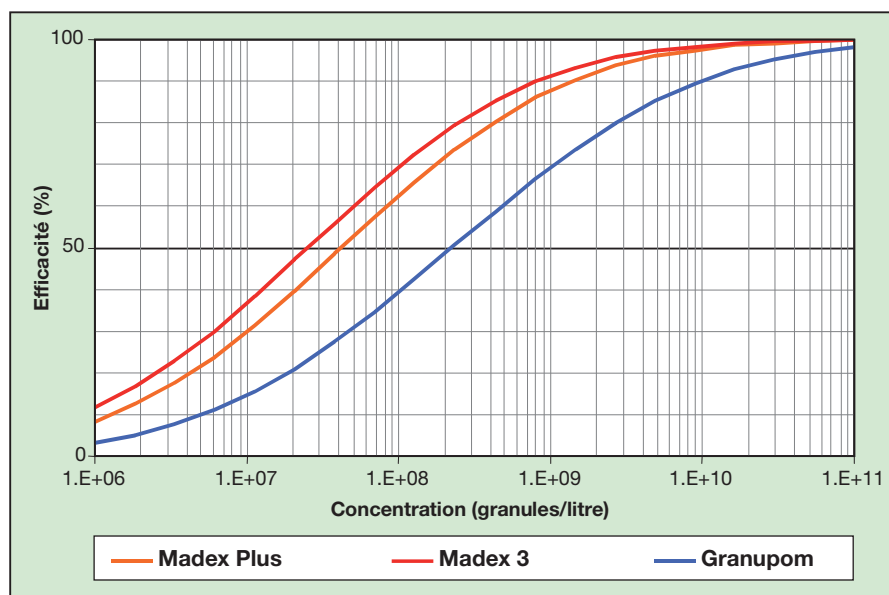


Fig. 1. Efficacité du virus appliqué à différentes concentrations (granules/litre) par trempage des pommes pour les formulations Madex 3, Madex Plus et Granupom.

Tableau 2. Paramètres décrivant l'activité larvicide des différentes formulations testées par trempage des pommes sur la souche sensible du carpocapse.

Produit	Concentrations testées	Larves par concentration	Survie témoin (%)	Intercept	Pente	G	LC_{50} (granules/litre)		LC_{90} (granules/litre)	
							Calculée	Intervalle de confiance	Calculée	Intervalle de confiance
Madex Plus	1,0E6-1,0E11	60	81,6	-6,51	0,85 +/- 0,12	0,125	4,18E+07	9,8E+06 - 1,0E+08	1,32E+09	5,0E+08 - 5,6E+09
Madex 3	1,0E6-1,0E11	60	81,6	-6,30	0,85 +/- 0,10	0,329	2,52E+07	1,2E+06 - 1,3E+08	8,10E+08	1,5E+08 - 3,1E+10
Granupom	1,0E6-1,0E11	60	66,6	-6,55	0,78 +/- 0,12	0,181	2,22E+08	2,7E+07 - 7,5E+08	9,57E+09	2,8E+09 - 7,2E+10

granulose (Fritsch *et al.*, 2005; Sauphanor *et al.*, 2006). La confusion sexuelle étant largement moins répandue qu'en Suisse, le virus est quelquefois le seul moyen de lutte utilisé contre *C. pomonella*.

Les premiers foyers de résistance aux insecticides chimiques comme au virus apparaissent souvent dans les vergers où les mêmes produits sont utilisés de manière abondante, parfois exagérée. Une diversification des moyens de lutte, notamment avec l'utilisation de la confusion, et un usage raisonnable du virus de la granulose, quels que soit la formulation et le nom sous lequel il est commercialisé, devraient permettre de ralentir l'apparition de résistance dans notre pays.

Conclusions

- ❑ En laboratoire, les trois différentes formulations testées du virus de la granulose ont un très bon effet sur la souche sensible du carpocapse *C. pomonella*.
- ❑ En raison notamment de la grande sensibilité du virus aux UV, les différences dans la formulation du produit peuvent changer substantiellement sa rémanence et donc son efficacité en champ, ce dont les résultats présentés ici ne tiennent pas compte.
- ❑ La méthode utilisée ici et la comparaison des résultats permettraient de détecter facilement des souches résistantes au virus, semblables à celles apparues en France et en Allemagne.
- ❑ L'utilisation modérée des insecticides, chimiques ou biologiques, ainsi que la diversification des méthodes de lutte, sont les clés du maintien de la sensibilité chez les populations de ravageurs.

Summary

Efficacy of Codling Moth (*Cydia pomonella*) Granulosis Virus applied by dipping of apples

Cases of resistance to *Cydia pomonella* granulosis virus (CpGV) have recently been observed in Germany and France. Reference effectiveness curves of the three formulations of virus (Madex 3, Madex Plus and Granupom) have been elaborated in the laboratory in order to detect rapidly an emerging resistance. The evaluated products had LC₅₀ situated between 2.5×10^7 and 2.2×10^8 granules/l.

Key words: *Cydia pomonella*, codling moth, granulosis virus, larvicidal activity.

Zusammenfassung

Wirksamkeit des Granulosevirus gegenüber Larven des Apfelwicklers *Cydia pomonella* nach Tauchapplikation

In Deutschland und Frankreich wurden vor neulich Fälle von Resistenz des Apfelwicklers gegenüber dem Apfelwicklergranulosevirus (CpGV) festgestellt. Um rasch eine eventuell auftretende entsprechende Resistenz in der Schweiz feststellen zu können, wurden im Labor Wirksamkeitskurven mit den drei Virusformulierungen Madex 3, Madex Plus und Granupom erstellt. Die LC₅₀ dieser Produkte lag zwischen 2.5×10^7 und 2.2×10^8 Granuli/l.

Riassunto

Efficacia del virus della Granulosa, applicato tramite immersione delle mele, sulle larve di Carpocapsa *Cydia pomonella*

Sono stati segnalati recentemente casi di resistenza al virus della Granulosa della carpocapsa *Cydia pomonella* (CpGV) in Germania e in Francia. Allo scopo di poter rapidamente individuare una eventuale identica resistenza in Svizzera, sono state effettuate in laboratorio delle curve di efficacia con tre diverse formulazioni del virus, ossia Madex 3, Madex Plus e Granupom. Le LC₅₀ di questi prodotti sono situate tra $2,5 \times 10^7$ e $2,2 \times 10^8$ granuli/l.

Bibliographie

- Charmillot P.J., Pasquier D. & Scalco A., 1998. Virus de la granulose du carpocapse *Cydia pomonella*. 1. Recherche de la LC₅₀ en laboratoire. *Revue suisse Vitic. Arboric., Hortic.* 30 (1), 7-9.
- Charmillot P. J., Pasquier D. & Briand Fr., 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.
- Fritsch E., Undorf-Spahn K., Kienzle J., Zebitz C. & Huber J., 2005. Apfelwickler-Granulovirus: Erste Hinweise auf Unterschiede in der Empfindlichkeit lokaler Apfelwickler-Populationen. *Nachrichtenbl. Deut. Pflanzenschutzd.* 57 (2), 29-34.
- LeOra Software, 1987. A user's guide to probit or logit analysis. Berkeley, CA. *LeOra Software*.
- Sauphanor B., Berling M., Toubon J.-F., Reyes M. & Delnatte J., 2006. Carpocapse des pommes: cas de résistance aux virus de la granulose dans le Sud-Est. *Phytoma, la défense des végétaux* 590, 24-27.
- Tanada J., 1964. A granulosis-virus of the codling moth, *Carpocapsa pomonella* L. (*Olethreutidae, Lepidoptera*). *J. Insect Pathol.* 6, 378-380.



Auch auf deutsch!

Nos collections 
Maladies et ravageurs des VERGERS

CHF 40.-

COMMANDE: Agroscope ACW Changins, Service Info, CH-1260 Nyon 1, tél. ++41 (22) 363 41 51, fax ++41 (22) 363 41 55. E-mail: colette.porchat@acw.admin.ch

Deux médailles pour la Cave de Genève à Chardonnay du Monde® 2007

Deux vins de la Cave de Genève ont été primés lors du concours international Chardonnay du Monde®, qui a eu lieu du 14 au 17 mars 2007 en Bourgogne.

La 14^e confrontation internationale des meilleurs Chardonnay du Monde® a affiché une participation record, avec 38 pays inscrits et 949 échantillons. Ce beau succès confirme l'intérêt croissant pour les compétitions internationales de qualité.

La Cave de Genève a remporté à elle seule deux des quatorze prix décernés aux vins suisses, illustrant de manière éclatante la grande qualité des vins de Genève.

BACCARAT Brut Blanc de Blancs Chardonnay – Médaille d'or

La médaille d'or décernée au célèbre vin mousseux atteste l'excellence et la constance de ce fleuron de renommée internationale. Festif et élégant, BACCARAT demeure l'atout indispensable des apéritifs et des réjouissances. Doté d'un nez délicat et floral aux légères touches d'amande, il séduit sans conteste par sa finesse de bulles et ses reflets dorés.



BACCARAT Brut Blanc de Blancs Chardonnay.

LA NOMADE Chardonnay de Genève AOC – Médaille d'argent

La gamme des Personnalités de Genève peut se prévaloir d'une belle réussite. Son Chardonnay LA NOMADE a obtenu une médaille d'argent qui confirme la remarquable typicité du cépage aux arômes de fleurs blanches et d'agrumes et à la bouche ample et élégante. Cet «hommage à Ella Maillart» figure en très bonne place face à la plus grande diversité de Chardonnay jamais présentée.



LA NOMADE Chardonnay de Genève AOC.

Où se les procurer?

Chez les revendeurs spécialisés
ou sur Internet:
www.cavedegeneve.ch
et en téléphonant
au 022 753 11 33.

Renseignements:

Daniel Santschi, directeur général
daniel.santschi@cavedegeneve.ch



Naissance de l'Institut Français de la Vigne et du Vin

L'Institut Français de la Vigne et du Vin vient de se créer. Il est issu de la fusion des deux instituts techniques nationaux de la filière viti-vinicole, ENTAV et ITV France.

L'Institut Français de la Vigne et du Vin a pour mission de conduire des études de portée générale pour l'ensemble de la filière dans les domaines de la sélection végétale, de la viticulture, de la vinification et de la mise sur le marché des produits.

Jeudi 5 avril 2007 à Paris, le conseil d'administration de ce nouvel institut a été installé par le Ministère de l'Agriculture et de la Pêche. Les membres du conseil ont été désignés par arrêté ministériel, sur proposition des organisations professionnelles nationales de la filière et des comités de bassin de production.

Bernard Nadal a été élu à la présidence et Jean-Pierre Van Ruyskensvelde désigné comme directeur général. Le conseil d'administration a également élu trois vice-présidents, présidents des conseils de départements, chargés de

piloter les programmes scientifiques et techniques. Il s'agit de Bernard Artigues (APCA) pour le département Sélection et multiplication de la vigne, Jean-François Roussillon (AGPV) pour le département Vignes et terroirs et Philippe Coulon (négoce) pour le département Vin, sécurité alimentaire, entreprise.

Le siège de l'Institut Français de la Vigne et du Vin est au Domaine de l'Espiguette, au Grau du Roi (jusqu'à présent siège de l'ENTAV).

Renseignements:

Direction générale:
jean-pierre.van-ruys@itvfrance.com
tél. +33 (0)6 72 88 64 68

Service communication:
christine.moulliet@itvfrance.com
tél. +33 (0)1 44 69 97 79

La mosaïque du pépino sur tomate

(*Pepino Mosaic Virus*, PepMV)

M.-E. RAMEL et P. GUGERLI, Station de recherche Agroscope Changins-Wädenswil ACW, 1260 Nyon 1
C. GILLI, Station de recherche Agroscope Changins-Wädenswil ACW, Centre des Fougères, 1964 Conthey

Introduction

La «mosaïque du pépino» (*Pepino mosaic virus*, PepMV) est une maladie provoquée par un virus à particules filamenteuses de la famille des potexvirus. Ce virus a été décrit pour la première fois en 1980 sur pépino ou poire-melon (*Solanum muricatum*) au Pérou. En 1999, il a été trouvé pour la première fois sur tomate (*Solanum lycopersicum*), dans des serres hollandaises et britanniques, puis l'année suivante en France, en Allemagne et en Espagne. Depuis, le virus a également été identifié sur tomate dans de nombreux pays européens ainsi qu'aux Etats-Unis, au Canada, au Chili et au Pérou.

Le PepMV est hautement infectieux. Il a donc rapidement été inclus dans la liste d'alerte de l'OEPP (Organisation européenne de protection des plantes) puis a été classé comme organisme de quarantaine sur les semences de tomate. Malgré les mesures prises pour éradiquer le virus, la maladie semble s'établir dans divers lieux de production de tomates.

En Suisse, après cette alerte, les services phytosanitaires ont organisé des sondages sur les plants importés dès 2001. Le premier cas de PepMV sur tomate a été identifié avec certitude en 2004 dans le canton de Fribourg. Le foyer a été immédiatement circonscrit et les plantes malades éradiquées. Depuis, quelques autres cas sont survenus dans les cantons du Tessin et de Zurich.

Hôtes et souches de virus

Seuls deux hôtes cultivés ont été trouvés **naturellement** infectés par le PepMV: le pépino et la tomate. Mais des adventices herbacées ont également été identifiées comme infectées en Espagne (*Amaranthus*, *Chenopodium murale*, *Convolvulus arvensis*, *Echium creticum*, *Malva parviflora*, *Nicotiana glauca*, *Plantago afra*, *Rumex*, *Solanum nigrum* et *Sonchus oleraceus*). Au Pérou, le virus a été décelé sur des Lycoper-

sicon sauvages (*L. chilensis*, *L. chmielewskii*, *L. parviflorum* et *L. peruvianum*).

La gamme d'hôtes **expérimentale** comprend des Solanacées comme la pomme de terre (*S. tuberosum*) et de nombreux *Nicotiana*.

Jusqu'à très récemment, on distinguait deux souches du PepMV: la souche pépino et la souche tomate. Expérimentalement, les deux peuvent infecter certains cultivars de pomme de terre. La souche pépino infecte la tomate sans induire de symptômes tandis que la souche tomate provoque seulement occasionnellement des symptômes sur pépino. Des études effectuées en 2003 indiquaient que toutes les souches tomate étaient similaires génétiquement, mais depuis, deux variantes ont été décrites aux USA et en Pologne.

Symptômes

Très fréquemment, le virus peut être présent sans induire de symptômes visibles. En outre, l'expression des symptômes varie selon les cultivars et les conditions de culture et ils ne concernent souvent qu'une partie de la plante. Parfois, l'expression des symptômes débute par une déformation et un aspect cloqué des feuilles occasionnellement suivi par des chloroses internervaires ou des mosaïques modérées. Le symptôme le plus caractéristique est l'apparition de taches angulaires de couleur jaune vif sur les feuilles. Quelquefois, des déformations mineures, similaires aux dommages hormonaux ou à des arrêts de croissance, apparaissent au point végétatif («tête d'ortie»). Plus rarement, les plantes infectées montrent des lésions nécrotiques, taches ou stries, sur les feuilles et les tiges. Sur les tiges florales, elles peuvent provoquer l'avortement des fleurs.

Occasionnellement, les plantes sont nanisées et déformées. L'épiderme des fruits de certaines variétés montre des décolorations irrégulières ou des marbrures.



▲ **Mosaïque du pépino sur tomate**, symptômes sur fruits: l'épiderme des fruits malades montre des marbrures et des décolorations.

◀ **Mosaïque du pépino sur tomate**, symptômes sur fruits: fruits malades (en bas) comparés à un fruit sain (en haut).

Dommmages et risques

Les pertes de rendement sont variables, mais souvent faibles. Néanmoins, en Grande-Bretagne, des études ont estimé les pertes de 5 à 35%, essentiellement dues à une dévalorisation qualitative. Des producteurs hollandais ont observé un effet synergique entre le virus et la verticilliose. Une association entre le PepMV et divers champignons a également provoqué un dépérissement important en Espagne.

Actuellement, le PepMV est prédominant sur la culture de tomates en serre. L'établissement du virus sur des Solanacées cultivées au champ ferait courir un plus grand risque, car il pourrait se disséminer plus rapidement.

Dissémination de la maladie

Le PepMV est un virus très stable et qui se transmet très facilement mécaniquement, par contact direct entre plantes voisines ou lors de travaux dans les cultures (repiquage, ébourgeonnage, greffage, récolte, etc.). Les outils, chaussures, vêtements, machines, caisses, etc. peuvent être facilement contaminés et rendus contagieux via le jus de plantes et de fruits infectés. En fonction de la température, le virus peut rester infectieux au-delà de quatre semaines sur du tissu végétal séché ou sur des surfaces inertes. Il conserve mieux son pouvoir infectieux à 4 °C qu'à 25 °C.

Comme d'autres potexvirus, le PepMV n'infecte pas l'embryon de la graine, mais peut contaminer les téguments. La semence contaminée superficiellement contribue ainsi à une dissémination à grande distance. Les études effectuées jusqu'à présent montrent que le taux de transmission via les semences est faible. Ce virus n'est pas transmis par des vecteurs.

Détection

Selon la variété ou le stade de développement de la plante, le virus peut être présent sans induire de symptômes, ou alors peu caractéristiques. L'identification du virus responsable nécessite l'utilisation d'outils diagnostiques en laboratoire. La mi-

croscopie électronique et l'analyse sérologique par test ELISA sont les méthodes le plus fréquemment utilisées. Des études plus sophistiquées requièrent l'application de méthodes moléculaires comme le test PCR (polymerase chain reaction).

Stratégie et mesures de lutte

Comme pour d'autres viroses, la lutte préventive reste la meilleure stratégie.

- Instruire le personnel sur le mode de transmission du virus et les symptômes, surveiller la culture périodiquement.
- Utiliser des serres désinfectées.
- Utiliser des plants certifiés sains accompagnés du passeport phytosanitaire.
- Limiter l'accès aux cultures y compris au personnel technique.
- Utiliser des survêtements, souliers et équipements propres ou désinfectés.
- Désinfecter régulièrement mains et outils pendant le travail dans la culture.
- Eliminer tout déchet de culture.

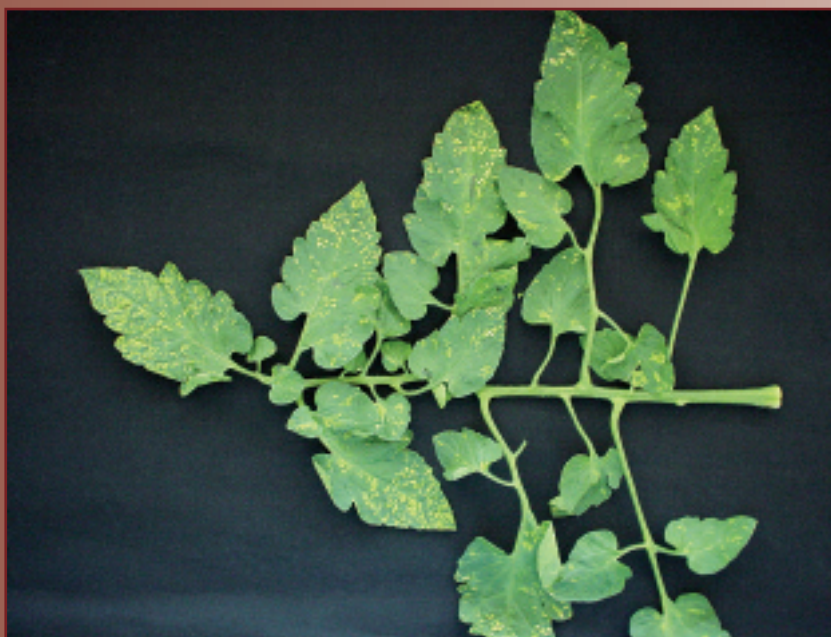
Si la présence du virus est suspectée, les mesures précitées doivent être renforcées.

- Délimiter les plantes suspectes et éviter tout contact avec elles.
- Demander une analyse diagnostique.

Si la présence du virus est confirmée:

- éliminer rapidement les plantes et fruits infectés, y compris les plantes voisines (enfouissement ou destruction par feu ou chaux vive, en accord avec les dispositions locales);
- restreindre au maximum l'accès à la zone infectée et travailler cette zone en dernier, toujours dans le même sens;
- désinfecter les installations potentiellement contaminées ainsi que les équipements (tuyaux, sérateurs, caisses, remorques, roues, etc.).

Un complément d'information est disponible sous: <http://www.acw.admin.ch>



Photos M.-E. Ramel, ACW.

▲ **Mosaïque du pépino sur tomate**, symptômes sur feuilles: taches angulaires jaune vif.



▲ **Mosaïque du pépino sur tomate**, symptômes sur feuilles: nécroses (en haut) et feuilles apicales gaufrées (en bas).

Recherche appliquée et Développement à l'EIC

Le point sur les différents projets Ra&D en cours à l'EIC

Les activités de Recherche appliquée et Développement (Ra&D) sont l'une des quatre missions des hautes écoles spécialisées (HES). Les activités Ra&D se développent d'année en année sous l'impulsion de ses professeurs, afin d'apporter aux producteurs et aux œnologues des innovations concrètes et pratiques tout en maintenant la qualité et l'authenticité des produits. Pour notre école (haute école spécialisée et école spécialisée), la Ra&D contribue à améliorer continuellement la qualité de l'enseignement.

Les activités de Ra&D de l'EIC concernent les domaines suivants:

- relation plante & environnement: production durable, terroir, maturité, qualité intrinsèque des fruits;
- élaboration des vins: développement de techniques de vinification innovantes et mise en application de technologies nouvelles;
- identification des composés des raisins et du vin: ces composés sont identifiés et caractérisés en utilisant des méthodes d'analyses œnologiques et d'analyses sensorielles.

Présentation de quatre projets

Le projet **Climatovigne** (relation plante & environnement) a débuté en janvier 2007 et durera deux ans. Conduit par Stéphane Burgos, professeur de géologie et de pédologie, ce projet vise à caractériser le potentiel climatique de terroirs viticoles à l'exemple des terroirs genevois. Il consistera principalement à étudier l'effet de la température du sol et de l'air sur le développement de la vigne et la qualité du raisin dans un réseau de parcelles sélectionnées (cépages Gamaret et Gamay). Le projet Climatovigne est soutenu par les producteurs du canton de Genève, par l'Etat de Genève (Station de viticulture et d'œnologie) et la HES-SO et se déroule en partenariat avec l'EPFL et Agroscope Changins-Wädenswil ACW.

Dans le domaine de l'élaboration des vins, le projet **Démali-cation**, dirigé par Julien Ducruet, professeur d'œnologie, se propose de développer une technique soustractive de nano-filtration à deux étages permettant de diminuer la concentration en acide malique des moûts et d'étudier l'intérêt œnologique de cette technique. Ce projet a débuté avec les vendanges 2005 et se terminera en automne 2007. Il est soutenu par la CTI (agence pour la promotion de l'innovation), la firme Bucher-Vaslin et des caves de Suisse romande.

Le projet **Pédiovin** étudie également le développement de techniques nouvelles de vinification, mais en utilisant de nouvelles bactéries *Pediococcus* pour la fermentation malolactique. Il est conduit par Serge Hautier, professeur de biologie et de microbiologie. Ce projet vise d'une part à mettre en place un protocole de vinification – l'objectif principal – et d'autre part à développer une acidification «naturelle» sans apport de produits chimiques ajoutés; il s'agit également d'obtenir une meilleure maîtrise des bactéries lactiques dans les vins (teneurs en amines biogènes...). Le projet Pédiovin a obtenu l'aide financière de la HES-SO et d'une entreprise privée de taille internationale (Lallemand).

Elaboré à partir des résultats obtenus par le projet «Barriques», le projet **Réseau de tonnellerie**, dirigé par Judith Auer, professeur d'œnologie, entend créer un outil informatique permettant de gérer la filière du bois de chêne de tonnellerie suisse selon le cahier des charges de la marque «Terroir Chêne» (marque déposée par l'EIC). Un outil prédictif de l'apport boisé selon le choix du fût sera aussi élaboré pour déterminer les tendances aromatiques principales que ce fût devrait conférer au vin. Ce projet, soutenu par la CTI, se fait en collaboration avec l'EPFL, le Service vaudois des forêts, de la faune et de la nature (SFFN), deux tonnellerie suisses, des scieries et plusieurs propriétaires-encaveurs et caves de Suisse romande et de Suisse alémanique.

Préparant l'avenir, l'EIC élabore actuellement d'autres projets, en partenariat avec ACW, la HES-SO, des entreprises privées ou des vigneron-encaveurs.

*Jean-Philippe Burdet,
professeur de viticulture et responsable Ra&D
à l'EIC*

La coccinelle asiatique: une menace réelle pour notre viticulture?

L'arrivée en Suisse de la coccinelle asiatique *Harmonia axyridis* (Pallas) a récemment fait l'objet d'un communiqué de presse repris par un grand nombre de journaux professionnels et généralistes. Ce coléoptère y est présenté comme un danger pour les arboriculteurs et les viticulteurs. L'insecte, attiré par les fruits mûrs en fin de saison, serait à l'origine de dégâts superficiels et surtout de mauvais goûts dans les vins s'il est pressé avec la vendange.

Introduction

Originnaire du Nord-Est asiatique (Chine, sud de la Sibérie), *H. axyridis* a été introduite en Europe comme agent de lutte biologique sous abri dès 1982. Elle est signalée pour la première fois dans la nature en Allemagne, puis en Belgique, aux Pays-Bas, en Grande-Bretagne, au Luxembourg, dans le nord de la France et récemment en Autriche et dans le sud-est de la France. *H. axyridis* a également été annoncée en Suisse comme «produit de protection des plantes» en 1995 et en 2000. Les auxiliaires, tout comme les produits phytosanitaires, sont en effet soumis à une homologation. A cette époque déjà, certaines indications montraient que cet organisme pouvait devenir invasif et créer des problèmes pour les gens, les récoltes et les coccinelles indigènes. Pour cette raison, les demandes d'homologation ont été refusées les deux fois. Bien que mal perçues, ces décisions se sont avérées pertinentes. *H. axyridis* a été observée pour la première fois en 2004 à Bâle. Cette unique capture n'a pas été reconfirmée en 2005. En revanche, l'insecte a été capturé dans dix cantons suisses en 2006 (CABI-ART Reckenholz). La répartition de ces captures est donnée à la figure 1.

Les cantons de Bâle sont les plus fortement colonisés. A l'exception de Rapperswil, c'est la seule région où les captures ont généralement dépassé dix individus par site. Les centres des villes et les régions densément peuplées semblent les plus concernés actuellement. En Amérique du Nord, la coccinelle est installée depuis 1988 et occupe actuellement la plupart des Etats. Signalée pour la première fois au Canada en 1994, elle supplante actuellement en maints endroits les espèces indigènes.

Elle est également présente au Brésil et en Argentine.

Description

H. axyridis est une grande coccinelle de 5 à 8 mm, dont la coloration des élytres peut varier de manière importante (fig. 2). En Suisse, la plupart des exem-



Fig. 2. Trois formes d'*Harmonia axyridis* présentant un pronotum avec taches en M (haut), pattes de chat (centre) et bandes noires et blanches (bas) (photo © Entomart).

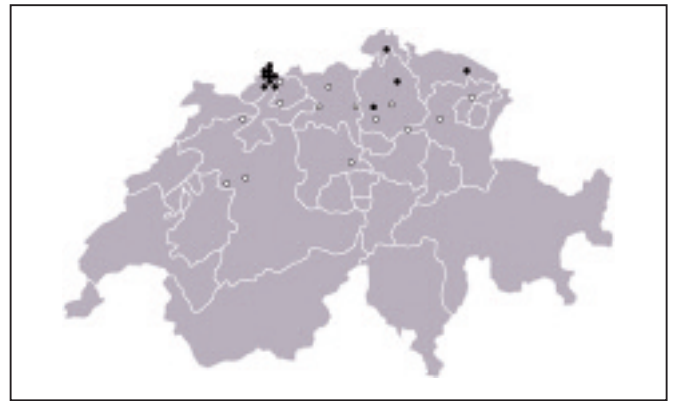


Fig. 1. Répartition des captures CABI-ART Reckenholz (ronds noirs) et des observations privées 2006 (ronds blancs) de *H. axyridis* en Suisse. Tiré de Eschen R., Babendreier D., Nauer S., Bigler F. & Kenis M., 2007. Surveys for ladybirds (*Coleoptera: Coccinellidae*) in Switzerland and confirmation of the presence of the invasive alien ladybird species, *Harmonia axyridis* (Pallas). *Bull. Soc. Entomol. Suisse* (sous presse).

plaires capturés à ce jour possèdent 19 points noirs sur leurs élytres. Le pronotum présente trois types de dessins caractéristiques (fig. 2):

- en M
- en patte de chat
- noir avec deux bandes claires.

Les pattes de *H. axyridis* sont très souvent brunes.

La confusion avec des espèces indigènes est assez risquée, notamment avec *Adalia bipunctata* la coccinelle à deux points également très variable (plus petite, dessin du pronotum différent, pattes noires) et *Adalia decempunctata* (plus petite, elle ne s'agresse pas dans les maisons).

L'identification des larves est plus facile. Celles-ci mesurent près de 10 mm et sont couvertes d'épines souples. La coloration est habituellement noire à gris-bleu foncé et deux bandes dorsales parallèles orange figurent sur les segments abdominaux 1 à 5 (fig. 3). Les éventuelles captures documentées (lieux exacts, plante-hôte, dates...) de ces insectes doivent être annoncées auprès du CABI (René Eschen et Marc Kenis, CABI Switzerland Centre, rue des Grillons 1, 2800 Delémont, 032 421 48 70, e-mail: m.kenis@cabi.org).



Fig. 3. Larve d'*Harmonia axyridis* (photo © Entomart).

Éléments de biologie

H. axyridis hiverne à l'état adulte. Dès les premiers beaux jours, l'accouplement a lieu et les femelles déposent de petits paquets de 20 à 30 œufs à proximité de sources de nourriture (notamment de pucerons). Le développement des œufs prend quatre à cinq jours. Les jeunes larves passent par quatre stades avant de se pupéfier. Après quelques jours, l'imago émerge. Le développement de l'œuf à l'adulte demande 231 degrés-jours au-dessus du seuil de 10,5 °C dans les conditions françaises. Plusieurs générations peuvent se succéder la même année. La migration vers les lieux d'hivernage débute à fin octobre aux États-Unis, dès que les températures atteignent 18 °C après une période de froid. Ces insectes passent l'hiver en masses agrégées dans des endroits sombres et cachés. Ils entrent ainsi souvent dans les habitations où ils peuvent causer non seulement des dégâts esthétiques mais également des problèmes d'allergies, et parfois même mordre les habitants! *H. axyridis* se nourrit essentiellement de pucerons et d'autres petits insectes, acariens, pollen et nectar. Sa grande voracité en fait un agent de lutte biologique particulièrement performant, mais également une menace pour les espèces de coccinelles indigènes qu'elle a tendance à supplanter. On la trouve dans tous les milieux végétaux: strate herbacée, feuillus et résineux.

H. axyridis et viticulture

La coccinelle asiatique peut dans certaines conditions se nourrir directement sur les baies de raisin. Des études américaines et canadiennes ont cependant

montré que les baies devaient être préalablement blessées pour attirer les coccinelles. Une vendange saine n'attire que très peu les insectes. Le problème principal causé par ces insectes réside dans les faux goûts qu'ils peuvent donner aux vins. Lorsque les coccinelles sont présentes dans les grappes et écrasées lors des vendanges, elles sécrètent des gouttes d'hémolymphes qui peuvent altérer la vendange en modifiant les arômes (goût de cacahuète, asperge, herbacé...). En 2005, dans le Michigan, la National Grape Coop. a imposé un seuil de dix coccinelles par dix livres (4,5 kg) de vendange afin d'éviter les problèmes de vinification. D'autres études américaines ont fixé ce seuil à 1,7 coccinelle par kilo de Riesling. Différents instituts travaillent actuellement sur l'influence de cette coccinelle sur d'autres cépages et sur les moyens œnologiques envisageables pour remédier aux faux goûts détectés. Les expériences américaines montrent que les grandes années à *Harmonia* le sont également pour les pucerons. Dans le Michigan, *Harmonia* a engendré des problèmes surtout dans les variétés tardives.

Pour que l'insecte soit considéré comme un ravageur potentiel, divers facteurs doivent se combiner:

- l'abondance de l'insecte durant la saison
- les conditions de températures favorables (froid puis retour de chaleur)
- la présence de fruits blessés lorsque les insectes sont actifs.

Le problème est encore exacerbé si la vendange s'effectue à la machine. Si toutes ces conditions sont réunies et que

des vols massifs de la coccinelle sont observés dans les vignes, il est conseillé d'utiliser des produits répulsifs, qui empêchent les coccinelles de pénétrer dans les grappes, plutôt que des insecticides à mortalité directe. L'effet répulsif est plus bénéfique qu'une mortalité directe, puisque les insectes morts restent dans les grappes et n'empêchent pas la contamination de la récolte. A ce jour, en Europe, aucun cas d'altération de la vendange n'a été signalé. Le développement extrêmement rapide de l'insecte en Europe aboutira certainement à son établissement dans l'ensemble de notre pays. Trois ans ont suffi pour que toute la Belgique soit considérée comme colonisée par l'insecte! Cependant, les densités observées à ce jour sont encore faibles et les invasions massives de bâtiments et autres habitations constatées en Belgique et en Allemagne (un cas à Bâle néanmoins) ne sont pas à l'ordre du jour, mais le problème se posera certainement à l'avenir. La concurrence qu'exerce *H. axyridis* à l'égard de la faune locale est également un souci important. Pour la viticulture de notre pays, la menace créée par ce nouvel organisme existe et ne doit pas être négligée. Toutefois, il convient de relativiser le risque réel et de ne pas s'inquiéter à la vue de la première coccinelle venue dans les vignes. L'expérience de nos collègues nord-américains dans le domaine sera précieuse le cas échéant. En attendant, il faut se souvenir que les coccinelles restent de très précieux auxiliaires contre de nombreux ravageurs et qu'à ce titre elles méritent protection.

Ch. Linder et H. Höhn,
Agroscope Changins-Wädenswil-ACW

Nos collections
Adesso in italiano!
CHF 22.-
Auch auf deutsch!

Maladies et ravageurs
des VIGNOBLES

COMMANDE: Agroscope ACW Changins, Service Info, CH-1260 Nyon 1,
tél. ++41 (22) 363 41 51, fax ++41 (22) 363 41 55.
E-mail: colette.porchat@rac.admin.ch

syngenta®



La stratégie de choix pour des raisins sains: deux applications par saison ciblées anti-botrytis dont la première avec SWITCH®.

SWITCH®

SWITCH® – le meilleur produit avec la plus longue durée d'action