



Revue suisse de
**viticulture arboriculture
horticulture**

Mars-Avril 2007 – Vol. 39 – N° 2

Prix: 12.–

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



Dossier spécial
Jaunisses de la vigne



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 Domidier 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



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**

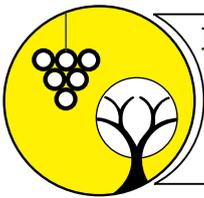
**PRESSOIR
PNEUMATIQUE
5 hl / 8 hl
X Pro 5
X Pro 8**



**Pressoirs
Pompes
Egrappoirs
Fouloirs**

**BUCHER
vaslin**

**Réception
pour
vendange**



Sommaire



Photo de couverture:

Les jaunisses de la vigne (ici le bois noir sur Gamaret en automne) inquiètent la profession. La flavescence dorée, présente depuis peu au Tessin, est une maladie de quarantaine potentiellement aussi dangereuse que le feu bactérien pour les arbres fruitiers. Toute la filière viticole, de la recherche aux producteurs en passant par les services phytosanitaires officiels, se mobilise pour détecter les foyers, suivre la progression de la cicadelle vectrice et freiner l'extension de la maladie dans le vignoble suisse (voir l'éditorial et le dossier spécial en pp. 95-115).

(Photo Agroscope Changins-Wädenswil ACW)

Editorial

Hier le feu bactérien, aujourd'hui la flavescence dorée

L. SCHAUB

93

Agroscope Changins-Wädenswil ACW

DOSSIER JAUNISSES DE LA VIGNE

Surveillance nationale du vecteur de la flavescence dorée en 2006 L. SCHAUB et Ch. LINDER	95
Biologie et distribution du vecteur de la flavescence dorée dans les vignobles Ch. LINDER et M. JERMINI	97
Lutte obligatoire contre le vecteur de la flavescence dorée au Tessin M. JERMINI, Ch. LINDER, L. COLOMBI et Ch. MARAZZI	102
Flavescence dorée: la maladie et son extension S. SCHAERER, H. JOHNSTON, P. GUGERLI et L. COLOMBI	107
Jaunisses de la vigne: flavescence dorée et bois noir P. GUGERLI	111
Lutte contre le phytoplasme de la flavescence dorée: l'eau chaude a été réinventée! Ph. DUPRAZ et L. SCHAUB	113

Succès de la lutte biologique avec *Phytoseiulus persimilis* contre les acariens jaunes dans les fraisiers remontants

C. BAROFFIO, C. CARLEN, C. MITTASZ et Ch. LINDER

117

Helvetia, une nouvelle variété d'edelweiss issue d'hybrides de clones

C.-A. CARRON, Ch. REY, S. PREVIDOLI et C. BAROFFIO

125

Développement d'outils pour la sélection précoce de cépages résistants au mildiou

K. GINDRO, O. VIRET et J.-L. SPRING

133

Le chancre bactérien de la tomate (*Clavibacter michiganensis* subsp. *michiganensis*)

O. GILLI et W. HELLER

141

La biofumigation, une méthode de lutte contre les maladies du sol

V. MICHEL, H. AHMED et A. DUTHEIL

145

Chroniques

Un semeur de confusion prend sa retraite

123

Le Prix Phytothérapie eco natura attribué à un chercheur de Médiplant

143

Infos agricoles

JardinSuisse, nouvelle association suisse de la branche horticole

143

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

PREPRESSED: 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

Piquets

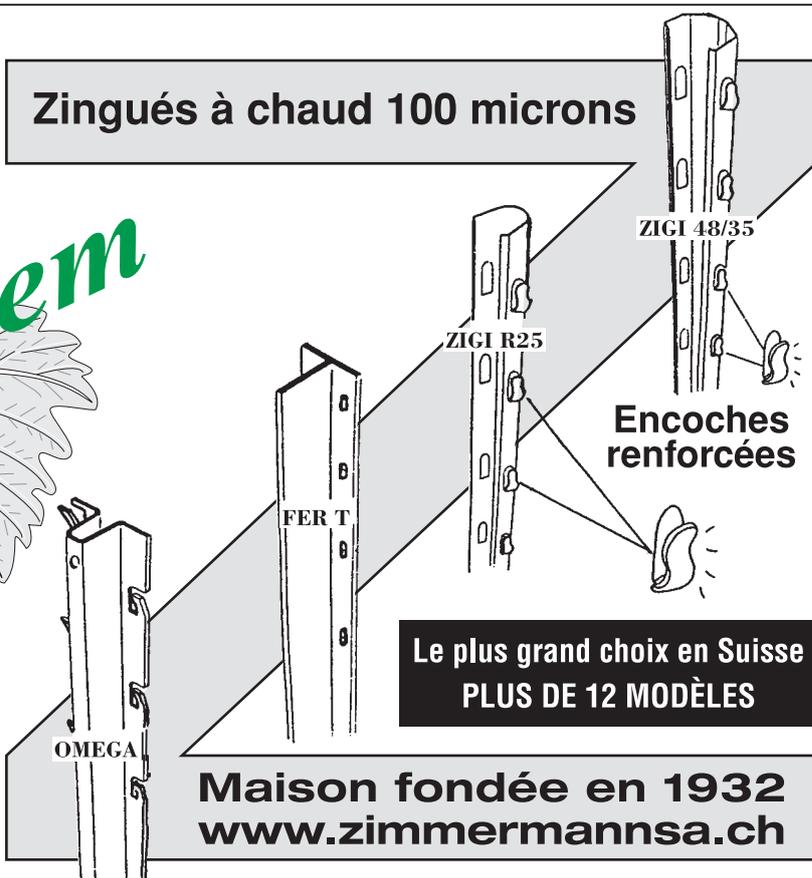
de vigne

PaliSystem



1268 BEGNINS
Tél. 022 366 13 17
Fax 022 366 32 53

Zingués à chaud 100 microns



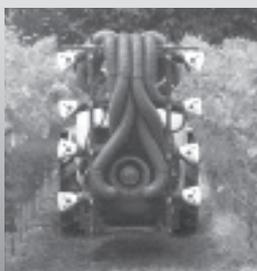
Le plus grand choix en Suisse
PLUS DE 12 MODÈLES

Maison fondée en 1932
www.zimmermannsa.ch

Alphatec SA



**Atomiseurs
vignes & vergers**



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



Vino-Lok



Le nouveau bouchon
en verre alliant élégance
et sécurité!

Baldinger dip. 1937

MAX BALDINGER SA
061. +41 44 806 80 80

CH - 8117 Faldingen
www.baldinger.biz



Le professionnel à votre service

Pépinières viticoles J.-J. Dutruy & Fils

Un savoir-faire de qualité

Plantation à la machine • Alignement au laser • Production de porte-greffes certifiés • Nouveaux clones
Jean-Jacques DUTRUY & Fils à FOUNEX-Village VD • Tél. 022 776 54 02 • E-mail: dutruy@latreille.ch

Hier le feu bactérien, aujourd'hui la flavescence dorée

Pour l'instant, la flavescence dorée de la vigne ne sévit qu'au Tessin, mais son vecteur a été récemment découvert à Genève et dans le canton de Vaud. Potentiellement, la flavescence dorée constitue la même menace pour la viticulture que le feu bactérien pour l'arboriculture et tous deux sont des maladies de quarantaine. Comme d'autres jaunisses, la flavescence dorée affecte le rendement et la qualité de la récolte et peut faire dépérir les ceps atteints. La maladie est disséminée dans le vignoble par une cicadelle vectrice. La présence simultanée du vecteur et de la maladie peut mettre en péril la pérennité d'un vignoble. La lutte insecticide contre le vecteur engendre des frais et a également des effets écologiques négatifs.

Comme pour le feu bactérien, l'objectif est de retarder aussi longtemps que possible l'apparition de la flavescence dorée dans les régions indemnes. Le contrôle et le traitement du matériel de multiplication réduisent le risque d'introduction. Les ceps malades doivent être détruits pour éradiquer le foyer, ou au moins freiner son extension. La réussite de la lutte ne peut être garantie que si l'évolution et la répartition géographique de la maladie sont bien connues. Ce suivi est rendu difficile par le fait que les symptômes de la flavescence dorée se confondent avec ceux du bois noir, une autre jaunisse très répandue dans les vignobles suisses. Cette dernière peut également provoquer de graves dégâts, bien que sa progression soit plus lente; en outre, sa présence dans un vignoble risque de masquer l'apparition éventuelle de la flavescence dorée.

Dans le cadre de la quarantaine phytosanitaire, l'Union européenne et la Suisse ont mis en place des instruments pour réduire le risque d'introduction de nouveaux organismes par le matériel de multiplication. Le plus important, le passeport phytosanitaire, atteste que le matériel végétal est issu de vignes-mères et de pépinières soumises à un contrôle officiel. Ce passeport doit accompagner le matériel végétal à toutes les étapes de la commercialisation et permet de re-

monter la filière pour trouver l'origine d'une éventuelle contamination. Le risque d'introduction par du matériel de multiplication peut être fortement réduit si les plants sont soumis à un traitement à l'eau chaude. Appliquée correctement, cette méthode n'influence pas la reprise. Le traitement à l'eau chaude est déjà recommandé en France et pourrait à l'avenir être appliqué à plus grande échelle en Suisse. Ce traitement n'est pas obligatoire, mais les viticulteurs peuvent le demander à leurs fournisseurs.

La lutte contre les organismes de quarantaine est basée sur la solidarité et n'est efficace que si elle est collective. Chaque producteur peut y contribuer en annonçant aux services officiels les symptômes suspects et en appliquant les mesures de prévention. Les services cantonaux assurent la surveillance du territoire et mettent en place les mesures de lutte appropriées. La station de recherche Agroscope Changins-Wädenswil ACW effectue les diagnostics nécessaires. L'Office fédéral de l'agriculture et les services cantonaux édictent les dispositions légales.

En Suisse, le Tessin est souvent la première victime de l'introduction d'un nouvel organisme de quarantaine. Sa position géographique l'expose en effet davantage aux maladies et ravageurs présents dans le bassin méditerranéen. Les producteurs du nord des Alpes bénéficient ainsi des expériences déjà acquises en matière de lutte par leurs collègues du sud.

ACW et les services cantonaux suivent le développement de la flavescence dorée depuis plusieurs années et s'efforcent de préparer la viticulture suisse à affronter ce fléau, notamment en émettant des recommandations pratiques. Les «jaunisses de la vigne» sont un thème important pour ACW qui continuera à les étudier prioritairement.

Lukas Schaub

@ E-mail: lukas.schaub@acw.admin.ch

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 CARIÈRES
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

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

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



Rue Antoine-Jolivet 7 - CP 1212 - 1211 Genève 25
Tél. +41 01 22 343 75 42 - www.gaud-bouchons.com

**Compteur de remplissage
automatique et programmable**



Programmez votre volume
Ouvrez la vanne qui se ferme
AUTOMATIQUÉMENT
12 volts (tracteur) ou 220 volts
Simple, robuste et efficace
Diverses options

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



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Station de recherche Agroscope Changins-Wädenswil ACW
Directeur: Jean-Philippe Mayor • www.acw.admin.ch

Surveillance nationale du vecteur de la flavescence dorée en 2006

L. SCHAUB et CH. LINDER, Station de recherche Agroscope Changins-Wädenswil ACW, CP 1012, 1260 Nyon 1

@ E-mail: lukas.schaub@acw.admin.ch
Tél. (+41) 22 36 34 313.

Résumé

En Suisse, la présence du vecteur *Scaphoideus titanus* était déjà connue dans tout le Tessin et dans quelques vignobles de la rive gauche du canton de Genève. La surveillance nationale opérée depuis lors a encore détecté le vecteur dans le bassin lémanique (cantons de Genève et de Vaud). Des recommandations de prévention et de lutte destinées aux viticulteurs sont proposées.

de l'insecte vecteur dans d'autres zones viticoles. Après la découverte en 2004 du premier foyer de FD au Tessin, Agroscope ACW a entrepris, en collaboration avec les services cantonaux, une surveillance méthodique du vecteur à l'échelle nationale.

Matériel et méthode

L'objectif était d'échantillonner chaque canton (sauf le Tessin) proportionnellement à sa surface viticole. Au total, 124 parcelles (par exemple GE: 14, VD: 34, VS: 44, ZH: 8, GR: 4) ont été contrôlées en 2006 pendant le mois d'août, la période de vol principale des adultes de *S. titanus* dans

Introduction

La flavescence dorée (FD) est une grave maladie de la vigne. Le phytoplasme qui la provoque est classé comme organisme de quarantaine soumis à la lutte obligatoire dans l'Ordonnance sur la protection des végétaux (RS 916.20). Tandis que la maladie se répand progressivement dans les vignobles européens, en Suisse, sa présence a été constatée pour la première fois en 2004 dans la partie méridionale du vignoble tessinois (Schaerer *et al.*, 2007). La dissémination épidémique de la maladie par la cicadelle *Scaphoideus titanus*, insecte vecteur inféodé à la vigne, la rend particulièrement dangereuse. L'introduction de plants de vigne contaminés par la FD dans une région où le vecteur est présent fait donc courir un risque majeur de propagation de la maladie. Pour faire face à ce danger, une surveillance accrue s'imposait dans les principaux vignobles suisses (Baggiolini *et al.*, 1968; Jermini *et al.*, 1992; Clerc *et al.*, 1997; Linder et Jermini, 1999). *S. titanus* a été observé dès 1967 au Tessin et depuis 1996 dans le canton de Genève (rive gauche) (fig.1). Des contrôles sporadiques effectués ces dernières an-

nées par les services cantonaux compétents et la station de recherche Agroscope ACW ainsi qu'une prospection étendue en 2005 du service phytosanitaire cantonal du Valais n'avaient pas permis jusque-là de déceler la présence

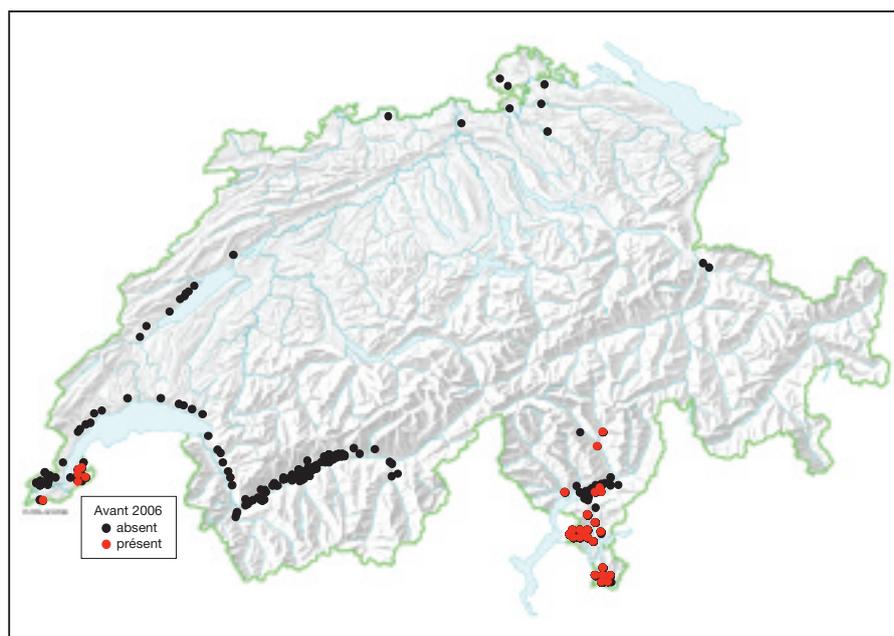


Fig. 1. Surveillance sporadique de *Scaphoideus titanus* entre 1988 et 2005, à l'aide de pièges englués et par secouage (Valais, 2005).

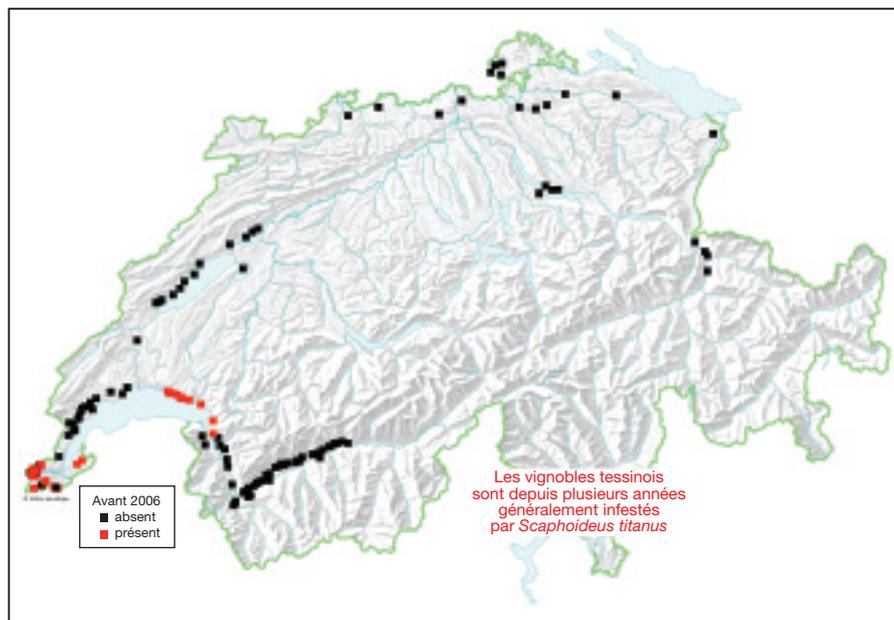


Fig. 2. Surveillance systématique de *Scaphoideus titanus* en 2006, à l'aide de la technique du secouage.

notre pays (Linder et Jermini, 2007). Un échantillon correspond aux insectes récoltés dans un entonnoir (ouverture 60 × 40 cm) en secouant 40 ceps répartis dans la parcelle (Linder et Jermini, 2007).

Résultats et discussion

S. titanus a été découvert dans la moitié des parcelles genevoises visitées (rive droite) et dans toutes les parcelles contrôlées de Lavaux, de Villeneuve et d'Yvorne pour le Chablais vaudois (fig. 2). Le nombre d'individus trouvés était très faible (au maximum 38 par échantillon). A l'exception du Tessin et de Genève, les autres régions viticoles suisses comme La Côte (VD), le Nord vaudois, les rives du lac de Neuchâtel, le Valais ainsi que la Suisse allemande apparaissent encore indemnes de *S. titanus*. L'absence du vecteur à la Côte vaudoise, située entre deux zones occupées par *S. titanus*, laisse supposer qu'il ne se propage pas naturellement, mais qu'il est introduit par des moyens anthropogènes.

Remerciements

Les collaborateurs des services cantonaux (spécialement Luigi Colombi et Stéphane Emery) et Heiri Höhn (ACW) sont vivement remerciés de leur précieuse contribution dans la campagne de surveillance du vecteur, de même qu'Amboise Baker, pour le travail de terrain.

Conclusions

Dans les régions viticoles où le vecteur est présent, les recommandations suivantes doivent être strictement respectées:

- Traitement insecticide obligatoire contre l'insecte-vecteur dans les pépinières (exigence du passeport phytosanitaire).
- Prévention de l'introduction de matériel viticole contaminé par la maladie.
- Sectionnement du cep suspect afin de faire flétrir rapidement les sarments et d'éviter la dissémination de la FD par le vecteur.
- Annonce rapide et obligatoire au service cantonal compétent de tout foyer de jaunisse suspect.
- Au Tessin (présence de la FD et de *S. titanus*): traitements insecticides obligatoires dans les vignobles contre le vecteur.

Bibliographie

- Baggiolini M., Canevascini V., Caccia R., Tencalla Y. & Sobrio G., 1968. Présence dans le vignoble du Tessin d'une cicadelle néarctique nouvelle pour la Suisse, *Scaphoideus littoralis* Ball. (*Hom., Jassidae*), vecteur possible de la flavescence dorée. Bulletin de la Société Entomologique Suisse. Vol. XL, cahiers 3 et 4, 270-275.

Summary

Monitoring of the vector of grapevine flavescence dorée in 2006

The presence of the vector *Scaphoideus titanus* was in Switzerland already known in all of Tessin and in parts of the canton of Geneva. A national monitoring program revealed the presence of the vector in the lake of Geneva area (cantons of Geneva and Vaud). Recommendations for prevention and control are proposed to wine growers.

Key words: grapevine flavescence dorée, vector, *Scaphoideus titanus*, monitoring, Switzerland.

Zusammenfassung

Überwachung des Vektors der goldgelben Vergilbung der Rebe im Jahre 2006

Das Auftreten des Vektors *Scaphoideus titanus* war in der Schweiz bereits bekannt im Tessin und in einigen Rebbergen des Kantons Genf. Eine nationale Überwachung offenbarte den Vektor im Genferseegebiet (Kanton Genf und Waadt). Empfehlungen zur Vorbeugung und Bekämpfung für die Rebbauren werden vorgeschlagen.

Riassunto

Sorveglianza del vettore della flavescenza dorata nel 2006

Si conosceva già la presenza in Svizzera del vettore *Scaphoideus titanus* in tutto il Ticino e in qualche vigneto del cantone di Ginevra. Una sorveglianza nazionale lo ha rivelato anche nel bacino lemanico (cantoni di Ginevra e Vaud). Alcune raccomandazioni di prevenzione e di lotta destinate ai viticoltori sono proposte.

Clerc L., Linder Ch. & Günthart H., 1997. Première observation en Suisse romande de la cicadelle *Scaphoideus titanus* Ball (*Homoptera, Jassidae*), vecteur de la flavescence dorée de la vigne. *Revue suisse Vitic. Arboric. Hortic.* **29** (4), 245-247.

Jermini M., Rossi A. & Baillod M., 1992. Etat actuel de la diffusion au Tessin de *Scaphoideus titanus* Ball, vecteur de la flavescence dorée. *Revue suisse Vitic. Arboric. Hortic.* **24** (3), 137-139.

Linder Ch. & Jermini M., 1999. Le point sur la diffusion en Suisse de *Scaphoideus titanus* Ball., cicadelle vectrice de la flavescence dorée de la vigne. *Revue suisse Vitic. Arboric. Hortic.* **31** (1), 53.

Linder Ch. & Jermini M., 2007. Observations sur la biologie et la distribution du vecteur de la flavescence dorée dans les vignobles. *Revue suisse Vitic. Arboric. Hortic.* **39** (2), 97-101.

Schaerer S., Johnston H., Colombi L. & Gugerli P., 2007. Flavescence dorée: la maladie et son extension. *Revue suisse Vitic. Arboric. Hortic.* **39** (2), 107-110.



Biologie et distribution du vecteur de la flavescence dorée dans les vignobles

Ch. LINDER, Station de recherche Agroscope Changins-Wädenswil ACW, CP 1012, 1260 Nyon 1
M. JERMINI, Station de recherche Agroscope Changins-Wädenswil ACW, Centro di Cadenazzo, 6594 Contone

@ E-mail: christian.linder@acw.admin.ch
Tél. (+41) 22 36 34 389.

Résumé

Cet article présente une synthèse comparative des observations faites ces dernières années au Tessin et dans le canton de Genève (Suisse) sur la biologie de la cicadelle *Scaphoideus titanus* Ball. La distribution et la diffusion de l'insecte dans le vignoble et leurs conséquences pour les méthodes de surveillance sont également discutées.



Fig. 1. Forme immature de *Scaphoideus titanus*. La taille varie de 2 à 5 mm selon les stades. Noter les deux taches noires à l'extrémité de l'abdomen présentes à tous les stades de développement de l'insecte.

Introduction

Depuis le début des années 1990, la cicadelle *Scaphoideus titanus* Ball., vecteur de la flavescence dorée de la vigne (FD), a fait l'objet de nombreux travaux dans notre pays. Ainsi, l'étude du piégeage de l'insecte a permis de mettre au point une méthode de contrôle des populations de la cicadelle dans le vignoble (Jermini *et al.*, 1992; Jermini *et al.*, 1993; Jermini et Baillod, 1996). Parallèlement au développement des méthodes d'échantillonnage, la diffusion de cet insecte sur le territoire national a été suivie très attentivement (Schaub et Linder, 2007). Durant cette quinzaine d'années, de nombreuses données concernant la biologie et la distribution du vecteur à l'intérieur des vignobles ont été enregistrées. En Europe, la biologie de l'insecte a été principalement étudiée dans des zones climatiques proches de la Méditerranée ou de la façade Atlantique (Schvester *et al.*, 1962; Vidano, 1964; Bagard et

Felici, 1986; Bernard *et al.*, 1988; Lozizia, 1992; Cravedi *et al.*, 1993; Bosco *et al.*, 1997; Bossio et Rossi, 2001; Lessio et Alma, 2004a; Lessio et Alma, 2004b; Decante et van Helden, 2006; Lessio et Alma, 2006). Selon Maixner et Holz (2003), le risque d'un développement de l'insecte dans des régions viticoles plus septentrionales est cependant bien réel. Une surveillance de la diffusion de l'insecte dans les différentes zones viticoles de notre pays est primordiale si l'on souhaite freiner ou empêcher l'extension de la maladie. Le développement récent de cas de FD en Suisse nécessite l'application de traitements obligatoires contre le vecteur (Jermini et Linder, 2007; Schaerer *et al.*, 2007). Le succès de la lutte, dans une région donnée, dépend fortement d'une bonne connaissance de la biologie de la cicadelle. Cet article présente une brève synthèse comparative des principales observations biologiques effectuées ces dernières années dans les cantons du Tessin et de Genève, limite nord-est de

l'aire de distribution actuelle de l'insecte en Europe. La distribution et la diffusion de l'insecte dans le vignoble et leurs conséquences pour les méthodes de surveillance sont également discutées.

Matériel et méthodes

Le développement des formes immatures de *Scaphoideus titanus* (fig.1) a été suivi par une technique de frappe adaptée de l'arboriculture (Steiner, 1962): 50 à 60 cepcs sont secoués chaque semaine au-dessus d'un entonnoir de toile muni d'un récipient dans lequel les insectes sont récoltés. Ces derniers sont ensuite congelés rapidement puis dénombrés à la loupe binoculaire en laboratoire. Les stades immatures sont identifiés selon la clé de Della Giustina *et al.* (1992). Le suivi des adultes a été effectué à l'aide de pièges jaunes englués de type Aëroxon® disposés horizontalement à hauteur des grappes selon les recommandations de Jermini et Baillod (1996) et relevés hebdomadairement. Les comparaisons entre les courbes de vol tessinoises et genevoises ont été effectuées seulement entre des parcelles qui comptaient un nombre de pièges similaire.

Afin d'établir le sex-ratio et de déterminer la fécondité des femelles, le sexe des cicadelles adultes a été déterminé directement sur les pièges. Ensuite, les femelles ont été prélevées et disséquées et les œufs dénombrés sous la loupe binoculaire en laboratoire.

Résultats et discussion

Dynamique des populations immatures

La dynamique des cinq stades d'immatures de l'insecte a été suivie par frappage durant de nombreuses années au Tessin. Les premières observations effectuées dans le canton de Genève datent de 2006, permettant une comparaison particulièrement intéressante entre les données des deux régions durant cette saison. La durée moyenne des stades larvaires observée dans deux parcelles est donnée à la figure 2. Les premières éclosions ont lieu dès la mi-mai au Tessin, soit deux semaines avant Genève. Les premières nymphes du 3^e stade, qui représentent un moment clé pour déclencher la lutte (voir l'article de Jermini et Linder dans ce numéro), sont observées à la fin de mai au Tessin et à la mi-juin à Genève. Cette période correspond également au pic des éclosions au Tessin. Cet écart se maintient pour tous les stades suivants et les premiers adultes sont capturés douze jours plus tôt au Tessin qu'à Genève. La durée de la capture des divers stades larvaires semble plus longue au Tessin, où elle s'étend sur près de quatre semaines, contre deux à trois seulement à Genève. Cette différence est certainement liée à la densité des populations de l'insecte dans les deux sites. En effet, les captures cumulées de larves au Tessin atteignent 641 individus pour 50 ceps contrôlés contre 135 à Genève pour 60 ceps. Dans les parcelles à faible densité de cicadelles, la méthode de frappage montre ses limites et le nombre de ceps contrôlés devrait certainement être doublé pour pouvoir mieux estimer la durée des stades larvaires. L'expérience acquise au Tessin montre que la date des premières éclosions varie d'une année à l'autre (de mi-mai au plus tôt à la première semaine de juin). Au sein d'une même saison, l'apparition des premières larves est cependant relativement homogène avec des décalages de trois à cinq jours au maximum entre les parcelles les plus précoces et les plus tardives. Si l'évolution des immatures au Tessin est comparable à celle du nord de l'Italie (Lozzia, 1992; Cravedi *et al.*, 1993; Bossio et Rossi, 2001), le retard phéno-

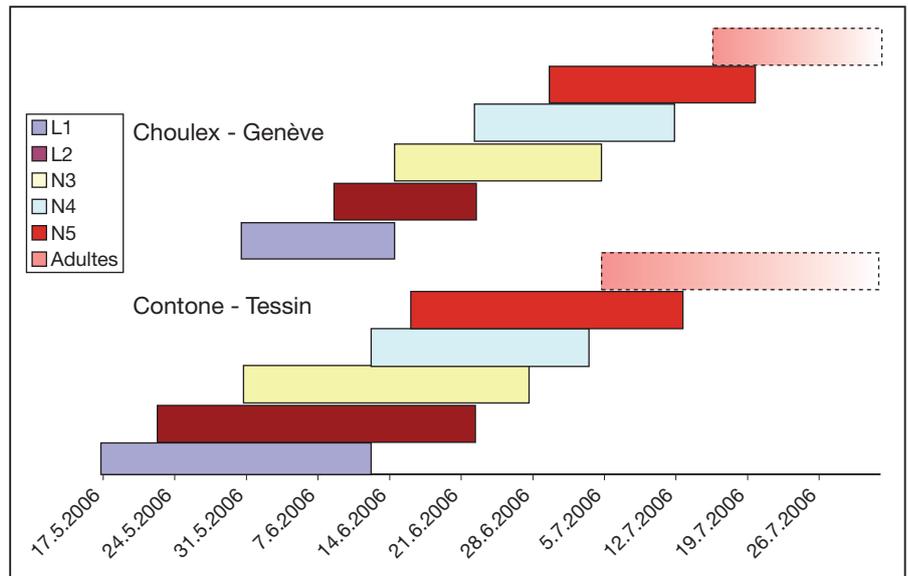


Fig. 2. Durée de capture des stades immatures de *Scaphoideus titanus* par frappage à Choulex (GE) et Contone (TI) en 2006 et apparition des premiers adultes. L: larves; N: nymphes.

être confirmé par des études supplémentaires dans un plus grand nombre de parcelles avec des conditions micro-climatiques différentes. La méthode de contrôle par frappage s'avère un instrument précieux pour détecter l'apparition des divers stades immatures et déclencher la lutte en cas de nécessité.

Dynamique des populations d'adultes

La comparaison des courbes de vol obtenues par piégeage en 2001 dans deux parcelles tessinoise et genevoise est illustrée à la figure 3. Les adultes sont capturés une semaine plus tôt au Tessin

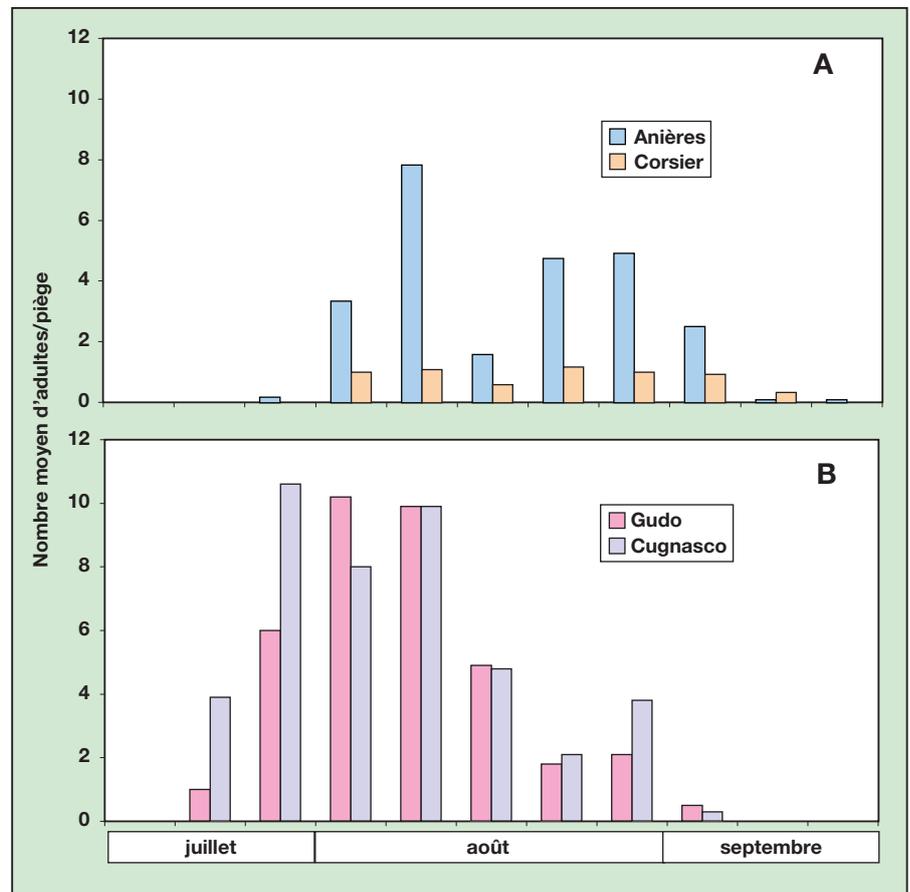


Fig. 3. Courbes de vol de *Scaphoideus titanus* obtenues par piégeage en 2001 dans deux parcelles genevoise (A) et tessinoise (B). Genève: moyenne de 12 pièges; Tessin: moyenne de 14 pièges.

qu'à Genève, ce que confirment les observations de 2006. L'intensité du vol au sud des Alpes est plus importante et se termine un peu plus tôt qu'à Genève. Dans les deux régions, le mois d'août est la principale période d'activité des adultes et le vol chute ensuite drastiquement en septembre. Il ne se prolonge que très rarement jusqu'à début octobre. Même s'il est très difficile de comparer l'intensité de ces courbes de vol avec d'autres obtenues à l'étranger avec des densités et des types de pièges différents, on remarque que les périodes de vol des adultes sont comparables à celles qu'observent Bosco *et al.* (1997) et Bosio et Rosi (2001) dans le Piémont italien par exemple. Il est intéressant de remarquer que *S. titanus* a été observé pour la première fois à très faible densité en 1998 dans les parcelles de Corsier et de Cugnasco cultivées sans traitements insecticides ou protégées par la technique de confusion sexuelle. Trois ans plus tard, il semble évident que la cicadelle a trouvé des conditions micro-climatiques plus favorables à son développement à Cugnasco qu'à Corsier. Dans le premier foyer de l'insecte découvert au Tessin à Castelrotto en 1967, le pic des captures moyennes par piège (14 pièges) a atteint plus de 30 individus durant la même saison. La densité des captures par piégeage varie donc beaucoup d'une région à l'autre et même d'une parcelle à l'autre.

Sex-ratio et fécondité

Le piégeage des adultes selon la méthode utilisée dans nos suivis favorise la capture de mâles indépendamment de la situation géographique (tabl.1). Le même phénomène a été signalé en Italie par Bosco *et al.* (1997) et Lessio et Alma (2004) qui ont obtenu des rapports mâles-femelles variant entre 2,2 et 3,6. Ces derniers auteurs attribuent ce phénomène à la plus grande capacité de dispersion des mâles. Ce type de comportement, s'il se confirme, ne favoriserait pas une diffusion «explosive»

Tableau 1. Répartition des sexes des individus de *Scaphoideus titanus* capturés aux pièges jaunes Aéroxon® dans quatre parcelles du vignoble genevois et tessinois en 2001.

Lieux	<i>S. titanus</i> ♂	<i>S. titanus</i> ♀	Sex-ratio ♂/♀
Anières (GE)	420	191	2,19
Corsier (GE)	57	31	1,83
Castelrotto (TI)	839	239	3,51
Cugnasco (TI)	311	146	2,13

de l'insecte dans une zone viticole. Concernant la fécondité des femelles, les résultats obtenus dans le canton de Genève entre 1999 et 2003 sont semblables à ceux obtenus par Cravedi *et al.* (1993) et Bosco et Rossi (2001), avec une moyenne variant de 8,1 à 10,8 œufs par femelle et des pics pouvant atteindre 23 œufs par individu. Cette fertilité relativement importante indique que la cicadelle a rencontré à Genève une zone climatique assez favorable à son développement.

Distribution dans le vignoble

La distribution de l'insecte est illustrée par un exemple dans un coteau viticole de la région genevoise à la figure 4. On observe une très grande hétérogénéité des captures dans ce coteau protégé par confusion sexuelle et qui ne subit pas l'influence de traitements insecticides. Les densités moyennes cumulées par piège sont ainsi près de onze fois plus



Fig. 4. Captures moyennes cumulées de *Scaphoideus titanus* aux pièges jaunes Aéroxon (15 pièges/parcelle) sur le coteau de Choulex (GE) en 2005.

importantes dans la parcelle orientée au sud-est que dans la parcelle orientée au nord-est. Cette observation pourrait laisser croire que l'exposition joue un rôle important dans la distribution de l'insecte. Ce facteur est certainement important, mais on a également observé au Tessin que des parcelles situées sur des coteaux exposés plein sud abritaient nettement moins de cicadelles que des vignes proches situées en plaine et orientées au nord-est. Les mécanismes qui régissent la distribution de *S. titanus* dans un vignoble sont complexes et ne se résument pas à l'exposition. Le comportement agrégatif de *S. titanus* est connu (Jermini *et al.*, 1993; Bosco *et al.*, 1997) et Lessio et Alma (2004) ont montré que la densité de plantation pouvait avoir une influence sur l'intensité des captures par piégeage. Le micro-climat de la parcelle, son altitude, son environnement immédiat, son encépagement et son mode de conduite ont également certainement un effet important sur les densités de populations de l'insecte. On connaît enfin peu de choses sur l'influence des fongicides et des prédateurs naturels sur les stades immatures de la cicadelle. Ce type de distribution montre que lorsqu'on souhaite surveiller une zone viticole, il est nécessaire de multiplier et diversifier les postes de frappages plutôt que d'instituer des postes de contrôles fixes.

Diffusion dans le vignoble

Un exemple de la diffusion de l'insecte dans une zone viticole tessinoise est donné à la figure 5. La cicadelle a été observée pour la première fois par piégeage dans la Sopraceneri tessinoise dans une parcelle de Merlot à Cugnasco en 1998. Les contrôles effectués en 1999 dans la parcelle voisine distante de 400 m, dans la plaine de Magadino et à Gudo sont restés négatifs. Une prospection plus détaillée du vignoble en 2002 montre cependant une rapide dispersion de l'insecte dans la plaine de Magadino tandis que les coteaux ne semblent pas encore colonisés. Les courbes de vol de la parcelle originelle de Cugnasco et de celle de Gudo en 2001 (fig. 2) montrent un développement important des populations de l'insecte. La comparaison des courbes de vol à Cugnasco en 2000 et 2001 indique cependant que, une fois atteint un certain niveau de densité, les populations se stabilisent. Les capacités de dispersion de l'insecte dans le vignoble ont notamment été étudiées par Lessio et Alma (2004). D'après ces auteurs,

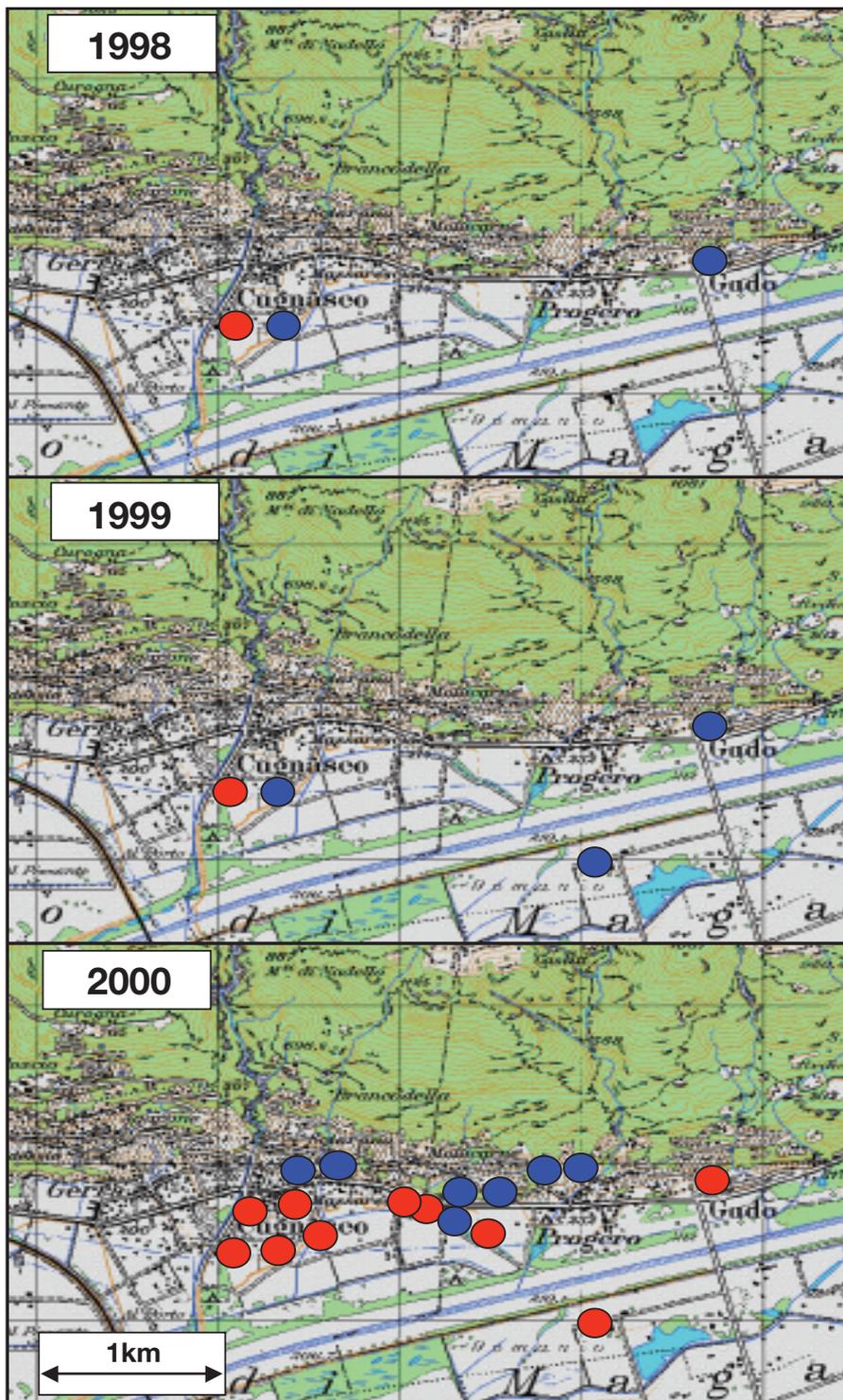


Fig. 5. Progression de *Scaphoideus titanus* dans la plaine de Magadino entre Cugnasco et Gudo (Tessin) de 1998 à 2000. ● Parcelles avec *S. titanus*; ● Parcelles sans *S. titanus*.

l'insecte ne se déplacerait que très peu à l'extérieur du vignoble et aurait besoin d'un environnement continu de vignes pour survivre et se développer. La colonisation du Sopraceneri tessinois et celle du vignoble vaudois de Lavaux au Chablais en une quinzaine d'années (Schaub *et al.*, 2007) montrent néanmoins que, si l'insecte rencontre des conditions favorables, son extension peut être très rapide.

Bibliographie

- Bagard M. & Felici G., 1986. La flavescence dorée, une menace permanente pour le vignoble corse. *Phytoma-Défense des Cultures* **379**, 25-27.
- Bernard P., du Fretay G. & Gorguon M., 1988. Hypothèse d'une deuxième génération de *Scaphoideus titanus*. *La Défense des Végétaux* **251**, 17-21.
- Bosco D., Alma A. & Arzone A., 1997. Studies on population dynamics and spatial distribution of leafhoppers in vineyards (*Homoptera: Cicadellidae*). *Annals of applied Biology* **130**, 1-11.

Conclusions

- ❑ L'éclosion des premières larves de *S. titanus* et l'apparition des premiers adultes se font plus tôt au Tessin qu'à Genève. Ce décalage qui peut atteindre deux semaines doit encore être confirmé dans le temps.
- ❑ L'apparition des nymphes du 3^e stade s'observe **fin mai-début juin** au Tessin et vers la **mi-juin** à Genève. Ce stade est important pour le déclenchement de la lutte.
- ❑ L'intensité du vol des adultes semble plus importante au Tessin qu'à Genève. La répartition des sexes des individus capturés par piégeage et la fécondité des femelles sont semblables à celles qu'on observe en Italie du Nord.
- ❑ Comme technique de contrôle, le frappage adapté de l'arboriculture permet de suivre l'apparition des divers stades immatures mais s'avère moins probant si les densités de population sont faibles.
- ❑ Cette méthode est également appropriée pour la surveillance du territoire qui doit se dérouler en **août**, période de vol principale des adultes dans notre pays.
- ❑ Du fait de la répartition hétérogène des insectes dans les parcelles, les points de contrôle doivent être multipliés dans une région donnée.
- ❑ Le piégeage doit être réservé aux suivis quantitatifs de populations.
- ❑ L'introduction accidentelle de la cicadelle dans une région viticole favorable à son développement peut aboutir à une rapide colonisation du vignoble.

Bossio B. & Rossi A., 2001. Ciclo biologico in Piemonte di *Scaphoideus titanus*. *L'Informatore agrario* **21**, 75-78.

Cravedi P., Mazzoni E. & Cervato P., 1993. Osservazioni sulla biologia di *Scaphoideus titanus* Ball. (*Homoptera: Cicadellidae*). *Redia* **LXXVI** (1), 57-70.

Decante D. & van Helden M., 2006. Population Ecology of *Empoasca vitis* (Göthe) and *Scaphoideus titanus* (Ball) in Bordeaux vineyards: Influence of migration and landscape. *Crop Protection* **25**, 696-704.

Della Giustina W., Hogrel R. & Della Giustina M., 1992. Description des différents stades larvaires de *Scaphoideus titanus* Ball (*Homoptera, Cicadellidae*). *Bull. Soc. ent. Fr.* **97** (3), 269-276.

Jermine M., Rossi A. & Baillod M., 1992. Etude du piégeage de la cicadelle *Scaphoideus titanus* Ball à l'aide de pièges jaunes. *Revue suisse Vitic., Arboric., Hortic.* **24** (4), 235-239.

Jermi M., D'Adda G., Baumgärtner J., Lozzia G. C. & Baillod M., 1993. Nombre de pièges englués nécessaires pour estimer la densité relative des populations de la cicadelle *Scaphoideus titanus* Ball en vignoble. *Bull. Zool. agr. Bachic.* **25** (1), 91-102.

Jermi M. & Baillod M., 1996. Proposition d'une méthode de contrôle des populations de *Scaphoideus titanus* Ball dans le vignoble. *Revue suisse Vitic., Arboric., Hortic.* **28** (3), 201-204.

Jermi M., Linder Ch., Colombi L. & Marazzi C., 2007. Lutte obligatoire contre le vecteur de la flavescence dorée au Tessin. *Revue suisse Vitic., Arboric., Hortic.* **39** (2), 102-106.

Lessio F. & Alma A. 2004a. Dispersal patterns and chromatic response of *Scaphoideus titanus* Ball (*Homoptera: Cicadellidae*), vector of the phytoplasma agent of grapevine flavescence dorée. *Agr. For. Entomol.* **6**, 121-127

Lessio F. & Alma A., 2004b. Seasonal and daily movement of *Scaphoideus titanus* Ball (*Homoptera: Cicadellidae*). *Environ. Entomol.* **33** (6), 1689-1694.

Lessio F. & Alma A., 2006. Spatial distribution of nymphs of *Scaphoideus titanus* (*Homoptera: Cicadellidae*) in grapes and evaluation of sequential sampling plans. *J. Econ. Entomol.* **99** (2), 578-582.

Lozzia G. C., 1992. Distribuzione, biologia e controllo di *Scaphoideus titanus* Ball. *Atti Giornate Fitopatologiche 1992* **1**, 173-182.

Maixner M. & Holz B., 2003. Risiken durch invasive gebietsfremde Arten für den Weinbau. *Schriftenr. BMVEL, Reihe. A: Angew. Wiss.* **498**, 154-164.

Schaerer S., Johnston H., Colombi L. & Gugerli P., 2007. Flavescence dorée: la maladie et son extension. *Revue suisse Vitic., Arboric., Hortic.* **39** (2), 107-110.

Schaub L. & Linder Ch., 2007. Surveillance nationale du vecteur de la flavescence dorée en 2006. *Revue suisse Vitic., Arboric., Hortic.* **39** (2), 95-96.

Schvester D., Moutous, Bonfils J. G. & Carle P., 1962. Etudes biologiques des cicadelles de la vigne dans le Sud-Ouest de la France. *Ann. Epiphytes* **13** (3), 205-237.

Steiner H., 1962. Methoden zur Untersuchung der Populationsdynamik von Obstanlagen. *Entomophaga* **7**, 207-214.

Vidano C., 1964. Scoperta in Italia dello *Scaphoideus littoralis* Ball cicalina americana collegata alla «Flavescence dorée» della Vite. *L'Italia agricola* **101**, 1031-1049.

Zusammenfassung

Beobachtungen zu Biologie und Verteilung des Vektors der goldgelben Vergilbung in Weinbergen

Dieser Artikel stellt eine vergleichende Synthese von in den letzten Jahren im Kanton Tessin und Genf (Schweiz) durchgeführten Beobachtungen über die Biologie der Zikade *Scaphoideus titanus* Ball vor. Die Verteilung und die Ausbreitung des Insektes im Weinberg und ihren Auswirkungen auf die Überwachungsmethoden werden ebenfalls diskutiert.

Summary

Biology and distribution of the vector of grapevine flavescence dorée in vineyards

This paper presents a comparative synthesis of observations carried out for the last years in the cantons of Ticino and Geneva (Switzerland) on the biology of the leafhopper *Scaphoideus titanus* Ball. Distribution and spread of the insect in vineyards and their effects on monitoring techniques are also discussed.

Key words: grapevine flavescence dorée, vector, *Scaphoideus titanus*, biology, Switzerland.

Riassunto

Osservazioni sulla biologia e la distribuzione del vettore della flavescenza dorata nei vigneti

Questo articolo presenta una sintesi comparativa delle osservazioni effettuate in questi ultimi anni nei cantoni Ticino e Ginevra (Svizzera) sulla biologia della cicalina *Scaphoideus titanus* Ball. Sono discusse la distribuzione e la diffusione dell'insetto nel vigneto e le loro conseguenze sui metodi di sorveglianza.



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 Zofingen
Tél. 062 746 80 00, Fax 062 746 80 08
www.staehler.ch



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Station de recherche Agroscope Changins-Wädenswil ACW
Directeur: Jean-Philippe Mayor • www.acw.admin.ch

Lutte obligatoire contre le vecteur de la flavescence dorée au Tessin

M. JERMINI¹ et Ch. LINDER, Station de recherche Changins-Wädenswil ACW, CP 1012, 1260 Nyon 1
L. COLOMBI et Ch. MARAZZI, Servizio fitosanitario cantonale, Viale S. Franscini 17, 6500 Bellinzona

@ E-mail: mauro.jermini@acw.admin.ch
Tél. (+41) 91 85 02 032.

Résumé

La cicadelle *Scaphoideus titanus*, vecteur de la flavescence dorée, est présente au Tessin depuis de nombreuses années. La découverte en 2004 des premiers foyers de cette maladie a déclenché la lutte obligatoire contre le vecteur sur 350 ha en 2005 et 366 ha en 2006. La stratégie de lutte se base sur deux applications de buprofézine. Les résultats relatifs à l'efficacité de cette stratégie sont présentés.

Introduction

La flavescence dorée, maladie de quarantaine due à un phytoplasme, est transmise par la cicadelle univoltine *Scaphoideus titanus*, présente en Suisse au Tessin et dans quelques vignobles de Suisse romande (Schaub et Linder, 2007). L'acquisition du phytoplasme par les formes immatures de l'insecte est très précoce et celles-ci sont en mesure de le transmettre après un mois d'incubation. Ainsi, les foyers existants s'étendent dans la même parcelle, et les adultes, très mobiles, contaminent les parcelles voisines. La lutte directe contre le vecteur représente la seule méthode permettant d'éviter la diffusion épidémique de la maladie. Le principe de la lutte appliquée en Italie et en France consiste à effectuer un premier traitement 25 à 30 jours après le début des éclosions suivi d'une deuxième intervention 15 jours plus tard sur les



Le vignoble de Coldrerio (TI) est soumis à la lutte obligatoire contre la flavescence dorée.

larves restantes et les premiers adultes. Une troisième application entre le début et la mi-août vise spécifiquement les adultes (Rouzet *et al.*, 1989; Belli *et al.*, 1997). Les insecticides utilisés sont essentiellement des organophosphorés ou des pyréthrinoides. En Italie, des inhibiteurs de la synthèse de la chitine (flufenoxuron et buprofézine) sont égale-

ment utilisés pour le premier traitement en présence de nymphes du 3^e stade (Bosio *et al.*, 2001; Colla, 2004). La flavescence dorée a fait son apparition en Suisse en 2004 dans le vignoble tessinois (Schaerer *et al.*, 2007) et, depuis 2005, les communes concernées sont soumises à la lutte obligatoire par décret cantonal (décision formelle de la

¹Centro di Cadenazzo, 6594 Contone.

Section agriculture du canton du Tessin basée sur l'Ordonnance sur la protection des végétaux OPV du 28 février 2001, annexe 2 section A, la loi cantonale sur l'agriculture du 3 décembre 2002 et le règlement sur l'agriculture du 23 décembre 2003). Cet article présente la stratégie de lutte adoptée au Tessin et les résultats obtenus pendant les deux premières années de lutte obligatoire.

Matériel et méthodes

Mise au point d'une méthode de lutte

De 1991 à 1994, des essais ont été effectués au Tessin pour développer une méthode de lutte efficace à impact écologique minimal. Cette stratégie finalisée en 2001 et 2004 (tabl.1) se base sur les étapes suivantes:

- une première application de buprofézine concentrée à 0,075% au maximum de l'apparition des larves du premier stade (L1), qui correspond aussi à l'apparition des premières nymphes du troisième stade (L3);
- une deuxième application 15 jours plus tard;
- une troisième application éventuelle de chlorpyrifos-éthyl ou chlorpyrifos-méthyl sur les nymphes du quatrième stade (L4) ou les adultes selon les résultats de l'échantillonnage.

Tableau 1. Liste et dosage des produits, variantes appliquées pendant les six années d'essai de lutte contre *Scaphoideus titanus* et efficacité.

Matières actives, concentrations et variantes	Observations sur les résultats
1991	
Lambda cyhalotrine (0,01%) dès 1 ^{res} L4 et après 14 jours.	Bonne efficacité, effet écotoxicologique très élevé.
Flufénoxuron (0,05%) une application dès 1 ^{res} L4.	Efficacité insuffisante.
Tétrachlorvinfos (0,1%) dès 1 ^{res} L4 et après 14 jours.	Bonne efficacité, effet écotoxicologique élevé.
Témoin non traité.	
1992	
Téflubenzuron (0,05%) au pic des L1.	Efficacité nulle.
Buprofézine (0,1%) au pic des L1.	Bonne efficacité sur larves, moyenne sur adultes.
Tétrachlorvinfos (0,1%) au pic des L1 et après 14 jours.	Bonne efficacité, effet écotoxicologique élevé.
Lambda cyhalotrine (0,01%) au pic des L1 et après 14 jours.	Bonne efficacité, effet écotoxicologique très élevé.
Méthidathion (0,075%) au pic des L1 et après 14 jours.	Bonne efficacité, effet écotoxicologique très élevé.
Témoin non traité.	
1993	
Abamectine (0,025%) au pic des L1.	Efficacité nulle.
Buprofézine(0,1%) dès 1 ^{res} L1.	Bonne efficacité sur larves, moyenne/faible sur adultes.
Tétrachlorvinfos (0,1%) au pic des L1 et après 14 jours	Bonne efficacité, effet écotoxicologique élevé.
Huile minérale (2%) au gonflement des bourgeons.	Efficacité moyenne et courte.
Méthidathion (0,075%) au pic des L1 et après 14 jours	Bonne efficacité, effet écotoxicologique élevé.
Témoin non traité	
1994	
Buprofézine (0,1%) dès 1 ^{res} L1	Efficacité moyenne.
Huile minérale (2%) au gonflement des bourgeons et tétrachlorvinfos (0,1%) au pic des L1 et après 14 jours.	Efficacité bonne sur larves, moyenne sur adultes, effet écotoxicologique élevé du tétrachlorvinfos.
Huile minérale (2%) au gonflement des bourgeons et buprofézine (0,1%) dès 1 ^{res} L1.	Bonne efficacité sur les larves et moyenne sur les adultes.
Tétrachlorvinfos (0,1%) au pic des L1 et après 14 jours.	Bonne efficacité, effet écotoxicologique élevé.
Témoin non traité	
2001	
Buprofézine (0,1%) dès 1 ^{res} L1 et chlorpyrifos-méthyl (0,12%) au pic des L1.	Bonne efficacité sur larves, moyenne sur adultes. Effet écotoxicologique élevé du chlorpyrifos-méthyl.
Buprofézine (0,1%) dès 1 ^{res} L1 et indoxacarbe (0,0125%) au pic des L1.	Bonne efficacité sur larves, faible sur adultes.
Indoxacarbe (0,0125%) au pic des L1.	Efficacité faible.
Chlorpyrifos-méthyl (0,12%) au pic des L1.	Efficacité moyenne, effet écotoxicologique élevé.
Témoin non traité.	
2004	
Buprofézine à 0,06% (homologation CH) dès 1 ^{res} L1 et après 14 jours.	Bonne efficacité.
Buprofézine à 0,075% (homologation Italie) dès 1 ^{res} L1 et après 14 jours.	Très bonne efficacité.
Témoin non traité.	

Application de la lutte au Tessin

Cette méthode de lutte a été appliquée en 2005 dans tout le vignoble du Mendrisiotto sur un total de 350 ha. En 2006 s'y sont ajoutés 16 ha de vignes des communes proches du foyer retrouvé en 2005 dans la région de Lugano. La date du premier traitement a été estimée en partant chaque année de la date de découverte des premières L1 à laquelle on ajoute la durée moyenne du développement des stades immatures de L1 à L3 et de L1 à L4, en tenant compte de la variation existante. Cette moyenne se base sur les connaissances de la phénologie de l'insecte acquises au Tessin (Linder et Jermini, 2007). Dans le but de déterminer l'apparition des premières L1, deux échantillonnages par semaine ont été faits dès le 10 mai en 2005 et le 15 mai en 2006 dans 21 parcelles de Merlot. La technique du frappage a été utilisée (50 coups par parcelle repartis sur toute la surface). Le suivi de la dynamique des populations dans un vignoble témoin, situé à Sessa dans la région de Lugano hors de la zone soumise à la lutte obligatoire, a permis de vérifier la pertinence des dates de traitement estimées. Dès l'apparition des premiers adultes, le contrôle des populations a été effectué par piégeage (Jermini et Baillod, 1996) dans six parcelles avec lutte obligatoire et dans le témoin afin d'évaluer l'efficacité des interventions et d'éventuels phénomènes migratoires des adultes.

Résultats et discussion

En 2005, les premières L1 sont apparues le 25 mai dans toutes les parcelles du réseau d'échantillonnage sans distinction d'altitude ou de précocité du débourrement de la vigne (Linder et Jermini, 2007). Le premier traitement à l'aide de buprofézine a été conseillé entre le 6 et le 13 juin pour laisser aux producteurs la possibilité de coordonner cette intervention avec leur plan de traitement. La deuxième application a été préconisée deux semaines plus tard selon la date d'application de la première, ce qui a permis de couvrir totalement la période d'éclosion des œufs (fig. 1). Le contrôle par frappage de l'efficacité larvicide des deux applications de buprofézine durant la période du 5 au 25 juillet a montré une efficacité totale par rapport à l'infestation observée dans la parcelle témoin. L'efficacité des régulateurs de croissance comme la buprofézine est assez tardive par rapport aux insecticides classiques, puisqu'ils agissent sur la mue de l'insecte (Bosio *et al.*, 2001). Malgré l'absence de captures d'immatures dans les parcelles traitées, le piégeage effectué de la semaine 28 (mi-juillet) à la semaine 39 (fin septembre) a tout de même permis de récolter quelques adultes. L'efficacité des deux applications de buprofézine

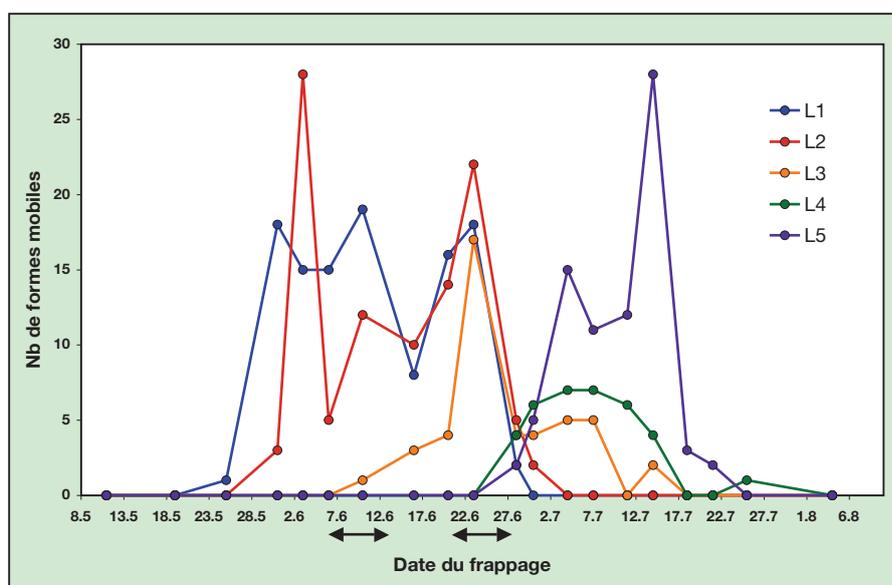


Fig. 1. Evolution des stades immatures de *Scaphoideus titanus* dans le vignoble de Sessa (témoign situé dans la région de Lugano hors zone de lutte obligatoire) en 2005 en relation avec les deux traitements à la buprofézine, indiqués par une flèche (6-13 juin = période premier traitement; 21-28 juin = période deuxième traitement).

sur les adultes a été calculée sur la base du total des captures effectuées dans chacune des six parcelles soumises à la lutte obligatoire par rapport au témoin de Sessa. Elle a atteint une valeur moyenne de 97% avec un minimum de 91% à Riva S. Vitale. C'est également dans cette commune que les captures ont été les plus nombreuses (fig. 2), probablement parce qu'elle se situe en bordure de la zone avec lutte obligatoire et que des migrations ont dû avoir lieu depuis là. Aucun troisième traitement n'a été effectué sur les L4 ou les adultes.

En 2006, les premières L1 sont apparues dans la vigne témoin le 17 mai et

le premier traitement à la buprofézine a été fixé entre le 30 mai et le 7 juin avec une répétition de l'application deux semaines plus tard (fig. 3). La première année de lutte obligatoire dans le Mendrisiotto a eu une répercussion positive sur les populations de 2006: dans 44% des 16 parcelles contrôlées depuis 2005, aucune des formes larvaires n'a été capturée du 17 au 30 mai, tandis que dans les autres les captures étaient inférieures de 89% à celles du témoin. La comparaison entre les populations larvaires de 2005 avant le début des traitements et celles de 2006 montre une diminution de 92%. Dans les communes de la région de Lugano, la même dyna-

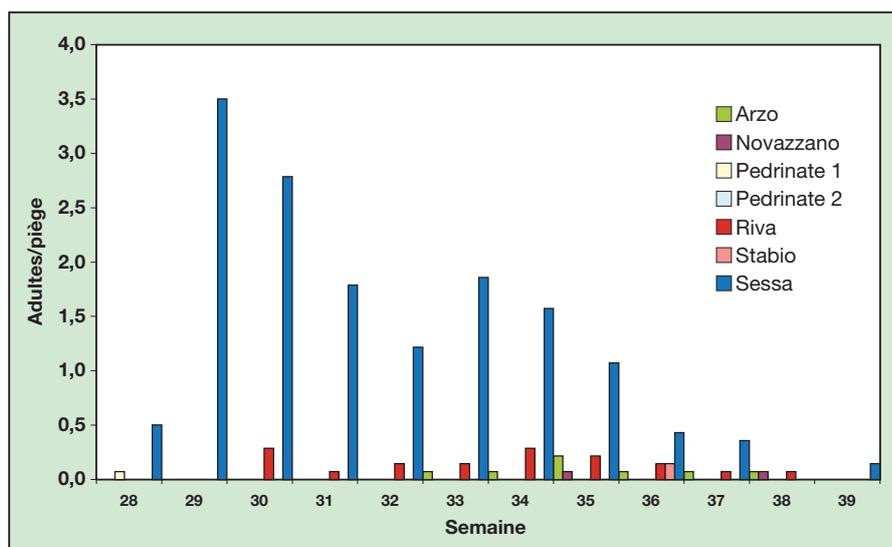


Fig. 2. Effet de la stratégie de lutte à la buprofézine en 2005 sur les populations d'adultes de *Scaphoideus titanus* dans six parcelles du Mendrisiotto soumises à la lutte obligatoire par rapport au témoin non traité de Sessa.

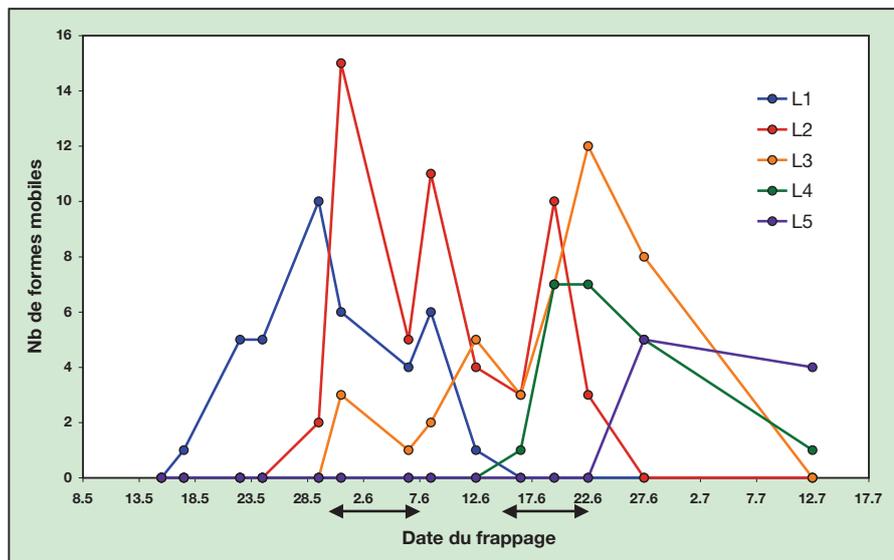


Fig. 3. Evolution des stades immatures de *Scaphoideus titanus* dans le vignoble de Sessa (témoin situé dans la région de Lugano hors zone de lutte obligatoire) en 2006 en relation avec les deux traitements à la buprofézine, indiqués par une flèche (30 mai-7 juin = période premier traitement; 16-22 juin = période deuxième traitement).

mique des populations a été observée lors de la première année de la lutte obligatoire que dans le Mendrisiotto en 2005: une efficacité de 99% de la buprofézine après le deuxième traitement sur les larves et de 97% sur les populations adultes (total des captures pendant la période de contrôle) à Gentilino (fig. 4). Dans les parcelles du Mendrisiotto, l'efficacité varie de 92% à Riva S. Vitale à 99% à Pedrinato et Genestrerio (fig. 4). Les quelques captures enregistrées dans des parcelles de Riva S. Vitale et d'Arzo sont probablement dues à la migration d'adultes dans le premier cas et à un problème de gestion du traitement dans le second. Tout comme en 2005, aucun troisième traitement n'a donc été ordonné.

L'expérience de ces deux années confirme pleinement l'efficacité de la stratégie de lutte choisie, pour autant que les traitements soient effectués sur une population présentant une structure d'âge allant de L1 à L3. Cela est conforme aux recommandations d'utilisation italiennes (Bosio *et al.*, 2001; Colla, 2004). En Europe, la buprofézine n'est homologuée sur *S. titanus* qu'en Italie. Son application est conseillée uniquement pour le premier traitement sur les L3, les deux traitements suivants s'effectuant avec des insecticides ayant un bon effet choc (Belli *et al.*, 1997; Bosio *et al.*, 2001; Colla, 2004). Pour avoir une bonne efficacité, l'application de buprofézine exige une quantité d'eau suffisante et une application soignée

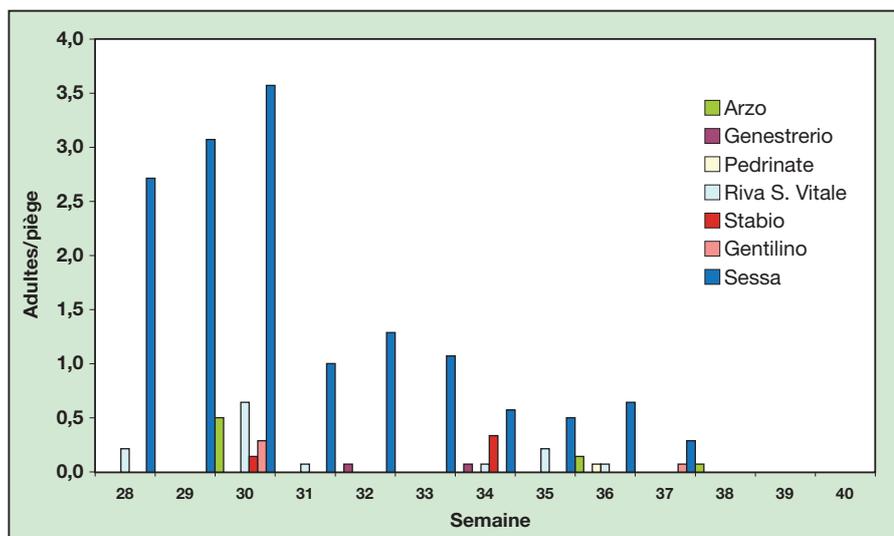


Fig. 4. Effet de la stratégie de lutte à la buprofézine en 2006 sur les populations d'adultes de *Scaphoideus titanus* dans six parcelles du Mendrisiotto soumises à la lutte obligatoire par rapport au témoin non traité de Sessa.

(Colla, 2004). Les excellents résultats obtenus au Tessin montrent que les producteurs ont fait une utilisation adéquate de cette matière active. Les produits organophosphorés sont d'usage plus souple (Bosio *et al.*, 2001). En cas d'utilisation répétée, ils ont en revanche des effets négatifs sur les phyto-séides, les abeilles et les auxiliaires en général. En outre, dans une stratégie de lutte comme celle qui est utilisée en Italie et en France, des résidus peuvent se former sur les raisins et dans les vins. Nos expériences ont montré que ces craintes n'étaient pas fondées pour la buprofézine. Toutefois, une stratégie basée essentiellement sur un produit régulateur de croissance nécessite plus de précision dans le positionnement du traitement qu'une lutte axée sur des organophosphorés et coûte surtout plus cher. Les avantages au niveau écologique et l'absence de risques de résidus dans les vins sont cependant de précieux atouts pour une production respectueuse de l'environnement et du consommateur. Les bons résultats obtenus ces deux dernières années et l'élimination régulière des plantes présentant des symptômes de jaunisse ne pourront qu'améliorer la situation. Les contrôles de ces prochaines années montreront s'il est possible de limiter la lutte sur la base du modèle proposé en France (Chiron *et al.*, 2004), en cherchant à maintenir les populations de *S. titanus* au-dessous du risque d'épidémies. Toute méthode de lutte est aussi obligatoirement associée à l'utilisation de matériel végétal garanti indemne de flavescence dorée pour éviter la réintroduction de nouveaux foyers (Belli *et al.*, 1997; Colla, 2004).

Dans les parcelles d'exploitations biologiques, la lutte contre *S. titanus* reste problématique. Seuls la roténone (Delbac *et al.*, 2005) et le pyrèthre (Caobelli et Carcereri, 1995; Bottura *et al.*, 2003) semblent avoir une certaine efficacité contre la cicadelle. Les effets négatifs de ces principes actifs sur la faune auxiliaire ne sont néanmoins pas à négliger, d'autant que trois traitements au minimum sont nécessaires pour assurer un certain contrôle de l'insecte. En Suisse, une expérimentation est en cours depuis 2005. Le mélange huile de sésame et pyrèthrine est le seul qui offre une bonne efficacité et qui peut être recommandé pour le moment dans les vignobles en production biologique. A l'avenir, un développement de la lutte biologique sera peut-être possible en introduisant une entomofaune antagoniste permettant le contrôle de *S. titanus*. Les premiers bilans de travaux effectués en France semblent prometteurs (Malauza *et al.*, 2003).

Conclusions

- ❑ La méthode de lutte basée sur deux applications de buprofézine a fourni d'excellents résultats sur les 366 ha de vigne soumis à la lutte obligatoire contre la cicadelle *Scaphoideus titanus* au Tessin.
- ❑ La lutte obligatoire contre le vecteur n'a de sens que si elle est associée aux mesures de prévention et de lutte contre la maladie elle-même.
- ❑ Il est souhaitable, selon l'évolution épidémique de la flavescence dorée, que la stratégie de lutte contre *S. titanus* puisse être adaptée (réduction du nombre de traitements, lutte biologique) dans les prochaines années.

Bibliographie

- Belli G., Fortusini A., Bianco P. A., Torresin G., Carraio S. & Zizzoli L., 1997. Flavescenza dorata e altri giallumi della vite. *L'Informatore agrario* **19**, 69-73.
- Bosio G., Della valle D., Ferrarese D., Ferrari D. & Occhetti P., 2001. Evoluzione delle popolazioni di *Scaphoideus titanus* a seguito di interventi insetticidi. *L'informatore agrario* **21**, 79-84.
- Bottura N., Mori N., Posenato G., Scancassani G. P. & Girolami V., 2003. Lotta alle cicaline nei vigneti a conduzione biologica. *L'Informatore agrario* **15**, 75-79.
- Caobelli R. & Carcereri G., 1995. La lotta biologica alla cicalina della vite. *L'informatore agrario* **33**, 75-77.
- Chiron M.-F., Herlemont B. & Trespaille-Barrau J.-M., 2004. Lutte obligatoire contre la flavescence dorée de la vigne: dernières évolutions. *Phytoma* **576**, 18-21.

Summary

Mandatory control of the vector of grapevine flavescence dorée in Ticino

Scaphoideus titanus, vector of the grapevine flavescence dorée, has for several years been present in Ticino (Swiss canton in the South of the Alps). The first outbreaks in 2004 of this disease triggered mandatory insecticide treatments against the vector in 350 ha in 2005 and 366 ha in 2006. The control strategy is based on two applications of buprofezine. Efficacy results of the strategy are presented.

Key words: grapevine flavescence dorée, vector, *Scaphoideus titanus*, control, efficacy, Switzerland.

Riassunto

Lotta obbligatoria contro il vettore della flavescenza dorata in Ticino

La cicalina *Scaphoideus titanus*, vettore della flavescenza dorata, è presente in Ticino da diversi anni. La scoperta nel 2004 dei primi focolai della malattia ha portato all'immediata applicazione delle misure di lotta obbligatoria contro il vettore su una superficie di 350 ha nel 2005 e di 366 ha nel 2006. La strategia di lotta applicata si basa su due applicazioni di buprofezina. I risultati dell'efficacia di questa strategia sono presentati.

Zusammenfassung

Obligatorische Bekämpfung des Vektors der goldgelben Vergilbung im Tessin

Die Kleinzikade *Scaphoideus titanus*, Vektor der goldgelben Vergilbung der Rebe, ist seit mehreren Jahren im Tessin vorhanden. Die Entdeckung im Jahre 2004 dieser Krankheit löste, im 2005 auf 350 ha und im 2006 auf 366 ha, die obligatorische Bekämpfung aus. Die Bekämpfungsstrategie stützt sich auf zwei Behandlungen mit Buprofezin ab. Die Wirksamkeits-Resultate dieser Strategie werden diskutiert.

- Colla R., 2004. La Flavescenza dorata, battaglia su più fronti. *VigneVini* **5**, 36-38.
- Delbac L., Maille E., Hivert F. & Clerjeau M., 2005. Influence des traitements à base de rotenone sur les populations de thyphlodromes au vignoble. *Phytoma* **580**, 42-45.
- Jermi M. & Baillod M., 1996. Proposition d'une méthode de contrôle des populations de *Scaphoideus titanus* Ball dans le vignoble. *Revue suisse Vitic., Arboric., Hortic.* **28** (3), 201-204.
- Linder Ch. & Jermi M., 2007. Biologie et distribution du vecteur de la flavescence dorée dans les vignobles. *Revue suisse Vitic., Arboric., Hortic.* **39** (2), 97-101.

- Malusa J.-C., Nussillard B. & Giuge L. 2003. Lutte biologique contre la cicadelle vectrice de la flavescence dorée. *Alter Agri* **62**, 28-31.
- Rouzet J., Bernard P., du Fretay G. & Tissot M., 1989. Flavescence dorée: une maladie sous surveillance. *Phytoma* **412**, 18-24.
- Schaerer S., Johnston H., Colombi L. & Gugerli P., 2007. Flavescence dorée: la maladie et son extension. *Revue suisse Vitic., Arboric., Hortic.* **39** (2), 107-110.
- Schaub L. & Linder Ch., 2007. Surveillance nationale du vecteur de la flavescence dorée en 2006. *Revue suisse Vitic., Arboric., Hortic.* **39** (2), 95-96.



Pépinières viticoles

Pierre Richard
Le Closelet
Route de l'Étraz 4
1185 Mont-sur-Rolle
Tél. 021 825 40 33
Fax 021 826 05 06
Natel 079 632 51 69

-Grand choix de cépages.
-Divers clones et portes-greffe.
-Production de plants en pots et traditionnels.
-Plantation machine.
-Location tarrière.
-Location arrache souches.

E-mail: pepiniere.richard@hispeed.ch



Flavescence dorée: la maladie et son extension

S. SCHAERER, H. JOHNSTON et P. GUGERLI, Station de recherche Agroscope Changins-Wädenswil ACW, CP 1012, 1260 Nyon 1

L. COLOMBI, Servizio fitosanitario cantonale, Viale S. Franscini 17, 6500 Bellinzona

@ E-mail: santiago.schaerer@acw.admin.ch
Tél. (+41) 22 36 34 360.

Résumé

La flavescence dorée et le bois noir, deux jaunisses de la vigne, sont présents en Suisse. Tous deux sont disséminés par des plants contaminés (greffe) et/ou des insectes vecteurs contagieux. Alors que le bois noir est répandu en Suisse occidentale et orientale, la flavescence dorée, maladie grave de quarantaine, est pour le moment circonscrite au Tessin. Cet article présente la situation de la flavescence dorée dans notre pays, notamment par rapport au bois noir, avec lequel on la confond souvent. L'article aborde également les aspects liés au diagnostic, à la surveillance et à la lutte contre la maladie.

Introduction

La flavescence dorée (FD) (Caudwell, 1957) est l'une des jaunisses de la vigne, causée par un phytoplasme – une bactérie sans parois – parasite intracellulaire des vaisseaux de phloème. Le phytoplasme est transmis de cep à cep par la cicadelle *Scaphoideus titanus* Ball, un hémiptère phloémophage, provoquant une maladie épidémique à dissémination rapide dans les vignobles. Cela rend la FD particulièrement dangereuse, c'est entre autres pourquoi elle est classée parmi les maladies de quarantaine soumises à la lutte obligatoire (selon l'Ordonnance sur la protection des végétaux, RO 916.20). Lorsque des symptômes apparaissent, la seule méthode de lutte directe existante est la destruction des ceps atteints.

Les autres jaunisses de la vigne connues dans le monde sont toutes causées par des phytoplasmes. L'une d'entre elles, le bois noir (BN) (Caudwell, 1961), présente des symptômes extrêmement semblables à ceux de la FD, mais son évolution est différente car elle ne se transmet pas de cep à cep. Pour l'Organi-

sation européenne et méditerranéenne pour la protection des plantes (OEPP), tout phytoplasme rencontré dans un vignoble est celui de la FD ou celui du BN. Ce système simplifié est celui qui prévaut aujourd'hui en Europe (OEPP/CABI, 2006).

Description de la maladie et de l'agent causal

Les symptômes de la FD sont bien visibles en été (fig. 1), mais les vignes atteintes précocement peuvent être repérées dès le printemps à leur croissance réduite et parfois à l'absence de sarments. Les symptômes sont présents sur un groupe de sarments par cep ou sur le cep tout entier. On remarque principalement ① l'**enroulement des feuilles** vers le bas (fig. 2) et l'apparition de **taches** souvent sectorielles, jaunes (cépages à grains blancs) ou rouges (cépages à grains rouges); ② le retard ou le **manque d'aoûtement des sarments** (fig. 3), qui restent minces, caoutchouteux et pendants; ③ au niveau des

fruits, le **flétrissement puis le dessèchement des grappes** (fig. 4). La maladie a fortement tendance à évoluer en **foyer**.

Ces symptômes, à part l'évolution en foyer propre à la FD, sont communs aux deux maladies. Cependant, les deux phytoplasmes sont différents, sur la base de leur biologie et de l'homologie de séquence de certains gènes, principalement le gène de l'ARN ribosomique 16S. Le phytoplasme à FD appartient au groupe **16SrV**, également connu sous l'appellation d'«**elm yellows**» (Boudon-Padieu, 2005), qui comprend aussi le phytoplasme de la jaunisse du Palatinat. Le phytoplasme du BN (ainsi qu'un des phytoplasmes à jaunisse australiens) fait partie du groupe **16SrXII**, également appelé «**stolbur**» (Boudon-Padieu, 2005); c'est dans ce groupe en effet qu'on trouve le phytoplasme responsable du stolbur de la pomme de terre. Notons que les deux phytoplasmes (stolbur et BN) sont transmis par la même cicadelle, *Hyalesthes obsoletus* Signoret, qui se nourrit également chez le liseron des champs, une adventice des deux cultures.

Le seul vecteur connu de la FD, *Scaphoideus titanus*, est inféodé à la vigne, cultivée ou sauvage. Le vecteur du BN, *Hyalesthes obsoletus*, se nourrit au contraire de nombreuses plantes hôtes, sources potentielles de phytoplasmes; il s'agit principalement du liseron des champs et du liseron des haies, de l'ortie, de la morelle noire, de la renoncule bulbeuse et de la passerage drave. La vigne pourrait n'être finalement qu'un hôte mineur, voire accidentel de cet insecte.

La notion de sensibilité ou de tolérance des cépages à l'égard de la maladie



Fig. 1. Parcelle de Chasselas. Le cep de droite, atteint de FD, ne produit pas de raisin, les feuilles présentent un enroulement (flèche de droite) et l'on distingue clairement un sarment non aoté (flèche de gauche). A gauche de ce cep, une plante saine, ainsi qu'en témoignent ses grappes.



Fig. 2. Feuillage malade, sur Gamaret. L'enroulement vers le bas est typique. Les taches colorées, souvent sectorielles, peuvent couvrir l'ensemble de la feuille. On remarquera les nervures foliaires, qui restent vertes.



Fig. 3. Sarments non aotés, sur Gamaret (flèches orange). Les deuxième et troisième sarments, malades, présentent également un noircissement de l'écorce. Le sarment indiqué par la flèche verte est sain et bien lignifié; il provient du cep voisin.



Fig. 4. Grappe de Gamaret malade, en voie de flétrissement.

tient compte à la fois de la sensibilité du cépage au phytoplasme et de son attractivité pour l'insecte piqueur. Comme les autres jaunisses de la vigne, la FD est considérée comme une maladie émergente, dont l'introduction pourrait

résulter d'une plante hôte infectée ou d'un insecte vecteur infectieux nouveau. Sur ce point, les changements de pratiques agricoles doivent également être évalués, en particulier pour empêcher la maladie de se disséminer.

Diagnostic de la maladie

Une fois les symptômes macroscopiques observés, les échantillons suspects sont envoyés au laboratoire pour analyse. Du fait de l'absence de paroi cellulaire, le phytoplasme n'est pas cultivable *in vitro*, par exemple sur une boîte de pétri comme une bactérie. Par conséquent, il faut avoir recours à des techniques d'analyse particulières, sérologiques ou moléculaires, pour mettre en évidence le phytopathogène.

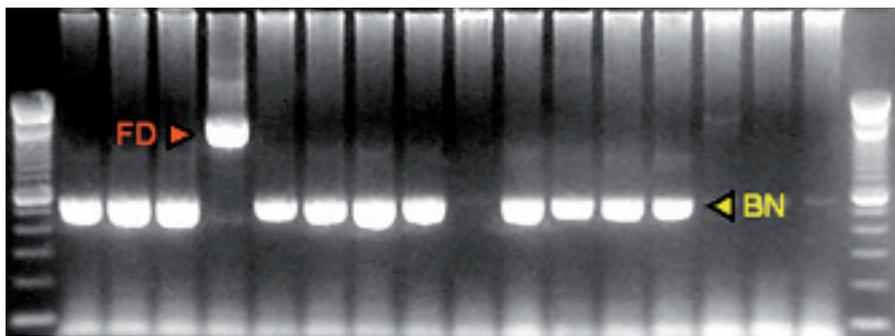


Fig. 5. Gel d'agarose 1% coloré au bromure d'éthidium et photographié sous UV, chargé avec les échantillons d'une PCR multiplex. La bande supérieure, migrant à ~1500 pb, est spécifique de la FD, alors que la bande inférieure, à ~570 pb, est typique du BN. L'échantillon N° 4 est FD positif.

Le laboratoire d'Agroscope Changins-Wädenswil (ACW) utilise la PCR (*polymerase chain reaction*, ou réaction en chaîne de polymérase), une technique moléculaire moderne et performante qui permet d'amplifier spécifiquement un ADN particulier et rare à partir d'une matrice complexe, par exemple l'ADN d'un phytoplasme donné à partir d'un échantillon de vigne suspect (généralement un fragment de pétiole, en bon état).

En raison de la sensibilité extrêmement élevée de la PCR, le risque de contamination entre échantillons dans l'environnement de laboratoire est réel. Plusieurs contrôles sont inclus dans chaque analyse pour maîtriser ce problème, mais cela a son prix: le nombre de réactions PCR effectuées par échantillon croît sensiblement. Les analyses PCR sont coûteuses en temps, en main-d'œuvre et en réactifs spécialisés.

Au vu de la similarité de symptômes entre les deux jaunisses, un échantillon suspect est analysé simultanément pour la présence des phytoplasmes de la FD et du BN. Ce type de PCR est connu sous le terme de PCR multiplex (fig. 5).

Evolution de la FD en Suisse

La flavescence dorée est présente en France et en Italie (où elle est identifiée depuis plus au moins douze ans) et signalée plus récemment en Espagne, en Serbie et en Suisse (Gugerli *et al.*, 2006). Le bois noir, quant à lui, a été identifié en Suisse il y a environ quinze ans (Cazelles et Kuszala, 1993), initialement dans le canton du Valais. Aujourd'hui, le bois noir est observé dans tout le pays.

En Suisse, la flavescence dorée est pour l'instant circonscrite au canton du Tessin (fig. 6). Un foyer de FD de 169 plants de Gamaret atteints (sur

2637) apparaît en été 2004 à Pedrinete, dans la commune de Chiasso. En 2005, six autres communes du district de Mendrisio sont concernées par l'infection, ainsi que sept cépages. En 2006, la maladie continue d'évoluer dans le district de Mendrisio (deux nouvelles communes touchées) et arrive dans le Sopraceneri, où elle apparaît pour la première fois dans les districts de Lugano (deux communes), de Locarno (trois communes) et de Bellinzona (une commune). Huit cépages sont atteints par la maladie.

La FD est absente ailleurs en Suisse, sur la base d'échantillons analysés provenant des cantons de Genève, Neuchâtel, Valais, Vaud, Grisons, Schaffhouse et Zurich.

Pour le canton du Tessin (2006), 56 échantillons sur 489 sont testés positifs pour la FD (FD⁺), soit 11,45%. Vingt-cinq de ces échantillons (44,6%) sont également atteints de bois noir (BN⁺), et 40 échantillons sont FD⁻BN⁻. Le principal cépage touché est le Chardonnay, suivi du Pinot Noir et du Merlot. Viennent ensuite le Cabernet Sauvignon, le Gamaret, le Garanoir, et enfin le Gewürztraminer et le Seibel.

Le laboratoire d'ACW détermine, en dernier ressort, la présence d'un cas de flavescence dorée; néanmoins, il convient de souligner le rôle important que jouent les autres acteurs: d'un côté les services phytosanitaires cantonaux, qui déterminent si des échantillons doivent être envoyés au laboratoire d'ACW et les prélèvent avec discernement en fonction de la situation. En outre, ils sensibilisent les viticulteurs aux problèmes liés aux jaunisses et recommandent la mise en application des mesures les plus appropriées. En cas de foyer déclaré de FD, ils s'assurent de la destruction des plants atteints, voire de la parcelle contaminée. Dans le cas du BN, la situation est également délicate: celui-ci, en effet, provoque des dégâts de plus en plus importants en Suisse et ailleurs (une fois atteints, les cépages sensibles et moyennement sensibles ne produiront plus de raisin). Par ailleurs, les symptômes de BN pourraient facilement masquer l'émergence d'un foyer

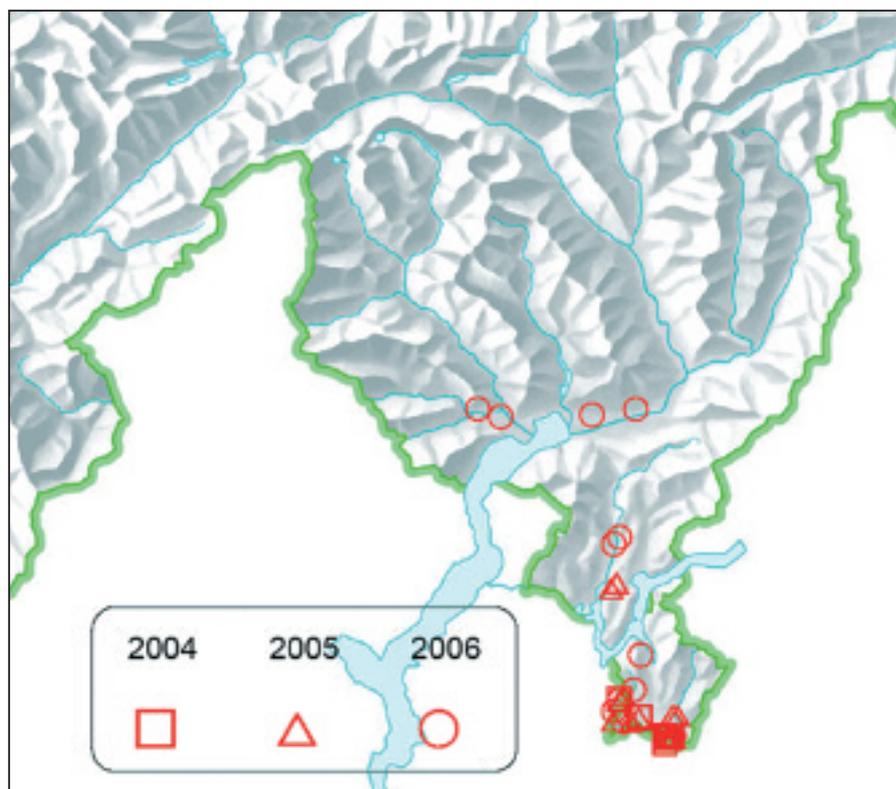


Fig. 6. Evolution de la FD dans le canton du Tessin entre 2004 et 2006. Chaque symbole rouge correspond à la localisation d'un foyer de FD.

de FD. A ce titre, les cantons où le vecteur (mais pas la maladie) de la FD est présent ont une situation délicate à résoudre. C'est pourtant dans ces cantons que la recommandation d'arrachage (du service phytosanitaire cantonal) des ceps malades est la mieux acceptée et appliquée par les viticulteurs.

De leur côté, les viticulteurs jouent un rôle tout aussi important dans la mesure où, en suivant l'évolution de leurs parcelles, ils repèrent les cas de jaunisse suspects et les annoncent rapidement au service cantonal compétent. Ce devoir d'annonce, obligatoire, est vital pour assurer un suivi efficace et en temps réel des jaunisses. C'est par le biais d'une collaboration étroite et efficace entre les différents partenaires que l'on préservera une chance d'anticiper l'avancée de la FD là où elle est déclarée, et d'en retarder la venue, voire de l'éviter ailleurs.

Remerciements

Nos remerciements vont à Lukas Schaub pour la lecture critique du manuscrit et la carte du Tessin et à Christian Bohren, pour la traduction en allemand du résumé.

Bibliographie

- Boudon-Padiou E., 2005. Phytoplasmes associés aux jaunisses de la vigne et vecteurs potentiels. *Bulletin de l'OIV* 79 (N° 891-892), 299-309.
- Caudwell A., 1957. Deux années d'études sur la flavescence dorée, nouvelle maladie grave de la vigne. *Ann. Amel. Plantes* 12, 359-393.
- Caudwell A., 1961. Etude sur la maladie du bois noir de la vigne: ses rapports avec la flavescence dorée. *Ann. Epiphyties* 12, 241-261.
- Cazelles O. & Kuszala C., 1993. Prospection des jaunisses de la vigne en Suisse romande et au Tessin et comparaison avec la flavescence dorée par le test ELISA. *Revue suisse Vitic., Arboric., Hort.* 25, 257-259.

Zusammenfassung

Goldgelbe Vergilbung der Rebe: die Krankheit und seine Ausbreitung

Goldgelbe Vergilbung und Schwarzholz sind zwei Krankheiten des Rebstocks, die in der Schweiz vorkommen. Die Krankheiten werden oft verwechselt. Sie werden durch kontaminierte Pflanzen verbreitet oder durch ansteckenden Insekten übertragen. Schwarzholz ist von der Westschweiz bis in Ostschweizer Gegenden verbreitet, während die goldgelbe Vergilbung heute nur im Tessin bekannt ist. Dieser Artikel beschreibt die Situation der goldgelben Vergilbung in Zusammenhang mit Schwarzholz in der Schweiz. Aspekte der Diagnose, der Überwachung und der Bekämpfung dieser gefährlichen Quarantäne-Krankheit werden beleuchtet.

Riassunto

Flavescenza dorata: la malattia e la sua estensione

La flavescenza dorata e il legno nero, due giallumi della vite, sono presenti in Svizzera. Entrambe le malattie possono essere propagate con piante contaminate e/o tramite insetti vettori infetti. Il legno nero è presente in tutta la Svizzera, mentre la flavescenza dorata, grave malattia di quarantena, si riscontra attualmente solo nel Cantone Ticino. Questo articolo descrive la situazione della flavescenza dorata nel nostro paese, ponendola a confronto con il legno nero, poiché spesso le due malattie vengono confuse proprio a causa dei sintomi praticamente identici. L'articolo tratta anche gli aspetti legati alla diagnosi, alla sorveglianza e alla lotta contro la malattia.

Summary

Grapevine flavescence dorée: the disease and its spread

The two grapevine yellows diseases flavescence dorée and bois noir are present in Switzerland. Both spread through contaminated plants (they are graft-transmissible) and/or infectious insect vectors. Whereas bois noir is present in Eastern, as in Western Switzerland, flavescence dorée is confined, so far, in the canton of Ticino. This article presents the situation of the flavescence dorée disease in Switzerland, particularly in regard to bois noir, with which it is often confused. Relevant aspects related to the diagnosis, the control measures and the fight against the disease are also presented.

Key words: grapevine flavescence dorée, bois noir, yellows, phytoplasma, monitoring, Ticino, Switzerland.

EPPO/CABI, 2006. Grapevine flavescence dorée phytoplasma. Fiche informative sur les organismes de quarantaine, 9 pp. (http://www.eppo.org/QUARANTINE/bacteria/Flavescence_doree/PHY64_ds.pdf).

Gugerli P., Besse S., Colombi L., Ramel M.-E., Rigotti S. & Cazelles O., 2006. First outbreak of flavescence dorée (FD) in Swiss vineyards. 15th meeting of the international council for the study of virus and virus-like diseases of the grapevine (ICVG), SASEV, Stellenbosch, South Africa, extended abstracts, 96-98.

Jaunisses de la vigne

Microfol®

Engrais foliaire spécial. Guérit et prévient les carences en oligo-éléments. Assimilation rapide grâce à la présentation entièrement chélatée des oligo-éléments métalliques.

Pescador®

Engrais foliaire liquide, spécialement recommandé pour la viticulture. Pescador stimule la plante à produire des substances de défense (phytoalexines).

BURRI AGRICIDE

Burri Agricide • 2555 Brügg/Bienne • Tél. 032 373 63 63 • Fax 032 373 24 37
www.burri-agricide.ch

© Marques enregistrées de Burri Agricide. Classe de toxicité 1, libre. Observer la mise en garde sur l'emballage



Martin Auer Pépinières Viticoles 8215 Hallau

Tél. 052 681 26 27 Fax 052 681 45 63
www.rebschulen.ch auer@rebschulen.ch



Assortiment complet:

Variétés, clones, porte-greffes (33, 42, 50cm), raisins de table.
Demandez notre brochure en couleur sur les variétés.

C'est le bon moment pour votre choix !

Service de plantation à la machine.

Jaunisses de la vigne: flavescence dorée et bois noir

Rebenvergilbungen: Goldgelbe Vergilbung und Schwarzholzkrankheit



◀ Cep de Chardonnay atteint de flavescence dorée.
Rebstock der Sorte Chardonnay mit Goldgelber Vergilbung.



Cep de Gamaret ▶ atteint de flavescence dorée.
Rebstock der Sorte Gamaret mit Goldgelber Vergilbung.



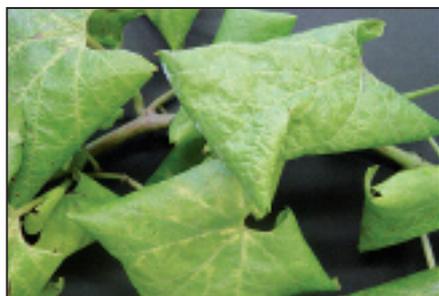
▲ Flavescence dorée: jaunisse et enroulement de feuilles de Chardonnay.
Goldgelbe Vergilbung: Vergilbung und Blattrollen auf Chardonnay.



▲ Flavescence dorée: rougissement sectoriel et enroulement d'une feuille de Gamaret.
Goldgelbe Vergilbung: Sektorielle Rotverfärbung und Blattrollen auf Gamaret.



▲ Adulte de *Scaphoideus titanus* Ball., env. 5 mm, cicadelle vectrice de la flavescence dorée de la vigne (photo M. Hächler).
Scaphoideus titanus Ball., Imago, ca. 5 mm. Vektor der goldgelben Vergilbung der Rebe.



▲ Bois noir: jaunisse et enroulement de feuilles de Chardonnay.
Schwarzholzkrankheit: Vergilbung und Blattrollen auf Chardonnay.



▲ Bois noir: rougissement sectoriel et enroulement d'une feuille de Gamaret.
Schwarzholzkrankheit: Sektorielle Rotverfärbung und Blattrollen auf Gamaret.



▲ Adulte de *Hyalesthes obsoletus* Signoret, env. 4 mm, vecteur du bois noir de la vigne (photo M. Maixner).
Hyalesthes obsoletus Signoret, Imago, ca. 4 mm. Vektor der Schwarzholzkrankheit der Rebe.



▲ Flavescence dorée: grappe de Gamaret flétrie.
Goldgelbe Vergilbung: Geschrumpfte Gamaret Traube.



▲ Bois noir: rameaux de Gamaret non aoûtés et partiellement noircis (à gauche).
Schwarzholzkrankheit: Teilweise schwarzverfärbte und unreife Ruten (links) auf Gamaret.



▲ Bois noir: persistance des feuilles de Gamaret en automne.
Schwarzholzkrankheit: Verspätetes Abstossen der Blätter auf Gamaret.

Jaunisses de la vigne: flavescence dorée et bois noir

Deux jaunisses affectent la vigne en Europe: la flavescence dorée (FD) et le bois noir (BN). Les deux maladies sont causées par des phytoplasmes. Depuis l'épidémie de la FD décrite par Caudwell en Gascogne dans les années 1950, elle est retrouvée en Corse, en Italie du Nord et dans le midi de la France et plus récemment en Savoie, dans le Beaujolais et localement dans le Jura. Le BN se manifeste dans les mêmes régions mais aussi au nord des Alpes, jusqu'en Allemagne. En Suisse, le BN a été identifié en Valais dans les années 1990 et la FD détectée pour la première fois en 2004 au Tessin.

Symptômes

Les deux jaunisses ont les mêmes symptômes caractéristiques:

- absence ou dessèchement des inflorescences et des grappes
- enroulement vers le bas et décoloration sectorielle des feuilles
- aoûtement partiel des sarments et chute retardée des feuilles.

Les trois symptômes sont manifestes à partir de la fin de l'été et le manque de vigueur ou le dépérissement apparaît la saison suivante. Les ceps atteints se rétablissent parfois partiellement ou complètement. Chez certains cultivars sensibles (Gamaret, Chardonnay), les symptômes se manifestent pendant plusieurs années jusqu'à la mort du cep.

Dissémination

La dissémination de la FD et du BN entre les vignobles et les régions se fait principalement par des plants contaminés ou le déplacement de vecteurs contagieux. Dans le vignoble, les deux jaunisses sont véhiculées par des hémiptères. La biologie des vecteurs connus diffère cependant fondamentalement et les conséquences pour le vignoble ne sont pas les mêmes (tabl.1).

Le vecteur de la FD (*Scaphoideus titanus*) vit essentiellement sur la vigne. La dissémination de la maladie se fait ainsi rapidement de cep à cep, par foyers grandissants. Le phytoplasme est également astreint à la vigne. En 2006, *S. titanus* est présent en Suisse dans la majorité des vignobles du Tessin et localement dans certains vignobles genevois et vaudois. La FD est cependant encore circonscrite au Tessin. En revanche, le vecteur du BN (*Hyalesthes obsoletus*) colonise des plantes adventices herbacées et ne visite la vigne qu'occasionnellement. Il réussit cependant à l'infecter s'il est porteur du phytoplasme. La transmission du BN de cep à cep n'est toutefois pas observée. Les ceps malades sont donc souvent isolés en bordure des parcelles, sauf si l'enherbement est important. *H. obsoletus* est présent au Tessin, en Valais et dans les vignobles du nord des Alpes. Le BN s'observe également dans toutes ces régions.

Cycle biologique des vecteurs

S. titanus, le vecteur de la FD, n'a qu'une génération par an. Les œufs sont pondus dans l'écorce du bois de deux ans à partir de la fin de juillet. Cinq stades larvaires non ailés se développent sur la face inférieure de la feuille de vigne entre la mi-mai et la mi-juillet. Les adultes ailés apparaissent vers la fin de juillet et sont présents habituellement jusqu'au début de septembre. La surveillance se fait par frappage des feuilles. L'acquisition du phytoplasme par le vecteur dure une semaine environ; les insectes deviennent infectieux à leur tour après un mois

environ et le restent toute leur vie. Le phytoplasme se multiplie dans le vecteur, mais n'est cependant pas transféré aux œufs de *S. titanus*.

H. obsoletus, le vecteur du BN, pond ses œufs en juillet-août et les larves se développent essentiellement sur les racines de plantes herbacées (jusqu'à 30 cm de profondeur) durant l'hiver et le printemps. Cet hémiptère ne visite qu'occasionnellement la vigne. Le vol des adultes a lieu en juin et en juillet, selon l'hôte. Sur ortie, le vol est retardé de trois semaines par rapport au liseron. La surveillance se fait par des pièges jaunes à la hauteur du feuillage des plantes hôtes. Le phytoplasme se multiplie dans le vecteur, mais ne passe pas à la génération suivante.

Diagnostic

Le repérage des ceps infectés repose sur l'appréciation de symptômes apparaissant sur les grappes, les feuilles et le bois. Comme les symptômes des deux jaunisses se confondent, le diagnostic précis est établi par un test moléculaire (amplification génique, ou PCR).

Sensibilité des cépages

Au Tessin, le Gamaret et le Chardonnay se sont révélés très sensibles aux deux jaunisses, comparés au Merlot et au Pinot noir. Le BN a aussi été manifeste sur Bondola, Cabernet Sauvignon, Carminoir, Chardonnay, Chasselas, Diolinoir, Doral, Doringelder, Galotta, Gamay, Petit Verdot, Pinot noir, Pinot gris et Syrah.

Lutte

La dissémination de plants contaminés et de vecteurs contaminés ou sains doit être empêchée. Les mesures à prendre sont les suivantes:

- Plants certifiés avec passeport phytosanitaire.
- Plants traités à l'eau chaude (45 min à 50 °C) (contre phytoplasme et vecteurs).
- Identification et annonce au service phytosanitaire cantonal de foyers suspects de jaunisse (impératif dès 5 ceps/are). La FD est une maladie de quarantaine. L'annonce au service phytosanitaire cantonal et la lutte sont obligatoires.
- Eradication des vignes malades (également des cas de BN qui peuvent masquer l'arrivée de la FD et détériorer la récolte).
- En présence de FD et de *S. titanus*: traitement insecticide obligatoire. La lutte chimique vise d'abord les stades larvaires du vecteur avec un insecticide homologué dès le début de juin, puis 15 à 20 jours plus tard. Pour éviter l'immigration des adultes venus de l'extérieur, un troisième traitement doit être effectué environ 30 jours après le dernier traitement larvicide. Les traitements sont ordonnés par le service phytosanitaire cantonal concerné. En présence de vecteurs seuls, la lutte préventive ne se justifie que dans les champs de pieds-mères et les pépinières.
- En présence de BN, pas de traitement contre *H. obsoletus*! Eradication des adventices sources de la maladie en fin de saison; éventuellement labour du sol pour exposer les larves au froid ou traitement herbicide localisé (autorisation nécessaire).

Tableau 1. Spécificités des deux jaunisses BN et FD.

	Bois noir (BN)	Flavescence dorée (FD)
Phytoplasme	Membre des aster yellows	Membre des elm yellows
Insecte vecteur	<i>Hyalesthes obsoletus</i> Signoret	<i>Scaphoideus titanus</i> Ball.
Plantes hôtes principales du vecteur et du phytoplasme	Adventices du vignoble: liseron des champs, liseron des haies, ortie, etc.	Vigne
Plante hôte secondaire du phytoplasme et du vecteur	Vigne	Parfois clématite blanche
Autres hôtes du vecteur	Armoise vulgaire, séneçon jacobée, renoncules	
Dissémination	Lente et dispersée	Rapide et en foyers



EIC – Ecole d'ingénieurs de Changins
Directeur: Conrad Briguet • www.eichangins.ch



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Station de recherche Agroscope Changins-Wädenswil ACW
Directeur: Jean-Philippe Mayor • www.acw.admin.ch

Lutte contre le phytoplasme de la flavescence dorée: l'eau chaude a été réinventée!

Ph. DUPRAZ, Ecole d'ingénieurs de Changins, 1260 Nyon

L. SCHAUB, Station de recherche Agroscope Changins-Wädenswil ACW, CP 1012, 1260 Nyon 1

@ E-mail: philippe.dupraz@eic.vd.ch
Tél. (+41) 22 36 34 061.

Résumé

Le traitement à l'eau chaude est considéré comme efficace contre le phytoplasme responsable de la flavescence dorée. Les essais préliminaires effectués en Suisse confirment les expériences internationales: le traitement ne nuit pas au matériel de multiplication lorsqu'il est appliqué en respectant quelques règles.

Introduction

La prévention de la flavescence dorée est rendue particulièrement difficile par le fait que les plantes contaminées peuvent ne pas extérioriser de symptômes plusieurs mois, voire plusieurs années après l'inoculation. Dans un vignoble touché par le phytoplasme, la sélection visuelle du matériel végétal destiné à la multiplication n'offre donc pas une garantie absolue qu'il soit indemne. Des tests de laboratoire (ELISA et PCR) existent; ils devraient cependant être régulièrement réalisés sur tous les ceps, ce qui est irréalisable.

Face à ce problème, des chercheurs (Caudwell, 1966; Caudwell, 1990; Boidron et Grenan, 1992) proposent de tremper le matériel végétal (greffons, porte-greffe, plants greffés-soudés) dans un bain d'eau chaude (50 °C) durant 45 minutes. Il est maintenant admis que ces conditions entraînent la dénaturation du phytoplasme et garantissent de pouvoir multiplier les sarments traités sans risque de diffuser la maladie (ENTAV et INRA, 2006; Mannini, 2006). Toutefois, la température et la durée du traitement préconisé se situent à la limite de ce que peuvent supporter les tissus de la vigne. Celles-ci doivent donc être strictement contrôlées.

Expériences en Suisse

Après l'acquisition d'une installation pour le traitement à l'eau chaude, l'Office fédéral de l'agriculture a mandaté en 2004 l'Ecole d'ingénieurs de Changins pour réaliser, en collaboration avec la Station de recherche Agroscope Changins-Wädenswil ACW, des essais préliminaires afin d'évaluer les éventuelles conséquences du traitement sur la reprise de la vigne. Le but de ces travaux n'était pas de vérifier l'efficacité



Fig. 1. Machine de traitement à l'eau chaude.

de l'eau chaude contre les phytoplasmes – considérée comme acquise selon les résultats obtenus à l'étranger – mais de s'assurer de l'innocuité du traitement sur les cépages cultivés en Suisse. A ce jour, deux travaux de diplôme (HES) ont été consacrés à ce sujet, dont un est actuellement en cours.

Matériel et méthodes

En 2004, les essais ont été réalisés dans une cuve de 300 litres d'eau, dont la température était maintenue constante par des apports de vapeur sous pression. Dès 2005, les essais ont été effectués avec la machine (fig.1) correspondant aux équipements couramment utilisés en France (contenance env. 3000 litres).

Tableau 1. Dispositif expérimental.

Année	Type de matériel	Cépages et variantes testés	Origine du matériel	Paramètres contrôlés
2004	Boutures un œil	Gamay cl. 5-44, deux qualités de maturation, divers modes de conservation	Boutures normales = Pully ACW Boutures grêlées = Changins ACW	Mortalité, croissance
	Plants greffés-soudés	Chasselas, Pinot noir, Gamaret (/3309)	Pully ACW	Mortalité, croissance
2005	Boutures un œil	Chasselas (3 clones), Gamay (3 clones), Pinot noir (3 clones), Merlot (1), Chardonnay (1), Gamaret (1)	Pully et Changins ACW	Mortalité, croissance
	Plants greffés-soudés (bis)	Chasselas, Pinot noir, Gamaret (/3309)	Pully ACW	Mortalité, croissance
	Greffons et boutures p.-g. (avant greffage)	Pinot noir cl. 9-18 et 3309 cl. ?	Greffons = Chamoson VS ACW P.-g. = France	Reprise au greffage, croissance
2006 (en cours)	Boutures un œil	Arvine, Cornalin, Diolinoir, Doral, Garanoir, Humagne rouge, Pinot gris, Sauvignon blanc, Savagnin blanc, Sylvaner, Syrah, Viognier	Pully et Changins ACW	Mortalité, croissance
	Plants greffés-soudés	Divers cépages, essais effectués dans divers cantons	Divers cantons	
2007 (en cours)	Plants greffés-soudés (provenances diverses), cinq périodes de traitement	Chasselas, Gamay, Gamaret, Humagne B, Arvine	Divers cantons	Mortalité, croissance

Pour les essais réalisés avec des boutures (tabl.1), les sarments entiers ont été traités à l'eau chaude et le découpage a été effectué ensuite. Le comportement des boutures (mortalité, durée de débourrement, croissance) a été contrôlé en serre sur des bacs de perlite, en avril-mai. Les dispositifs expérimentaux étaient constitués de 4 x 20 boutures/variante (quatre répétitions).

Les essais réalisés avec des plants (tabl.1) ont été plantés (traitement avant greffage) ou repiqués (traitement après greffage) en pépinière sur paillage plastique (densité 20 pl/m linéaire). Le nombre de plants par variante était de 4 x 120 pour l'essai réalisé sur les greffons et les porte-greffe avant greffage et de 4 x 12 pour les essais effectués sur les plants greffés-soudés (quatre répétitions).

Premiers résultats et discussion

Les résultats complets seront publiés à l'issue de ces essais. Toutefois, au vu des premiers résultats, il est possible de formuler les constatations et les recommandations suivantes:

- Le traitement à l'eau chaude peut provoquer un retard au débourrement de quelques jours, observable sur les boutures à un œil et sur les plants greffés. Cela corrobore les constatations faites en France (ENTAV, comm. pers.). Dans les essais réalisés, les retards observés n'étaient plus visibles en fin de saison.

- La qualité du bois est prépondérante. Lorsque la maturité du matériel végétal est insuffisante ou qu'il est endommagé (blessures, grêle, etc.), le traitement à l'eau chaude peut augmenter la mortalité. Cette observation effectuée sur les boutures confirme les indications trouvées dans la littérature (ENTAV et INRA, 2006).
- Le matériel végétal désinfecté à l'oxyquinoléine ne doit, si possible, pas être traité à l'eau chaude. Dans le cas contraire, les bois de vigne doivent être abondamment rincés à l'eau avant le traitement (rappel: les bois non désinfectés et stockés en chambre froide ne doivent en aucun cas être conditionnés dans des sachets de plastique hermétiques). Cela figure également dans les indications de la littérature (ENTAV et INRA, 2006).
- Les bois ou plants stockés en chambre froide (3-4 °C) doivent être acclimatés (15 °C) au minimum vingt-quatre heures avant le traitement. Si le matériel végétal doit retourner en chambre froide, il est également conseillé de l'acclimater dans les mêmes conditions après le traitement, avant le retour au froid.
- Dans l'essai de greffage réalisé, le traitement des greffons a légèrement diminué le taux de réussite, qui reste toutefois acceptable. Le traitement des porte-greffe n'a pas engendré de différence.

Expériences internationales

En France, l'Etablissement national technique pour l'amélioration de la viticulture (ENTAV) et VINIFLHOR (ancien ONIVIN) font la promotion du traitement à l'eau chaude dans les situations à risque et ont entrepris la vulgarisation de cette technique. Une dizaine de machines environ sont utilisées par les Chambres d'agriculture de l'Aude, de la Gironde, de la Saône et de la Loire ainsi que par plusieurs pépiniéristes de l'Aude, de Bourgogne et de Savoie. L'augmentation récente du problème du bois noir fait monter la demande des viticulteurs français pour du matériel traité à l'eau chaude. Les syndicats viticoles bourguignons sont en train de rendre le traitement obligatoire pour leurs appellations. En 2006, au moins 50% du matériel planté en Bourgogne a été traité. Dans le cadre de la certification en France, le traitement du matériel de pré-multiplication est obligatoire lorsque les parcelles sont situées à l'intérieur du périmètre de lutte obligatoire contre le vecteur. En Italie, une unité de recherche associée à l'Université de Turin étudie le traitement à l'eau chaude. En 2006, deux millions de barbes ont ainsi été traitées au Piémont. Cette méthode est obligatoire en Australie et en Nouvelle-Zélande pour le matériel de multiplication.

Passeport phytosanitaire

En Suisse et dans l'UE, la mise en circulation de matériel de multiplication de certains végétaux est soumise au régime du passeport phytosanitaire (obligatoire pour la vigne). Il est établi par les producteurs (pépiniéristes) et commerçants officiellement agréés, moyennant le respect de charges. Le droit accordé aux pépiniéristes d'établir des passeports est renouvelé d'année en année si les exigences phytosanitaires requises et contrôlées dans le cadre des visites de culture sont satisfaites. Le passeport phytosanitaire n'est pas seulement nécessaire pour l'exportation dans les États membres de l'UE, il doit également accompagner les livraisons de plants à l'intérieur de la Suisse et les importations (le passeport européen est reconnu en Suisse et vice versa). Le système du passeport phytosanitaire réduit le risque d'introduction d'organismes de quarantaine par le matériel de multiplication. Du fait qu'il permet de remonter la filière de commercialisation, il facilite aussi la détection de l'origine d'une éventuelle contamination. Le contrôle des parcelles de production de matériel viticole est effectué par Vitiplant, une organisation interprofessionnelle mandatée par l'Office fédéral de l'agriculture. Les contrôles effectués dans le cadre du passeport phytosanitaire portent également sur le respect des charges, par exemple le traitement insecticide des pépinières dans les régions où la présence de l'insecte vecteur de la flavescence dorée est établie.

Recommandations

Les pépiniéristes viticoles sont tenus de respecter les exigences du passeport phytosanitaire (voir encadré). Celles-ci incluent des traitements insecticides obligatoires contre l'insecte vecteur dans les pépinières des régions où la présence de celui-ci est connue (Schaub et Linder, 2007). Les pépiniéristes sont également priés de mettre en œuvre toutes leurs possibilités professionnelles afin d'exclure la contamination des plants de vignes par le bois noir. Les viticulteurs sont encouragés à participer à la prévention de l'introduction de matériel viticole contaminé par la maladie. Une première mesure consiste à exiger du fournisseur de plants le passeport phytosanitaire (obligatoire depuis 2004), certifiant le contrôle officiel des pépinières contre les organismes de quarantaine. Il est recommandé de n'acquérir que des plants provenant de zones indemnes de flavescence dorée

ou d'exiger un traitement du matériel végétal à l'eau chaude. A ce titre, un **traitement unique des plants réalisé entre l'arrachage de la pépinière et la livraison chez le viticulteur** garantit la meilleure efficacité.

Remerciements

Nous adressons nos vifs remerciements à toutes les personnes qui collaborent activement à ces travaux: MM. D. Brückner et S. Krieger, M^{me} H. Ponnaz (EIC), J.-L. Spring et Ph. Duruz (ACW), R. Streiff et J. Humbert-Droz, Service phytosanitaire fédéral et P. Richard, pépiniériste viticole.

Bibliographie

- Caudwell A., 1966. L'inhibition *in vivo* du virus de la flavescence dorée par la chaleur. Etudes de virologie. *Ann. Epiphyties* 17 (hors-série), 61-66.
- Caudwell A., Larrue J., Valat C. & Grenan S., 1990. Les traitements à l'eau chaude des bois de vigne atteints de la flavescence dorée. *Progress agricole et viticole* 107, 281-286.

Summary

Control of grapevine flavescence dorée phytoplasma: reinventing hot water!

Hot water treatment is considered to be efficient against the grapevine flavescence dorée phytoplasma. Preliminary experiments made in Switzerland confirm international experiences: the treatment does not harm propagation material if several rules are respected.

Key words: grapevine flavescence dorée, hot water treatment, Switzerland.

Zusammenfassung

Bekämpfung der goldgelben Vergilbung der Rebe: das Heisswasser wurde wieder erfunden!

Die Heisswasserbehandlung wird als wirksam gegen das Phytoplasma der goldgelben Vergilbung der Rebe betrachtet. Erste in der Schweiz durchgeführte Versuche bestätigen internationale Erfahrungen: die Behandlung schadet dem Vermehrungsmaterial nicht, falls einige Regeln strikt angewendet werden.

Riassunto

Lotta contro il fitoplasma della flavescenza dorata: è stata reinventata l'acqua calda!

Il trattamento a l'acqua calda è considerato come efficace contro il fitoplasma della flavescenza dorata della vite. Le prove preliminari effettuate in Svizzera confermano le esperienze internazionali: il trattamento non nuoce al materiale di moltiplicazione se viene applicato rispettando alcune regole.

ENTAV & INRA, 2006. Jaunisses à phytoplasmes de la vigne – flavescence dorée et bois noir. Groupe de travail national-flavescence dorée 2006, 24 p.

Mannini F., 2006. La lotta con la termoterapia contro la flavescenza dorata. *OICCE times* 28, 25-27.

Schaub L. & Linder Ch., 2007. Surveillance nationale du vecteur de la flavescence dorée en 2006. *Revue suisse Vitic., Arboric., Hortic.* 39 (2), 95-96.



oenologie consulting sàrl

Rte du Simplon 82
CH-1958 St-Léonard

Mobile +41 79 221 18 21
+41 79 667 81 51
Tél. +41 27 203 48 21
Fax +41 27 203 72 03
E-mail: pm.oenologie@netplus.ch

Philippe Métral

NOUVEAU
Dépôt-vente
à St-Léonard

Bouchons, capsules à vis, couronnes, barriques,
produits oenologiques, produits de nettoyage,
machines de cave, cuverie.
Conseils oenologiques et viticoles, analyses...

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

BAR-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

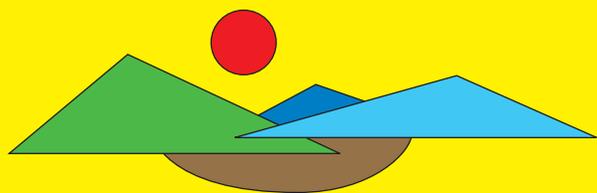
BUCHER
vaslin

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

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>

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



Succès de la lutte biologique avec *Phytoseiulus persimilis* contre les acariens jaunes dans les fraisiers remontants

C. BAROFFIO, C. CARLEN, C. MITTAZ et Ch. LINDER¹, Station de recherche Agroscope Changins-Wädenswil ACW, Centre des Fougères, 1964 Conthey

@ E-mail: catherine.baroffio@acw.admin.ch
Tél. +41 27 34 53 511.

Résumé

La lutte biologique contre les acariens jaunes est intéressante dans les cultures de fraisiers remontants, où la longue période de récolte (plus de quatre mois) empêche l'application d'un programme classique de traitements acaricides. Dans les cultures de fraises sur substrat, trois années d'essais de lutte contre l'acarien jaune à l'aide du prédateur *Phytoseiulus persimilis* ont montré que ce ravageur pouvait être contrôlé de manière satisfaisante, à certaines conditions. L'auxiliaire doit être commandé dès que le taux d'occupation des feuilles par le ravageur atteint les 10%. A une concentration de dix formes mobiles de prédateur au m², il faut compter deux semaines avant que la population du ravageur ne commence à décroître. Après quatre semaines, les acariens sont maîtrisés. Lors de fortes attaques d'acariens jaunes, il est recommandé de combiner les lâchers d'auxiliaires à un traitement acaricide avec de l'acide gras. En contrôlant ainsi le ravageur, la qualité des fruits n'est pas amoindrie et le coût est supportable pour le producteur.

Introduction

En Suisse, l'acarien jaune *Tetranychus urticae* Koch est un ravageur important des cultures de fraises (Fruit Union Suisse, 2007; Linder *et al.*, 2003). Lorsque les températures sont élevées, particulièrement durant la période estivale, les populations d'acariens peuvent atteindre de fortes densités (plus de 200 formes mobiles par feuille). Les piqûres de nutrition de l'acarien provoquent alors un changement de couleur du feuillage qui vire au gris-brun. L'activité photosynthétique des feuilles en est affectée, ce qui peut engendrer des pertes de rendements significatives (Oatman *et al.*, 1982; Sances *et al.*, 1982; Raworth, 1986). Dans les cultures de fraises précoces, les suivis de Linder *et al.* (2003) ont cependant montré qu'un niveau d'attaque relativement élevé (pic de 120 *T. urticae*/feuille)



Ponctuations jaunâtres sur feuilles de fraisier dues aux piqûres de nutrition de *T. urticae*. Dans les cultures de fraisiers remontants, la floraison et la récolte quasiment continues empêchent tout recours aux acaricides classiques.

¹CP 1012, 1260 Nyon 1.

Tableau 1. Description des cultures de fraisier sur substrat de tourbe, dans lesquelles la lutte biologique contre l'acarien jaune *Tetranychus urticae* à l'aide de *Phytoseiulus persimilis* a été suivie.

Variante	Année	Lieu	Abris (surface)	Période de récolte	Variétés	Densité de plantation	Phytoseiulus persimilis		Acaricides	
							Date du lâcher	Nombre	Date	Matière active (Nom commercial, %, dose/ha)
A	2003	Conthey	Tunnel plastique (200 m ²)	mi-juin fin octobre	Mara des Bois, Elsinore	5 plants/m ²	07.05 16.05	10/m ² 10/m ²	–	–
B	2004	Conthey	Serre (70 m ²)	mi-juin fin octobre	Elsegarde	5 plants/m ²	25.05 26.08	10/m ² 10/m ²	–	–
C	2004	Conthey	Tunnel plastique (200 m ²)	mi-juin mi-novembre	Diverses variétés	5 plants/m ²	30.07	10/m ²	28.07	acides gras (Siva 50, 2%, 20 l/ha)
D	2005	Conthey	Serre (70 m ²)	fin mai mi-octobre	Elsinore	5 plants/m ²	14.06	10/m ²	–	–
E	2005	Conthey	Tunnel plastique (200 m ²)	début juin mi-novembre	Charlotte, Elsinore	5 plants/m ²	10.06	10/m ²	–	–
F	2005	Ardon	2 tunnels plastique (1500 m ²)	début juin mi-octobre	Elsinore	4 plants/m ²	12.07 20.07 26.07	3/m ² 6/m ² 6/m ²	20.05 15.07	spirodiclofène (Envidor, 0,04%, 0,4 l/ha) acides gras (Siva 50, 2%, 20 l/ha)

n'avait que très peu d'incidence sur le rendement, même en présence de dégâts foliaires visibles. La capacité des fraisiers à supporter une certaine charge d'acariens jaunes rend la lutte biologique particulièrement intéressante dans cette culture. Cette méthode de lutte a fait l'objet de nombreuses publications dans le monde (Oatman et McMurtry, 1966; Oatman *et al.*, 1977; Cross, 1984; Fournier *et al.*, 1985; Piton, 1987; Bonomo *et al.*, 1991; Spiciarelli *et al.*, 1992; Chermiti, 1993; Pari *et al.*, 1993; Decou, 1994; Antonin *et al.*, 1997; Zacharda et Hluchy, 1997; Garcia-Mari et Gonzalez-Zamora, 1999; Waite et Jones, 1999; Easterbrook *et al.*, 2001; Fitzgerald et Easterbrook, 2003; Rhodes *et al.*, 2006). Elle connaît cependant des fortunes diverses et sa mise en pratique n'est pas toujours aisée (choix et densités des prédateurs, époque des lâchers, conditions climatiques, effets secondaires des autres traitements phytosanitaires, coût). Malgré ces incertitudes, la lutte biologique contre *T. urticae* demeure la seule alternative possible dans les cultures de fraisiers remontants, où les longues durées de récolte empêchent tout recours aux traitements acaricides classiques. L'acarien *Phytoseiulus persimilis* Athias-Henriot est l'un des prédateurs le plus couramment utilisés en lutte biologique contre *T. urticae*. Sa rapidité d'action, sa spécialisation alimentaire sur l'acarien jaune, sa disponibilité et son coût avantageux font de lui un partenaire de lutte idéal contre l'acarien jaune. Avec le développement des cultures de fraises remontantes sur

substrat (Ançay et Carlen, 2006), il est important de tester l'efficacité de *P. persimilis* dans des conditions proches de celles de la pratique. Les résultats de trois années de suivis sont présentés ci-dessous.

Matériel et méthode

Parcelles d'essais et contrôles

Les essais ont été effectués entre 2003 et 2005. Les parcelles de fraises sur substrat (tourbe) sont toutes situées en Valais, au Centre des Fougères et dans une exploitation professionnelle. Le tableau 1 résume le

déroulement des expérimentations. L'échantillonnage hebdomadaire est constitué de 25 feuilles par tunnel. Les populations d'acariens sont enregistrées en pourcentage d'occupation par une forme mobile et plus, c'est-à-dire qu'une feuille est considérée comme occupée dès qu'un acarien mobile est observé. Les densités du ravageur sont estimées sous loupe binoculaire à l'aide d'un système de classe et de coefficient (Guignard, non publié). Les densités du prédateur sont dénombrées individuellement. Afin de faciliter les comparaisons entre les variantes, la charge en acarien-jours a été également calculée. La population moyenne de deux contrôles successifs est multipliée par le nombre de jours séparant les deux contrôles. Un acarien-jours/feuille correspond ainsi à un acarien se nourrissant sur une feuille durant un jour.

Tableau 2. Synthèse des résultats de lutte biologique contre l'acarien jaune *Tetranychus urticae* (TU) à l'aide de *Phytoseiulus persimilis* (PP) sur des fraisiers cultivés sur substrat sous tunnel plastique ou serre.

Variante	% occupation TU lors des lâchers PP	TU/feuille lors du ou des lâcher(s) PP	TU/feuille max. après lâcher(s) PP	PP/feuille max. après lâcher(s) PP	Temps entre lâcher PP et effet-plateau (semaines)	Charge en TU finale	Charge en PP finale	Coût (CHF/ha)* Lutte acariens
A	92 92	4,2 27,9	43,0	3,7	5	1134	102	3700.–
B	88 40	14,6 3,7	65,3 107,6	1,7 7,6	5 –	4919	146	3700.–
C	100	105,2	40,0	0,7	4	2414	21	2144.–
D	30	3	22,8	0,4	4	100	6	1850.–
E	32	3,2	3,8	3,2	4	549	74	1850.–
F	96 98 100	38,4 14,1 43,5	43,5	0,8	5	1396	17	2255.–

*Coût des prédateurs et/ou des acaricides uniquement.

La firme Andermatt Biocontrol a fourni les prédateurs. Après les lâchers de prédateurs dans les variantes A à E (Centre des Fougères), aucun traitement insecticide n'a été effectué. Deux traitements anti-oidium ont été appliqués dans les serres B et D à l'aide de fongicides compatibles avec la lutte biologique. Les traitements de la variante F (chez un producteur) ont été appliqués conformément aux directives de la production intégrée.

Résultats et discussions

Les résultats sont résumés dans le tableau 2 et la figure 1. D'une manière générale, *P. persimilis* (PP), seul ou associé à un ou deux traitements avec des acides gras, a permis un excellent contrôle de *T. urticae* (TU). Dans tous les cas de figure, le pic maximum des populations de TU est atteint deux semaines après le lâcher d'auxiliaires. Les populations de TU décroissent ensuite pour se stabiliser quatre à cinq semaines après l'introduction du prédateur, ce qui correspond également au pic maximum des populations de PP.

Dans la variante A, deux lâchers successifs du prédateur à une semaine d'intervalle sur des populations de TU avoisinant les 90% d'occupation ont permis un bon contrôle du ravageur pour un coût moyen de 3700 CHF/ha. Comme le montre la variante B, un seul lâcher de PP sur un tel niveau de population de TU est efficace mais ne tient pas toute la saison. Une deuxième introduction tardive de PP à fin août ne peut plus enrayer le deuxième pic de population du ravageur. Dans la variante C, la lutte combinée (lâcher de PP + traitement acaricide avec de l'acide gras) sur un taux d'occupation de TU de 100% a permis un contrôle satisfaisant du ravageur et a engendré un coût inférieur de 43% aux deux stratégies précédentes. La meilleure efficacité a été obtenue lors de lâchers uniques de 10 PP/m² (2 PP/plante) réalisés à la mi-juin sur des populations de TU avoisinant 30% d'occupation du feuillage, soit environ trois formes mobiles par feuille (variantes D et E). Dans ces conditions, le coût de la lutte acaricide s'est monté à environ 1850 CHF/ha (-50% par rapport à A et B; -14% par rapport à C). Dans la variante F, un traitement acaricide avant fleur n'a pas permis de contrôler le ravageur durant toute la période de récolte. Le pourcentage d'occupation de TU atteint un niveau identique à celui observé en C (100%). Une lutte combinée permet alors d'obtenir une stabilisation plus tardive des effectifs du ravageur à un coût légèrement plus élevé que celui des meilleures variantes.

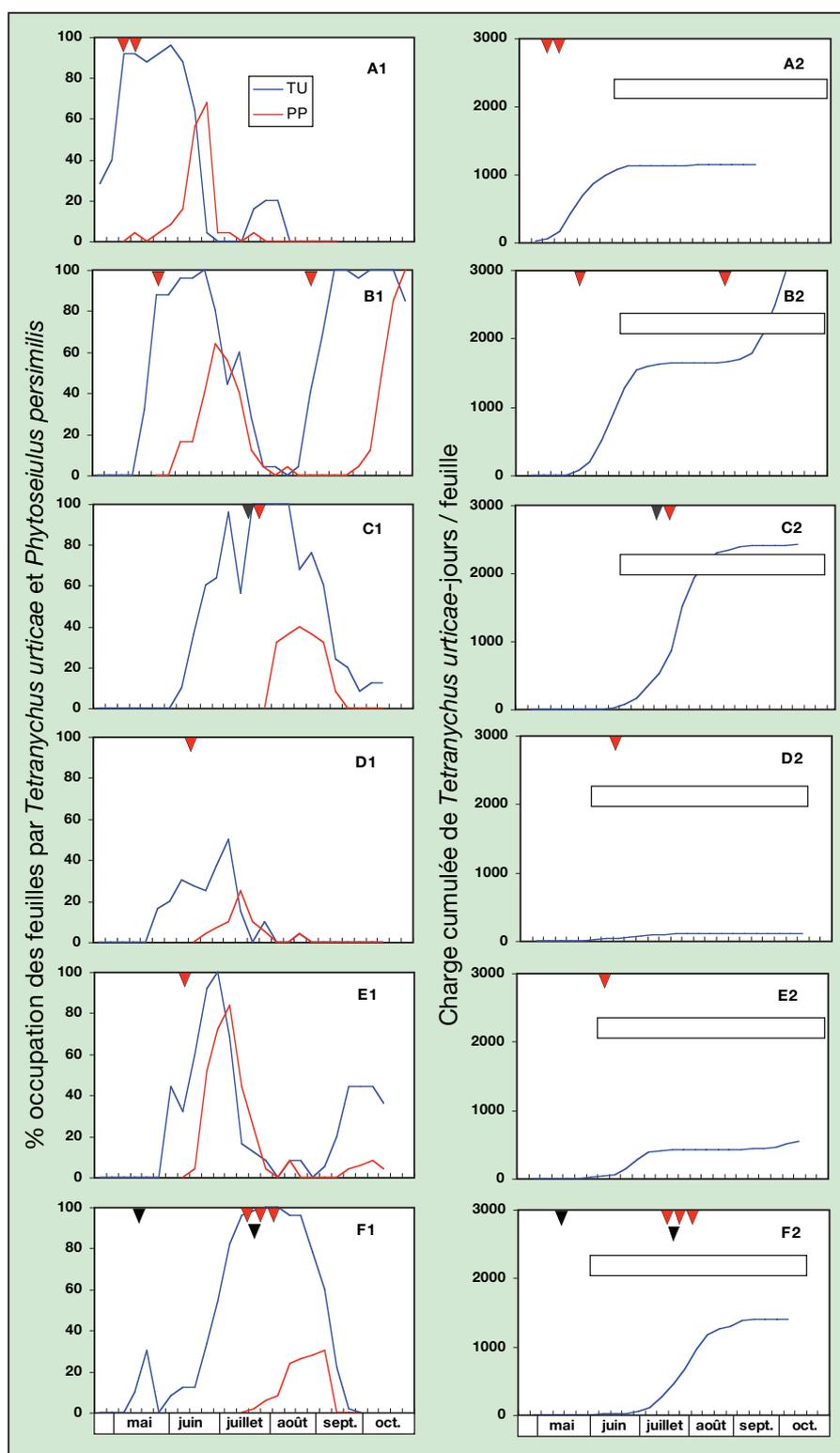


Fig. 1. Pourcentage d'occupation des feuilles de fraisiers par *T. urticae* et *P. persimilis* dans les variantes A à F (gauche); charge cumulée en *T. urticae*-jours/feuille dans les variante A à F (droite). ▼ Lâcher de *P. persimilis*; ▼ traitement acaricide, □ période de récolte.

Les résultats obtenus dans ces suivis se rapprochent des observations effectuées en Italie. Ainsi, Bonomo *et al.* (1991) et Spicciarelli *et al.* (1992) préconisent le lâcher de 1 PP/plante lorsque les densités de TU atteignent un à deux individus par feuille. Selon Antonin *et al.* (1997), ces densités d'acariens jaunes

correspondent à un taux théorique d'occupation des feuilles de 30 à 35% par le ravageur. En Floride, Decou (1994) préconise des introductions plus hâtives (5% d'occupation par le ravageur) et à des densités plus faibles de 5 PP/m². Il nous semble cependant difficile de recommander un seuil aussi bas, car sa

détection nécessiterait des contrôles plus fréquents ou portant sur des échantillons beaucoup plus importants. Il est cependant nécessaire de tenir compte du délai de livraison du prédateur qui peut varier de cinq à sept jours. Afin d'éviter l'accroissement excessif des densités de TU entre le contrôle et le lâcher de PP, un seuil de 10% d'occupation TU environ doit déclencher la commande d'auxiliaires qui seront introduits dès réception. Sur de telles populations du ravageur, la dose de 10 PP/m² a donné satisfaction; elle représente un compromis financier acceptable comparé à un traitement acaricide qui n'assure pas une protection durant toute la saison (variante F).

L'examen de la charge finale en ravageurs montre des écarts relativement importants entre les variantes, avec des pressions cumulées variant de 100 à plus de 4900 TU-jours/feuille en fin de saison. Les pressions TU enregistrées pendant la principale période de cueillette se situent dans toutes les variantes au-dessous de 2500 TU-jours/feuille et ont permis l'obtention de récoltes satisfaisantes, tant en quantité qu'en qualité. Obtenus dans des conditions hors-sol et avec des variétés différentes, ces résultats semblent confirmer les observations de divers auteurs. Ainsi, Oatman *et al.* (1982) n'enregistrent aucune différence de rendement entre des fraisiers ayant accumulé entre 168 et 2129 TU-jours/feuille durant la saison. Sances *et al.* (1982) observent une diminution de la photosynthèse de 10% dès 2248 TU-jours/feuille mais celle-ci ne se traduit pas par une baisse significative du nombre, du poids et de la taille de fruits avant un cumul de 6300 TU-jours/feuille. Enfin, Linder *et al.* (2003) ne notent pas de pertes de rendement et de qualité avec des charges atteignant 3800 TU-jours/feuille.

Dans les conditions de nos observations, aucune lutte insecticide contre d'autres ravageurs n'a dû être engagée après les lâchers d'auxiliaires. Cela a joué un rôle primordial dans les succès enregistrés. S'il est aisé de trouver des fongicides homologués en culture de fraises neutres à peu toxiques à l'égard de PP, il en va souvent différemment pour les insecticides. Dans la lutte contre les thrips, le spinosad est la seule matière active autorisée en PI. Son utilisation est fort heureusement compatible avec l'emploi de *P. persimilis* (Miles et Dutton, 2003; Holt *et al.*, 2006). L'augmentation, ces dernières années, d'attaques de punaises du genre *Lygus* pourrait cependant perturber le développement de la lutte biologique contre les acariens. Les produits susceptibles

d'avoir une efficacité contre ces ravageurs peuvent être toxiques à l'égard de *P. persimilis*.

Afin d'assurer le développement de *P. persimilis* et des autres auxiliaires (*Amblyseus* sp.), il est nécessaire d'aménager la lutte contre les maladies et les autres ravageurs à l'aide de méthodes ou de produits peu toxiques à son égard.

Conclusions

- ❑ *P. persimilis* est très efficace pour lutter contre les acariens jaunes dans les fraisiers remontants cultivés sur substrat sous abris. Il permet une bonne protection de la culture durant la majorité de la période de récolte.
- ❑ La commande de *P. persimilis* auprès du fournisseur doit être effectuée dès que le taux d'occupation du feuillage par *T. urticae* atteint environ 10%.
- ❑ Le lâcher de *P. persimilis* (1 × 10 ou 2 × 5 formes mobiles/m² à l'intervalle maximum de sept jours) est effectué dès réception des auxiliaires.
- ❑ Après le lâcher de *P. persimilis*, les populations d'acariens jaunes continuent à croître pendant deux à trois semaines. La régulation des ravageurs intervient après quatre semaines environ. Si le taux d'occupation du ravageur ne diminue pas après trois semaines maximum, un nouveau lâcher devrait être envisagé.
- ❑ Sur des populations de *T. urticae* dépassant le seuil de 30% d'occupation, il est recommandé de combiner un traitement acaricide à l'acide gras à un lâcher de 10 PP/m² sept jours plus tard.

Remerciements

Nos remerciements s'adressent à M^{mes} E. Daures et P. Pierre pour leurs contributions dans les essais et à MM. A. Ancay, Ch. Auderset et B. Sauthier pour les soins apportés aux parcelles d'essai.

Bibliographie

- Ançay A. & Carlen Ch., 2006. Fraisiers remontants sur substrat: comparaison de nouvelles variétés et de deux densités de plantation. *Revue suisse Vitic., Arboric., Hortic.* **38** (2), 129-134.
- Antonin Ph., Baillod M., Linder Ch., Mittaz Ch., 1997. Problématique de la lutte chimique contre l'acarien jaune commun, *Tetranychus urticae* Koch, en cultures de fraisiers. *Revue suisse Vitic., Arboric., Hortic.* **29** (3), 179-187.

- Bonomo G., Catalano G., Maltese V. & Sparta S., 1991. Esperienze di lotta biologica e integrata nella fragolicoltura Marsalese. *Informatore agrario* **12**, 97-100.
- Chermi B., 1993. Lutte biologique contre *Tetranychus urticae* à l'aide de *Phytoseiulus persimilis* sur une culture protégée de fraisiers. 3^e Conférence internationale sur les ravageurs en agriculture. Montpellier, 7-8-9 décembre 1993, 279-287.
- Cross J. V., 1984. Biological control of two-spotted spider mite (*Tetranychus urticae*) by *Phytoseiulus persimilis* on strawberries grown in «walk-in» plastic tunnels, and a simplified method of spider mite population assessment. *Plant Pathology* **33**, 417-423.
- Decou G. C., 1994. Biological control of the two-spotted spider mite (*Acarina: Tetranychidae*) on commercial strawberries in Florida with *Phytoseiulus persimilis* (*Acarina: Phytoseiidae*). *Fla. Entomol.* **77** (1), 33-41.
- Easterbrook M. A., Fitzgerald J. D. & Solomon M. G., 2001. Biological control of strawberry tarsonemid mite *Phytonemus pallidus* and two-spotted spider mite *Tetranychus urticae* on strawberry in the UK using species of *Neoseiulus* (*Amblyseius*) (*Acarina: Phytoseiidae*). *Exp. Appl. Acarol.* **25**, 25-36.
- Fitzgerald J. & Easterbrook M., 2003. Phytoseiids for control of spider mite, *Tetranychus urticae*, and tarsonemid mite, *Phytonemus pallidus*, on strawberry in UK. *IOBC/wprs Bull.* **26** (2), 107-111.
- Fournier D., Pralavorio M. & Pourrière O., 1985. Etude du phytoséide *Cydnodromus chilensis* en vue de son utilisation contre *Tetranychus urticae* en cultures protégées de fraisier. *Entomophaga* **30** (2), 113-120.
- Fruit Union Suisse, 2007. Guide des petits fruits. FUS, 6302 Zoug, 128 p.
- Garcia-Mari F. & Gonzalez-Zamora J. E., 1999. Biological control of *Tetranychus urticae* (*Acarina: Tetranychidae*) with naturally occurring predators in strawberry plantings in Valencia, Spain. *Exp. Appl. Acarol.* **23**, 487-495.
- Holt K. M., Opit G. P., Nechols J. R. & Margolies D. C., 2006. Testing for non-target effects of spinosad on twospotted spider mites and their predator *Phytoseiulus persimilis* under greenhouse conditions. *Exp. Appl. Acarol.* **38**, 141-149.
- Linder Ch., Carlen Ch. & Mittaz Ch., 2003. Nuisibilité de l'acarien jaune *Tetranychus urticae* Koch et stratégies de lutte dans les cultures de fraisiers précoces. *Revue suisse Vitic., Arboric., Hortic.* **35** (4), 235-240.
- Miles M. & Dutton R., 2003. Testing the effects of spinosad on predatory mites in laboratory, extended laboratory, semi-field and field studies. *IOBC/wprs Bull.* **26** (5), 9-20.
- Oatman E. R. & McMurtry J. A., 1966. Biological control of the two spotted spider mite on strawberry in Southern California. *J. Econ. Entomol.* **59** (2), 433-439.
- Oatman E. R., McMurtry J. A., Gilstrap F. E. & Voth V., 1977. Effect of releases of *Amblyseius californicus*, *Phytoseiulus persimilis*, and *Typhlodromus occidentalis* on the two-spotted spider mite on strawberry in Southern California. *J. Econ. Ent.* **70** (1), 45-47.
- Oatman E. R., Sances F. V., Lapré L. F., Toscano N. C. & Voth V., 1982. Effects of different infestation levels of the twospotted spider mite on strawberry yield in winter plantings in Southern California. *J. Econ. Ent.* **75**, 94-96.
- Pari P., Lucchi C. & Brigladori M., 1993. Applicazione di tecniche di lotta biologica su fragole in coltivazione protetta. *Informatore agrario* **26**, 49-54.
- Piton J., 1987. Lutte biologique contre *Tetranychus urticae* en culture de fraisiers sous tunnel plastique non chauffé par des lâchers de *Phytoseiulus persimilis*. *Annales ANPP* **6**, vol. I/III, 457-463.
- Raworth D. A., 1986. An economic threshold function for the twospotted spider mite *Tetranychus urticae* (*Acarina: Tetranychidae*), on strawberries. *Can. Ent.* **118**, 9-16.

Rhodes E. M., Liburd O. E., Kelts C., Rondon S. I. & Francis R. R., 2006. Comparison of single and combination treatments of *Phytoseiulus persimilis*, *Neoseiulus californicus*, and Acramite (bifenazate) for control of twospotted spider mites in strawberries. *Exp. Appl. Acarol.* **39**, 213-225.

Sances F. V., Toscano N. C., Oatman E. R., Lapré L. F., Johnson M. W. & Voth V., 1982. Reductions in plant processes by *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae) feeding on strawberry. *Environ. Ent.* **11** (3), 733-737.

Spicciarelli R., Battaglia D. & Tranfaglia A., 1992. Lotta biologica contro il *Tetranychus urticae* con il *Phytoseiulus persimilis* su fragola. *Informatore agrario* **11**, 59-62.

Waite G. K. & Jones P., 1999. The management of spider mites in commercial strawberry fields using *Phytoseiulus persimilis* Athias-Henriot and the «Pest in First» technique. *Advances in Strawberry Research* **18**, 33-40.

Zacharda M. Hluchy M., 1997. Biological control of the two-spotted spider mite *Tetranychus urticae* on strawberries by the predatory mite *Typhlodromus pyri* (Acari, Tetranychidae, Phytoseiidae). *Exp. Appl. Acarol.* **20**, 83-94.

Zusammenfassung

Erfolg der biologischen Bekämpfung mit *Phytoseiulus persimilis* gegen Spinnmilben in remontierenden Erdbeeren auf Substrat

In remontierenden Erdbeerkulturen, in denen während der langen Erntezeit die Anwendung von klassischen Akariziden nicht möglich ist, ist die biologische Bekämpfung der Spinnmilben (*Tetranychus urticae* Koch.) eine interessante Alternative. Während drei Jahren wurden in Erdbeerkulturen auf Substrat mit Hilfe der Raubmilbenart *Phytoseiulus persimilis* Athias-Henriot Versuche durchgeführt. Die Resultate zeigen, dass die Spinnmilben mit dieser Raubmilbenart zufriedenstellend kontrolliert werden konnten, sofern verschiedene Bedingungen eingehalten wurden. *Phytoseiulus persimilis* ist zu bestellen, sobald die Spinnmilben einen Besatz von 10% erreicht haben. Mit der Freilassung von zehn mobilen Formen dieser Raubmilbe pro m², dauerte es zwei Wochen bis die Population der Spinnmilben abnahm. In etwa vier Wochen nach deren Freilassung waren die Spinnmilben in den Erdbeerkultur kaum mehr vorhanden. Ist der Befall an Spinnmilben hoch, zeigte die Kombination der Freilassung der Nützlinge mit einer vorgängigen Behandlung mit Fettsäuren gute Resultate. Die biologische Bekämpfung erlaubte eine gute Kontrolle der Spinnmilben mit vertretbaren Kosten, so dass weder der Ertrag noch die Qualität der Erdbeeren beeinträchtigt wurden.

Riassunto

Successo della lotta biologica contro gli acari gialli nelle colture di fragole rifiorenti con l'aiuto di *Phytoseiulus persimilis*

La lotta biologica contro gli acari gialli si rivela particolarmente interessante nelle colture di fragole rifiorenti, dove il lungo periodo di raccolta non permette di effettuare dei trattamenti acaricidi classici. Tre anni di prove in fragoletti su substrato mostrano chiaramente che *Phytoseiulus persimilis* può controllare in modo soddisfacente il ragno giallo, se alcune condizioni sono rispettate. Il predatore deve essere introdotto appena il fitofago raggiunge un tasso d'occupazione del 10% del fogliame. Per una densità di lancio di dieci predatori al metro quadro, occorrono almeno due settimane prima che la popolazione di acari gialli cominci a declinare. La stabilizzazione delle popolazioni di acari si verifica circa quattro settimane dopo il lancio. In caso di forti infestazioni, il lancio di *Phytoseiulus persimilis* può essere combinato ad un trattamento acaricida con acido grasso. In tal modo, la qualità dei frutti è interamente preservata, ad un costo accettabile per il produttore.

Summary

Successful biological control of two-spotted spider mite in everbearing strawberry with *Phytoseiulus persimilis*

Biological control of two-spotted spider mite is interesting in everbearing strawberry culture, because its harvesting period stretching over more than four months makes it difficult to apply a classical acaricide treatment schedule. In strawberry cultures on substrate, three years of two-spotted spider mite control with the predator *Phytoseiulus persimilis* showed that a satisfactory control could be obtained under certain conditions. The auxiliary has to be ordered as soon as the leaves occupation rate by the pests reaches 10%. With a concentration of ten mobile predators per m², it takes two weeks until the pest population decreases. After four weeks, the spider mites were controlled. In the event of a strong attack of mites, it is recommended to combine the auxiliaries release with an acaricide treatment with fatty acid. With such a biological pest control, the fruit quality is not reduced and the cost is affordable for the producer.

Key words: biological control, strawberry, two-spotted spider mite, *Tetranychus urticae*, *Phytoseiulus persimilis*.



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: agri techno-lambert@bluewin.ch



**PÉPINIÈRES
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



Landini

MISTRAL 40 45 50 55



- Petit de dimension, mais géant de performance
- Extrême maniabilité – Grande fiabilité
- Transmission synchro 16/16 avec inverseur et super-rampantes

Samuel Stauffer & Cie 1607 Les Thioleyres
Tél. 021 908 06 00 Tél. 021 908 06 01
www.stauffer-cie.ch info@stauffer-cie.ch



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

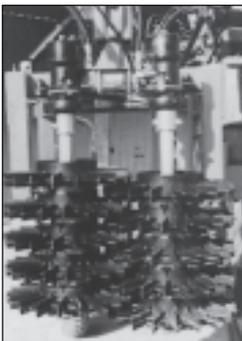
TÉL. 021 799 11 07 – FAX 021 799 11 32

LA MÉCANISATION DES TRAVAUX ARBORICOLES, VITICOLES ET ESPACES VERTS

NOTRE PASSION DEPUIS PLUS DE 50 ANS!



- PORTE-OUTILS VITICOLES MULTI-JYP
- LE PROGRAMME PELLENC AVEC LE SÉCATEUR LIXION ET LA PRÉ-TAILLEUSE VISIO
- PLATE-FORME DE CUEILLETTE ET DE TAILLE BLOSI
- ENFOUISSEURS DE PIERRES PRÉPARATEUR DE SOL DAIRON



NOUVEAU MODÈLE

CHAPPOT SA

Route Cantonale – 1906 Charrat
Constructeur – Distributeur
Tél. 027 746 13 33
Fax 027 746 33 69
www.chappotmachines.ch
E-mail: etchapsa@omedia.ch

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



*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@rac.admin.ch

Un semeur de confusion prend sa retraite

Pierre-Joseph Charmillot, responsable du service d'entomologie des cultures spéciales à la Station de recherche Agroscope Changins-Wädenswil ACW, a pris sa retraite le 30 mars dernier, après plus de 35 ans d'activité dans le domaine de la protection des végétaux. Les ravageurs de nos vignes et de nos vergers ne le regretteront pas!

Né en 1946 à Vicques, au sein de la République et Canton du Jura, ce bouillant défenseur de l'autonomie jurassienne (et de ses produits régionaux) entame, après sa maturité fédérale, des études de chimie à l'Université de Genève. En effet, dans un premier temps, il est attiré par les merveilleux mystères de la distillation... puis, vraisemblablement déçu par la qualité sanitaire des fruits à disposition, choisit de réorienter ses études vers la recherche agronomique et l'Ecole polytechnique fédérale de Zurich (EPFZ). Il y obtient son diplôme d'ingénieur agronome en 1971 et, dès l'année suivante, rejoint le service d'entomologie de la Station fédérale de recherches agronomiques de Changins. Les travaux qu'il y réalise aboutiront, en 1980, à l'obtention d'un doctorat ès sciences techniques sous la direction scientifique du Pr. Dr. V. Delucchi de l'EPFZ. En 1993, Pierre-Joseph Charmillot reçoit le prix de la Fondation Lotte et Willi Günthart-Maag, récompensant chaque année une personnalité particulièrement active dans le domaine de la promotion des plantes utiles et de la protection des végétaux. En 1995, il est responsable de l'entomologie arboricole, puis en 1997 de l'entomologie viticole et acarologie, unité qui deviendra bientôt le service d'entomologie des cultures spéciales.

C'est un doux euphémisme de souligner que les tâches administratives n'ont jamais été la tasse de thé de Pierre-Joseph Charmillot, esprit libre et donc adversaire déclaré de la bureaucratie galopante actuelle. En revanche, son enthousiasme pour la lutte biologique contre les insectes nuisibles ne s'est jamais démenti.

Il a notamment acquis une renommée internationale dans le développement et la mise au point de la lutte par confusion sexuelle contre les tordeuses, aujourd'hui bien connue de nos viticulteurs et arboriculteurs. Grâce à ses nombreux contacts avec l'industrie, ce scientifique pragmatique a également contribué au dévelop-

pement d'insecticides microbiologiques (*Bacillus thuringiensis*, virus) et biotechniques à haute sélectivité. La place essentielle qu'occupent ces techniques dans la protection actuelle des vignobles et vergers montre l'importance des travaux réalisés par Pierre-Joseph Charmillot et son équipe durant ces 30 ans d'activité au service de la protection intégrée. Homme de terrain avant tout, il a consacré ses dernières années d'activité professionnelle à traquer les carpocapses ou autres capuas devenus résistants aux insecticides et à établir des stratégies de lutte durables pour contrer ces phénomènes.

Cet auteur d'innombrables publications scientifiques a mis tous ses talents de communicateur et de vulgarisateur au service d'une protection des végétaux raisonnée, quoique souvent taxée de déraisonnable par certains sceptiques de l'ancienne école. Qui, il y a 20 ans, aurait sérieusement parié sur le développement que connaît la lutte par confusion sexuelle en viticulture, par exemple? Au travers de nombreux cours et conférences en Suisse et à l'étranger, Pierre-Joseph Charmillot a su convaincre ses auditeurs (étudiants, professionnels et collègues) que l'avenir de la protection des végétaux passait par une approche résolument intégrée des problèmes, et que celle-ci n'excluait pas un zeste d'idées iconoclastes. Les grandes compétences professionnelles et humaines de Pierre-Joseph Charmillot, alliées

à son inébranlable sens de l'humour, seront sans nul doute regrettées par tous ceux qui ont eu la chance de le côtoyer ou de travailler avec lui. Mais foin de nostalgie excessive! Les tordeuses n'auront pas l'occasion de se reposer sur leurs pommes ou sur leurs grappes, car la voie tracée par Pierre-Joseph Charmillot portera encore longtemps ses fruits.

Un célèbre humoriste a écrit qu'il y a deux grandes époques dans l'histoire de l'humanité: l'âge de Pierre et l'âge de la retraite... Que ces périodes te soient doublement longues et heureuses, Pierre!

*Christian Linder, Serge Fischer, Denis Pasquier,
Martine Rhyn, Suzanne Tagini, Françoise Briand,
Françoise Klötzli-Estermann,
Agroscope Changins-Wädenswil ACW,
Service d'entomologie des cultures spéciales*



Pépinières viticoles



FAVRE Daniel

Des plants de vignes soignés
pour vous satisfaire !

Ch. de LAPRA 17 1170 Aubonne

Tel. 021 808 72 27 Fax. 021 807 43 39 E-mail: favre.vitsep@bluewin.ch

pulvé suisse

Désherbage **plus** **écologique**

Désheber 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



VOTRE PARTENAIRE INDISPENSABLE

CHAILLOT SA

Chaillot

CONDITIONNEMENT & EMBALLAGE
KELLEREIBEDARF

ZI au Glapin 10 • 1162 Saint-Prex

Tél. +41 21 823 2000 • Fax +41 21 823 2001

Rte de la Drague 14 • 1950 Sion

Tél. +41 27 323 67 21 • Fax +41 27 323 67 22

E-mail: info@chaillot.ch

www.chaillot.ch



Tracteur Viti-plus équipé d'une palisseeuse Ero

LOEFFEL

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

Les Conrardes 13 - 2017 Boudry

Tél. 032 842 12 78 - Fax 032 842 55 07

Découvrez notre large assortiment sous www.loeffel-fils.com



CCD SA IRRIGATION

- Goutte à goutte
- Micro-jet
- Aspersions
- Pompes
- Ferti-irrigation

Arboriculture

Viticulture

Cultures maraîchères

Petits fruits



ASSISTANCE TECHNIQUE

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



Helvetia, une nouvelle variété d'edelweiss issue d'hybrides de clones

C.-A. CARRON, Ch. REY, S. PREVIDOLI et C. BAROFFIO, Station de recherche Agroscope Changins-Wädenswil ACW, Centre des Fougères, 1964 Conthey

@ E-mail: claire-alain.carron@acw.admin.ch
Tél. (+41) 27 34 53 511.

Résumé

En 1999, Agroscope Changins-Wädenswil ACW a commencé un programme de sélection afin d'obtenir une variété d'edelweiss homogène, de haute qualité et caractérisée, qui réponde à la demande des producteurs et de l'industrie. L'observation de la biologie florale a mis en évidence la dioécie naturelle des plantes de la population de base Fotsch. La voie de sélection choisie a été la création d'hybrides de clones à partir de plantes femelles (mâles stériles) et de plantes hermaphrodites (mâles fertiles). Dix-neuf hybrides issus de différentes combinaisons de plantes femelles et hermaphrodites ont été évalués et comparés. Une variété productive, régulière et caractérisée phytochimiquement, baptisée Helvetia, a été choisie. La production de semences a été testée à grande échelle et organisée pour répondre aux besoins de la filière de plantes aromatiques et médicinales.



Fig. 1. Culture d'edelweiss (sélection massale ACW) en production à Orsières (VS), juillet 2005 (photo F. Fournier, Valplantas). ▷

Introduction

Symbole emblématique des plantes alpines, l'edelweiss (*Leontopodium alpinum* Cass.) doit sa renommée à son involucre en forme d'étoile composé de bractées blanches-tomenteuses ou parfois grisâtres, comme en témoignent ses nombreux noms vernaculaires (étoile des neiges, étoile des glaciers ou encore immortelle des neiges). Cette espèce vivace de la famille des *Asteraceae* compte deux sous-espèces, *alpinum* et *nivale*. Seule *alpinum* est prise en considération dans cette étude. L'edel-

weiss est cultivé depuis une décennie, principalement dans les vals d'Entremont et de Bagnes (VS), à la suite des essais de domestication menés à Montana et à Bruson (VS) par Agroscope Changins-Wädenswil ACW (fig. 1). Les plantes séchées sont valorisées et commercialisées sous forme d'extraits standardisés pour l'industrie cosmétique et alimentaire. Ainsi transformé, l'edelweiss entre dans la composition de lotions solaires, de crèmes anti-vieillessement, de liqueurs et de chocolats. Les premiers essais agronomiques ainsi que les connaissances botaniques et

phytochimiques sur l'edelweiss ont été relatés par Rey et Slacanin (1999); leurs travaux ont mis en évidence la grande hétérogénéité morphologique au sein de cette espèce et démontré l'intérêt d'élaborer un programme de sélection. La création d'une variété homogène et caractérisée se profilait comme un atout certain, tant pour les agriculteurs que pour les industriels. Après observation de la biologie florale de l'edelweiss et après consultation de la bibliographie, la voie choisie a été la création d'hybrides à partir de plantes femelles et de plantes hermaphrodites,

mâles fertiles. Ces travaux ont abouti à la sélection de deux variétés aux caractéristiques similaires, baptisées Helvetia et Montana. Cet article présente la biologie florale de l'edelweiss et une méthode de sélection pour obtenir une variété homogène (fig. 2).

Matériel et méthode

Etude de la biologie florale

La recherche bibliographique, les observations de terrain sur les différentes populations d'edelweiss ainsi que l'étude approfondie des fleurs sous la loupe en laboratoire ont permis de mettre en évidence les fleurs femelles (mâles stériles) et les fleurs hermaphrodites (mâles fertiles) nécessaires au programme de sélection.

Schéma de sélection, hybridation et production de semences

Le matériel de ce programme a été sélectionné au sein de la descendance d'une population d'edelweiss de la jardinerie Fotsch à Brienz (BE), la meilleure provenance d'un point de vue agronomique.

Le programme de sélection s'est déroulé selon le calendrier suivant:

- > 1997-1998: étude phytochimique de diverses populations d'edelweiss.
- > 1999: choix et multiplication de cinq clones femelles et de quatre clones mâles fertiles en vue du programme d'hybridation.
- > 2000: création de 20 hybrides, par l'isolation de cinq plantes femelles avec quatre différentes plantes mâles fertiles dans quatre sites géographiquement distants. Récolte et nettoyage des semences (tabl. 1).
- > 2001-2003: évaluation au champ de 19 hybrides comparés à la descendance des trois plantes mâles fertiles, de deux lots témoins ACW (sélection massale 2000) et de deux provenances alpines sauvages. Les parents ont été choisis en fonction des résultats agronomiques de 2002 et 2003.
- > 2003-2004: multiplication *in vitro* à Changins (Lê, 2005) des clones parentaux;
- > 2004-2005: production de semences d'edelweiss à Bruson, Delley et Montana.

Comportement et résultats agronomiques

Sites: domaine de Bruson (val de Bagnes, VS), 1100 m d'altitude.

Plantation: 5 mai 2001.

Distances: plate-bande de quatre lignes (25 cm × 25 cm), entreligne de 75 cm soit 10,7 plantes/m².



Fig. 2. L'excellente régularité de la taille des rosettes d'edelweiss Helvetia avec l'apparition des premières hampes florales, deux mois après la plantation. Août 2006, Orsières (VS).

Tableau 1. Hybridation de quatre clones mâles d'edelweiss avec cinq clones femelles dans quatre sites géographiquement distants.

Numéros des clones parentaux		Isolation pour hybridation Dates	Récolte des semences		Nombre de graines/plantes	Numéros des hybrides
♂	♀		Dates	Poids (g)		
1.44 Site: Conthey village alt. 480 m		15 juin	3 août	< 0,1	> 400	M21
	1.58	15 juin	3 août	0,1	> 800	H3
	1.29	15 juin	3 août	0,1	> 800	H1
	2.1	15 juin	3 août	0,2	> 1600	H5
	1.9	19 juin	3 août	0,8	> 6400	H4 (Helvetia)
	1.5	27 juin	3 août	0,1	> 800	H2
1.24 Site: Fully alt. 720 m		15 juin	5 août	< 0,1	< 100	non viable
	1.58	15 juin	5 août	< 0,1	> 400	H12
	1.29	15 juin	5 août	–	–	–
	2.1	15 juin	5 août	< 0,1	> 400	H14
	1.9	19 juin	5 août	< 0,1	> 400	H13
	1.5	27 juin	5 août	< 0,1	> 400	H11
1.61 Site: Ayent alt. 1050 m		19 juin	3 août	0,2	> 1600	M22
	1.58	19 juin	3 août	< 0,1	> 100	H8
	1.29	19 juin	3 août	< 0,1	> 100	H6
	2.1	19 juin	3 août	0,1	> 800	H10
	1.9	19 juin	3 août	0,4	> 3200	H9
	1.5	27 juin	3 août	0,1	> 800	H7
1.54 Site: Conthey Fougères alt. 480 m		19 juin	3 août	0,1	> 800	M23
	1.58	19 juin	3 août	< 0,1	> 400	H17 (Montana)
	1.29	19 juin	3 août	0,1	> 800	H15
	2.1	19 juin	3 août	0,1	> 800	H19
	1.9	19 juin	3 août	0,2	> 1600	H18
	1.5	27 juin	3 août	< 0,1	> 400	H16

Répétitions: deux de vingt-quatre plantes.

Contrôles: en 2002, à la récolte, les vingt-quatre plantes ont été mesurées individuellement: le nombre, le sexe et le poids des inflorescences ont été observés; en 2003, les mêmes mesures ont été effectuées sur les huit plantes centrales de chaque bloc.

Stade de récolte: pleine floraison.

Dates de récoltes: 25 et 27 juin 2002; 10 et 11 juillet 2003.

Séchage: sept jours, pompe à chaleur (PAC) à 35 °C.

Analyses HPLC: Pentapharm, à l'usine Alflor de Vouvry (VS).

Résultats et discussions

Biologie florale

L'edelweiss est caractérisé par une inflorescence en capitule entourée d'un involucre. Les fleurs sont tubuleuses, à ovaire infère. Les anthères, soudées entre elles, forment un tube traversé par le style. Le calice est transformé en soies (aigrettes ou pappus) ou nul (Lauber et Wagner, 2000). Les fleurs femelles possèdent une corolle à quatre lobes, un style bifide, un trichome glandulaire et une aigrette aux soies denticulées (fig. 3). Les fleurs hermaphrodites ont une corolle à cinq lobes, un style et un stigmate en massue et des poils glandulaires. Elles sont plus larges et fonctionnellement mâles (fig. 4; Müller, 1998).

Les populations alpines de *L. alpinum* ssp. *alpinum* sont généralement décrites comme hétérogames, avec des fleurs hermaphrodites – donc mâles – et des fleurs femelles sur la même plante (Handel-Mazzetti, 1928; Rey et Slacanin, 1999). Cette hétérogamie a également été observée dans la nature et dans nos essais. L'allofécondation plaide en faveur de la vigueur et de la pérennité de l'espèce. Sur les plantes hétérogames, les fleurs femelles fleurissent 4-5 jours avant les fleurs hermaphrodites (Rey et Slacanin, 1999). L'observation attentive des plantes une à une à Brusson a permis d'identifier quelques rares pieds avec uniquement des fleurs femelles. Au niveau de la fleur, nous avons constaté que la floraison commence par le capitule central et se poursuit sur les capitules périphériques (fig. 5). Le fruit est un petit akène conique à la base, d'une longueur d'un millimètre (6000-8000 graines/g). Il est également garni d'un pappus denticulé disposé sur un rang.

Cette gynodioécie naturelle (fleurs hermaphrodites et fleurs femelles se trouvant sur des plantes différentes) a été utilisée pour créer des hybrides de clones.

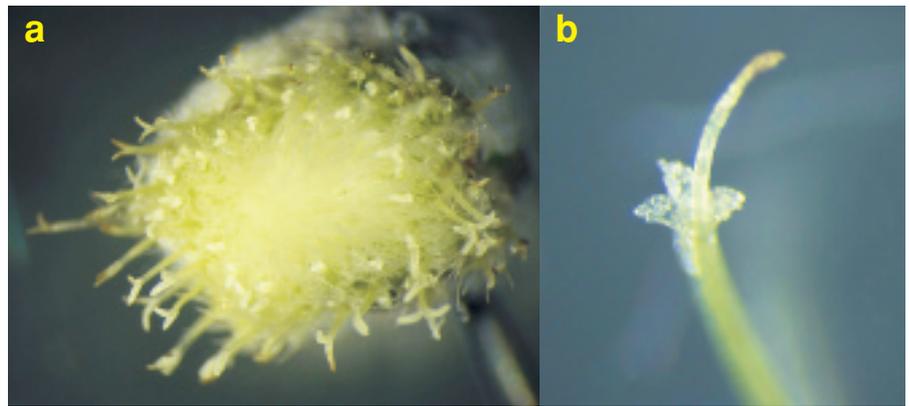


Fig. 3. Capitule de fleurs femelles avec les styles bifides bien visibles (a); détail d'une fleur tubuleuse, avec la corolle à quatre lobes (b).

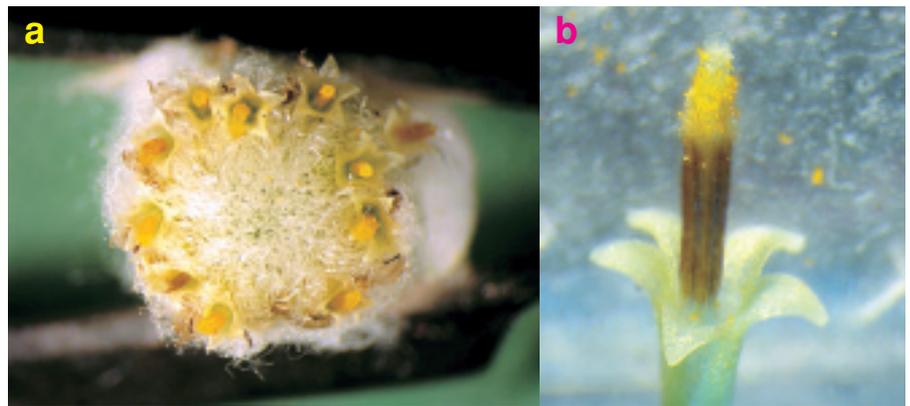


Fig. 4. Capitule de fleurs hermaphrodites, mâles fertiles (a); détail d'une fleur, avec la corolle à cinq pétales, le style – élément femelle – au milieu de la collerette d'étamines – éléments mâles (b).



Fig. 5. La floraison commence par le capitule central, plus précoce (a et c); quelques jours plus tard, les capitules périphériques viennent à maturité sexuelle. Les clichés a et b montrent des plantes femelles et les clichés c et d des plantes hermaphrodites, donc mâles fertiles.

Schéma de sélection, hybridation et production de semences

Les critères de sélection pris en compte ont été principalement morphologiques. Il s'agissait de conserver les plantes présentant des caractères proches de l'edelweiss sauvage, au détriment des formes les plus exubérantes, ramifiées et verdâtres de certaines plantes qui, malgré leur potentiel de production en matière sèche, correspondaient peu aux goûts des acheteurs.

Entre le 15 et le 27 juin 2000, sur quatre sites géographiquement distants, cinq clones femelles ont été isolés avec un clone mâle fertile (pollinisateur). Les semences ont été récoltées à maturité entre le 3 et le 5 août. Toutes les plantes ont produit des semences, à l'exception du croisement 1.29 × 1.24. Le clone femelle 1.9 s'est révélé le plus productif en semences dans toutes les combinaisons. Sur les quatre clones mâles fertiles, trois ont également produit des semences viables (tabl.1) sans que l'on établisse s'il s'agissait d'une autofécondation ou d'un cas d'apomixie, décrit notamment par Sokolova-Kulczyńska (1959).

Les plantes femelles ont produit beaucoup plus de semences que les plantes mâles fertiles. En 2006, chez DSP Semences à Delley (FR), la production de semences a été 17 fois plus élevée sur les plantes femelles que sur les plantes mâles fertiles. Sur ces dernières, les semences étaient plus grosses (Gretillat J., comm. personnelle), ce qui est peut-être lié à la plus grande taille des fleurs mâles fertiles.

Comportement et résultats agronomiques

La descendance de ces semences a été suivie de 2001 à 2003 sur la parcelle expérimentale de Bruson (fig. 6). Les 19 hybrides se sont avérés nettement plus réguliers, plus vigoureux et plus productifs en matière sèche que la descendance des trois plantes mâles fertiles. Ils se sont également montrés avantageux par rapport aux précédentes sélections massales ACW (L24 et L25). Les deux lignées issues de semences alpines prélevées dans la nature (L27 et L28) ont eu un comportement agronomique catastrophique: la perte de plants en première année de culture a été de 60% pour L27 et de 92% pour L28, leur vigueur a été très faible et par con-

Fig. 6. La parcelle expérimentale de production de semences hybrides au domaine de Bruson, août 2005. ▷

Tableau 2. Caractéristiques et rendements en matière sèche de 19 hybrides de clones d'edelweiss par rapport à la descendance de l'autofécondation de trois mâles fertiles, de deux lignées témoins et de deux lots récoltés dans la nature. Bruson 2002-2003.

Hybrides	Hauteur cm	Diamètre cm	Régularité 1-9*	Vigueur 1-9	Plantes femelles %	% plantes vivantes en 2 ^e année	Rendements matière sèche g/m ²
H1	20-25	20-30	7	7	36,4	96	276
H2	20-40	20-50	7	7	50,0	88	272
H3	20-30	20-40	7	7	30,4	96	237
H4 Helvetia	25-35	20-40	7	9	29,2	100	279
H5	20-25	20-50	5	7	60,9	100	308
H6	25-35	20-40	7	9	54,5	100	268
H7	20-40	30-40	7	7	33,3	100	293
H8	25-40	20-40	7	9	29,2	92	353
H9	25-40	30-40	7	9	37,5	96	346
H10	15-25	20-40	7	7	25,0	96	272
H11	20-30	20-40	7	7	68,2	96	316
H13	30-40	20-50	7	7	8,3	100	325
H14	15-25	30-50	7	7	45,8	92	311
H15	10-40	10-50	3	7	56,5	71	186
H16	30-40	30-50	7	9	26,1	100	286
H17 Montana	30-40	30-50	7	9	43,5	100	328
H18	20-35	20-40	5	5	29,2	92	190
H19	20-30	20-40	7	9	37,5	96	402
Moyenne			6,6	7,7	39,0	95	292
Descendance des mâles fertiles							
M21	20	30-50	3	7	15,40	40	111
M22	20-30	10-40	1	7	23,10	20	120
M23	25-35	5-20	5	1	31,30	25	49
Moyenne			3,0	5,0	23,3	28	93
Lignées témoin (sélection massale 2000 ACW)							
L24 ACW	20-40	20-40	5	7	35,0	100	186
L25 ACW	20-30	20-50	5	7	4,8	96	252
Moyenne			5,0	7,0	19,9	98	219
Lignées de nature (indigènes)							
L27 Le Crêt	10-20	10-20	1	1	9,1	40	10
L28 Sanetsch	20	10	1	1	0,0	8	1
Moyenne			1,0	1,0	4,6	24	6

*Notes 1-9: 1 = très mauvais; 9 = excellent.



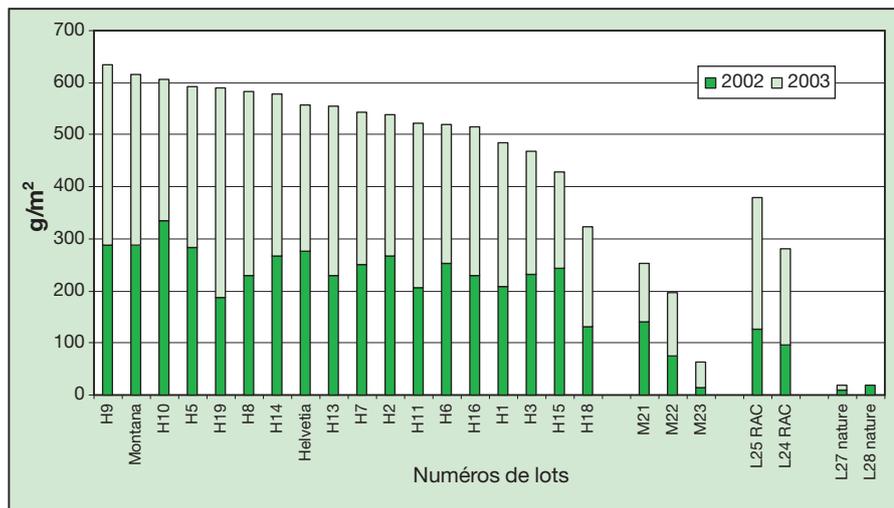


Fig. 7. Rendement en matière sèche de 19 hybrides de clones d'edelweiss par rapport à la descendance de l'autofécondation de trois mâles fertiles, de deux lignées témoins (sélection massale ACW) et de deux lots récoltés dans la nature. Bruson, récoltes 2002-2003.

séquent la production en matière sèche négligeable. La perte de plants en cours de culture a été moins élevée chez les hybrides et dans les sélections ACW que chez la descendance des mâles fertiles (tabl. 2 et fig.7). Cette mortalité élevée explique grandement les différences de rendement.

Le tableau 3 illustre la meilleure régularité des hybrides, exprimée par le coefficient de variation (CV %) du nombre d'inflorescences et du rendement en matière sèche (g/plante).

Cette difficulté à cultiver valablement des semences directement prélevées dans la nature plaide en faveur d'une sélection performante.

Résultats analytiques

Les propriétés de l'edelweiss, riche en tanins, en flavonoïdes et en dérivés du phénylpropane, font l'objet de nombreuses études. L'activité antioxydante et antiradicalaire, notamment de l'acide

chlorogénique et de l'acide léontopodique (Schwaiger *et al.*, 2005), intéresse particulièrement les industriels. Toutefois, les exigences du marché ne sont pas établies avec certitude. Les variétés Helvetia et Montana, ainsi que deux autres hybrides, ont été analysés en 2002 et 2003. Ils ont démontré une bonne stabilité phytochimique (tabl. 4).

Choix des variétés Helvetia et Montana et production de semences

L'objectif premier était de trouver une méthode de sélection efficace et peu onéreuse. La faisabilité d'une production de semences à partir d'hybrides de clones est désormais avérée. Le choix d'Helvetia et de Montana parmi les 19 hybrides s'est fait en tenant compte de différents facteurs: outre les critères morphologiques et les rendements en matière sèche, le potentiel de productivité en semences et la disponibilité des pieds-mères au moment de la multiplication *in vitro* ont été déterminants.

La production et la commercialisation de semences de la variété Helvetia sont assurées par DSP Semences (FR). Quant à Montana, variété «de réserve», elle n'est pour l'instant pas destinée à un usage commercial.

Tableau 3. Observations sur la régularité des deux hybrides d'edelweiss par rapport à un standard (sélection massale L25) et à la descendance d'un clone mâle fertile (M21), sur le nombre, le poids des inflorescences et sur le rendement en matière sèche/plante. Moyenne de 24 plantes, Bruson 2002.

Variétés	Nombre d'inflorescences par plante	CV* %	Poids par inflorescence (g)	CV %	Poids sec g/plante	CV %
Helvetia / H4	61,0	36,2	0,56	45,2	31,1	30,6
Montana / H17	40,5	48,3	0,77	24,0	31,7	52,8
Sélection massale ACW / L25	28,5	88,7	0,47	46,6	13,0	101
Autofécondation / M21	38,3	83,1	0,47	46,8	20,3	98,5

*CV % = coefficient de variation (écart-type × 100 / moyenne).

Tableau 4. Résultats analytiques d'inflorescences de quatre hybrides d'edelweiss en 2002 et 2003. Moyenne de huit plantes.

Dosage mg/g plante	H4 Helvetia		H10		H14		H17 Montana	
	2002	2003	2002	2003	2002	2003	2002	2003
Acide chlorogénique	3,94	3,87	5,27	3,5	5,81	2,74	4,66	4,7
Acide léontopodique*	9,68	10,12	11,1	8,4	10,86	8,01	10,93	8,77
Dérivés ac. chlorogénique*	10	12,64	11,74	12,25	14,46	10,51	11,69	13,82
Ac. phénoliques totaux*	23,62	26,63	28,1	24,15	31,13	21,26	27,28	27,29
Lutéoline-4'-O-glucoside	7,03	5,24	6,69	4,51	6,64	5,39	7,74	6,12
Apigénine-7-O-glucoside**	0,74	0,66	1,18	0,76	1,08	1,15	1,2	1,08
Total flavonoïdes**	7,77	5,9	7,87	5,27	7,72	6,54	8,94	7,2

*Exprimé en acide chlorogénique.

**Exprimé en lutéoline-4'-O-glucoside.

Conclusions

- ❑ La méthode de sélection par hybrides de clones a donné des résultats probants. Elle permet d'obtenir à court terme des variétés stables et caractérisées.
- ❑ La variété Helvetia répond pleinement aux exigences du marché suisse. Elle est fidèle morphologiquement à la forme sauvage, productive en matière sèche, homogène, stable chimiquement et adaptée à la culture.
- ❑ La production de semences d'edelweiss hybride testée à grande échelle couvre les besoins de la production suisse.

Remerciements

Un merci particulier à la firme Pentapharm/Alpaflo, spécialement à Frank Gafner, Daniel Genton et François Paul pour leur soutien et leur collaboration: toutes les analyses indispensables à nos travaux ont été effectuées chez Pentapharm, à l'usine Alpaflo de Vouvry (VS). Un grand merci à la firme Ricola, spécialement à Thomas Aeschlimann et Peter Imhof pour la participation financière, ainsi qu'à la firme Weleda et à Andreas Ellenberger en particulier. Merci également à Sarah Lattion pour son travail sur la biologie florale lors de son stage en 1998; à Fabien Fournier de Valplantes, à Pascal Sigg et Vincent Michel (ACW) pour leurs photographies; et à Joséphine Grétilat, Delley Semences Production.

Bibliographie

- Handel-Mazzetti H., 1928. Systematische Monographie der Gattung *Leontopodium*. *Beih. Bot. Cent.* **44** (2), 1-178.
- Lauber K. & Wagner G., 2000. *Flora Helvetica*, Flore illustrée de Suisse, Haupt, 1616 p.
- Lê C.-L., 2005. L'edelweiss se multiplie à grande vitesse à Changins. *Communiqué de presse du 22 décembre 2005*, 1 p.
- Müller C., 1998. Etude de quelques populations de *Leontopodium alpinum* (edelweiss) dans le val d'Hérens (Valais). Institut de botanique systématique et de géobotanique, Université de Lausanne, 17 p.

Summary

Helvetia, a new hybrid clones edelweiss cultivar

In order to answer the request of producers and industry for a homogeneous, high-quality and characteristic edelweiss variety, Agroscope Changins-Wädenswil ACW started a selection programme in 1999. The observation of floral biology put into evidence the natural dioecy of the plants issued from the basic population Fotsch. The selection programme chosen was the creation of hybrids' clones from female plants (sterile males) and hermaphrodite plants (fertile males). The comparison of 19 hybrids issued from various combinations of female and hermaphrodite plants lead to the choice of a productive, homogeneous and phytochemically characterised variety baptised Helvetia. The seeds production was tested at a large scale and organised to fulfil the requirements of the aromatic and medicinal plants branch.

Key words: edelweiss, hybrid, dioecy, hermaphrodite, sterile male.

Zusammenfassung

Helvetia, eine neue Klon Hybridsorte von Edelweiss

Um die Anfrage der Produzenten und der Industrie nach einer homogenen, qualitativ wertvollen und charakterisierten Edelweiss-Sorte gerecht zu werden, hat Agroscope Changins-Wädenswil ACW 1999 ein Züchtungsprogramm gestartet. Die Analyse der Blütenbiologie zeigte, dass innerhalb der Basispopulation Fotsch eine natürliche Diozöe der Pflanzen bestand. Das gewählte Züchtungsprogramm war dementsprechend die Bildung von Hybriden mittels der Kreuzung von weiblichen, männlich sterilen Klonen und hermaphroditen, männlich fertilen Klonen zu erstellen. Der Vergleich von 19 Hybriden, die aus den verschiedenen Kombinationen von männlich sterilen und fertilen Klonen hervorgingen, führte zur Wahl einer produktiven, homogenen und phytochemisch charakterisierten Sorte mit dem Namen Helvetia. Die Saatgutproduktion wurde grossflächig getestet und ist organisiert zu Gunsten der Bedürfnisse der Branche der Heil- und Gewürzkräuter.

Riassunto

Helvetia, una nuova varietà di stella alpina ottenuta da ibridi di cloni

L'Agroscope Changins-Wädenswil ACW ha iniziato nel 1999 un programma di selezione della stella alpina (*Leontopodium alpinum*), rispondendo alla richiesta dei produttori e dell'industria di disporre di una varietà omogenea, caratterizzata e di alta qualità. L'osservazione dei meccanismi di riproduzione ha evidenziato la presenza di una dioecia spontanea nella popolazione di base Fotsch. Si è quindi scelto di creare ibridi clonali partendo da piante femmine con maschi sterili e da piante ermafrodite con maschi fertili. Il confronto di 19 ibridi, provenienti da diverse combinazioni di piante femmine ed ermafrodite, ha permesso di selezionare una varietà produttiva, regolare e stabile dal punto di vista fitochimico, battezzata Helvetia. In seguito, la produzione di semi è stata sperimentata su vasta scala ed organizzata per rispondere interamente ai bisogni della filiera delle piante aromatiche e medicinali.

Rey C. & Slacanin I., 1999. Approche culturale et phytochimique de l'edelweiss. *Revue suisse Vitic., Arboric., Hortic.* **31** (2), 89-96.

Schwaiger S., Cervellati R., Seger C., Ellmerer E. P., About N., Renimel I., Godenir C., André P., Gafner F. & Stuppner H., 2005. Leontopodic acid – a novel highly substituted glucaric acid derivative from Edelweiss (*Leontopodium alpinum* Cass.) and its antioxidative and DNA protecting properties. *Tetrahedron* **61** (19), 4621-4630.

Siljak S., Cartier D. & Gorenflot R., 1974. Introduction à l'étude de *Leontopodium alpinum* Cass.: Variabilité morphologique et du nombre chromosomique dans les populations naturelles. *Compt. Rend. Acad. Sci. Paris. Série D, T.* **278**, 2905-2908.

Sokolowska-Kulczycka A., 1959. Apomixis in *Leontopodium alpinum* Cass. *Acta Biol. Cracov., Ser. Bot.* **2** (51-63), 2 p.

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

**EFFEUILLAGE
PNEUMATIQUE**
la véritable lutte anti-pourriture*



**COLLARD
RAPTOR**

* démontré aux vendanges 2006; les utilisateurs l'attestent!



GRUNDERCO Satigny 022 989 13 30
Method 024 459 17 71

www.grunderco.ch

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: jeanclaude.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

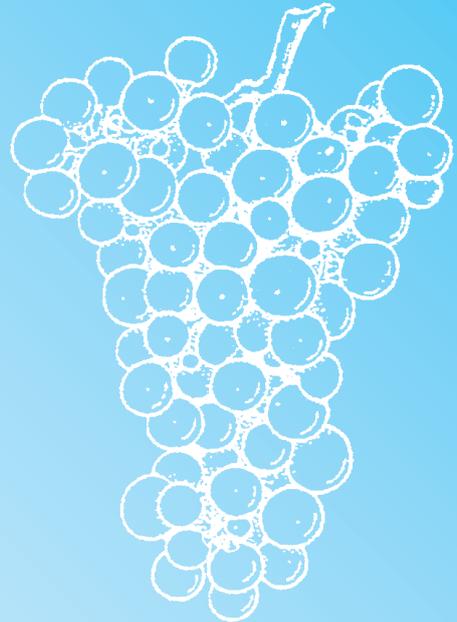
Vos vignes méritent la meilleure protection fongique

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



**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

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



Développement d'outils pour la sélection précoce de cépages résistants au mildiou

K. GINDRO, O. VIRET et J.-L. SPRING, Station de recherche Agroscope Changins-Wädenswil ACW, CP 1012, 1260 Nyon 1

 E-mail: katia.gindro@acw.admin.ch
Tél. (+41) 22 36 34 374.

Résumé

Agroscope Changins-Wädenswil a commencé en 1996 un programme de création par hybridation de variétés de vigne résistantes aux maladies fongiques. Les caractéristiques des cépages recherchés dans le cadre de ce programme sont une résistance élevée au mildiou, une faible sensibilité à l'oïdium, de bonnes caractéristiques agronomiques et un potentiel œnologique élevé. Un procédé de sélection, basé sur des critères histologiques et biochimiques, a été développé afin de définir le potentiel de résistance au mildiou (*Plasmopara viticola*) des semis de pépins de raisin issus de l'hybridation. Vingt-quatre heures après l'inoculation (hpi) artificielle des plantules, la production de callose dans les stomates est analysée par microscopie à fluorescence. A 48 hpi, la synthèse d' ϵ - et de δ -viniférine est analysée par chromatographie et, cinq jours plus tard, la densité des sporanges est déterminée à l'aide d'un spectrophotomètre. Cette méthode permet de définir rapidement le niveau de résistance des semis au mildiou. Seuls ceux qui se distinguent par une résistance très élevée sont retenus pour une évaluation agronomique et œnologique, ce qui représente un gain de temps considérable par rapport à l'évaluation de la résistance au champ. Vingt-deux cépages connus et huitante nouvelles obtentions ont été testés et classés en cinq catégories sur la base de ces critères. Les résultats d'une sélection de quarante-huit cépages sont présentés ici. L'intégralité des résultats peut être obtenue directement auprès des auteurs.

Introduction

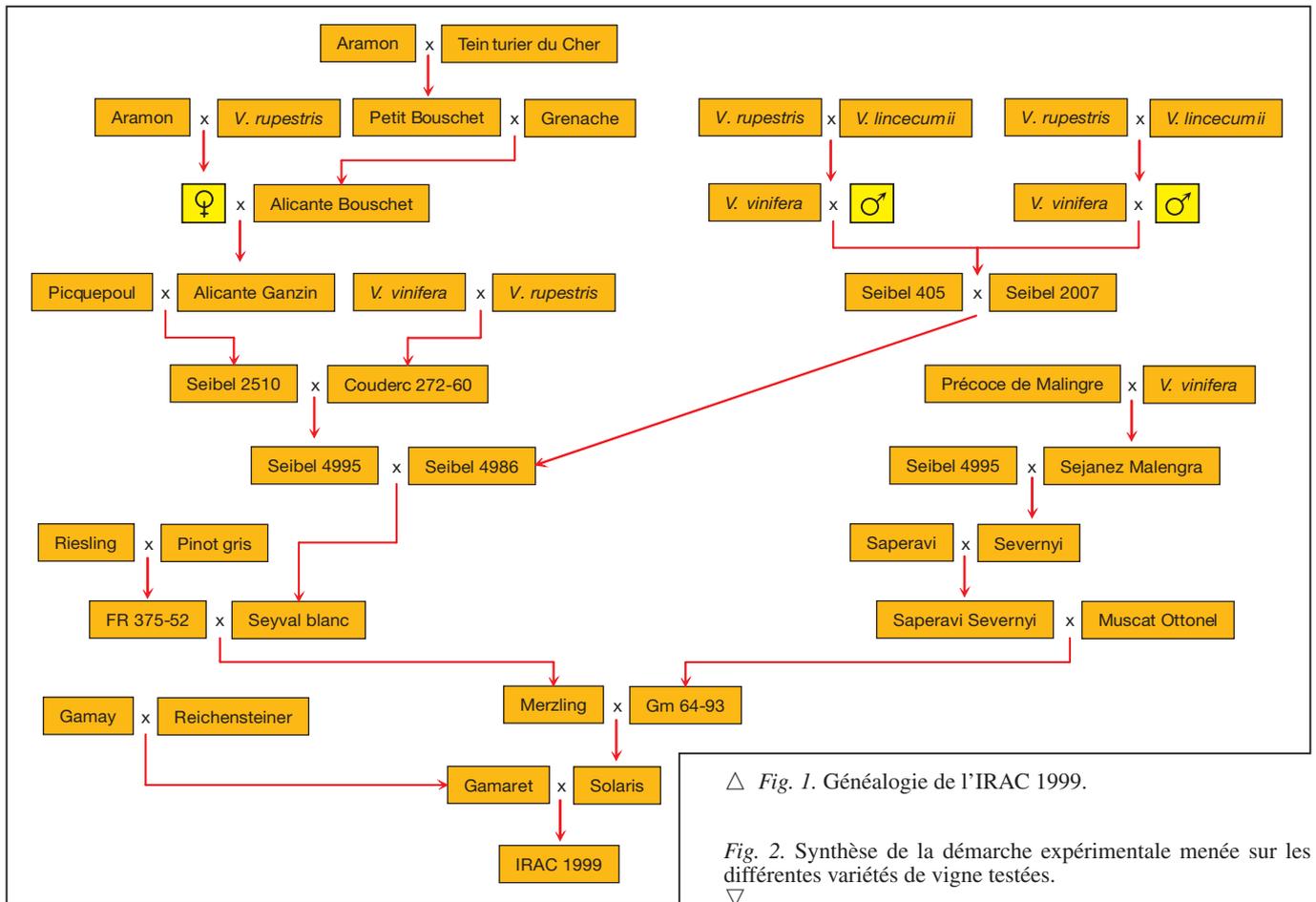
Le mildiou [*Plasmopara viticola* (Berk. et M. A. Curtis, de Bary)] est une des principales maladies de la vigne. Présent au niveau mondial, ce pathogène a provoqué en Suisse des dégâts économiques importants 30 ans sur les 56 dernières années d'observation. En fonction des conditions climatiques, l'application préventive de huit à dix traitements fongicides est nécessaire pour lutter contre ce champignon (Viret *et al.*, 2001). La plupart des cépages cultivés sont très sensibles au mildiou. La seule manière de réduire le nombre d'interventions est de disposer d'un système de prévision des risques basé sur la mesure des paramètres climatiques (Viret *et al.*, 2001). D'autres solutions, comme l'activation des défenses de la plante par l'utilisation de molécules de synthèse ou naturelles ou l'application de micro-organismes antagonistes ne se sont jusqu'ici montrées que partiellement efficaces. L'étude des gènes de

résistance de la vigne dans le but de transformer les cépages traditionnels est un autre champ d'investigation impliquant la production controversée de

vignes génétiquement modifiées. En revanche, la sélection de cépages après hybridation traditionnelle avec des géniteurs possédant des caractéristiques

Tableau 1. Schéma de sélection des cépages résistants aux maladies à Agroscope Changins-Wädenswil ACW.

Année	Stade/Opération	Remarques
1	Hybridation	Croisements avec porteurs de résistances
2	Semis Tests précoces de résistance en laboratoire	Sélection précoce de la résistance au mildiou (marqueurs)
3-7	Sélection sur ceps individuels en plein champ	Sélection de la résistance à l'oïdium et à <i>Botrytis cinerea</i> Fertilité, précocité, sensibilité aux accidents physiologiques
8-16	Sélection sur micro-parcelles de 20 ceps (1 site)	Aptitudes agronomiques et œnologiques
10-18	Essais élargis sur plusieurs sites	Aptitudes agronomiques et œnologiques Adaptation aux diverses conditions pédo-climatiques
18-20	Homologation	Diffusion par la filière de certification

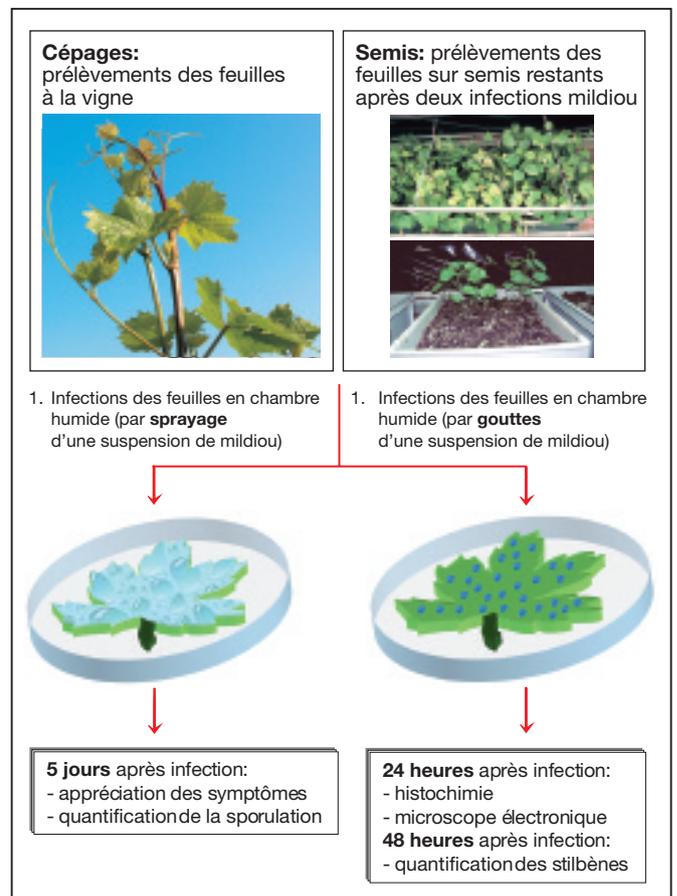


de résistance est une méthode de création de cépages résistants qui a porté ses fruits. L'introduction de mécanismes de résistance au mildiou et à l'oïdium nécessite de recourir au patrimoine génétique d'espèces sauvages américaines de *Vitis*. Le testage de la valeur agronomique et œnologique d'un large éventail de nouvelles variétés provenant de divers pays et d'instituts de recherche, issues de croisements interspécifiques entre la vigne européenne et des espèces américaines ou asiatiques, a été entrepris à Agroscope Changins-Wädenswil (ACW) dès 1992 (Spring *et al.*, 1998; Spring, 2001; Spring, 2003; Spring, 2005). A partir de 1996, un programme de création de cépages rouges résistants au mildiou, possédant une large aire d'adaptation, de bonnes caractéristiques agronomiques, un potentiel œnologique élevé et une faible sensibilité à l'oïdium et au *Botrytis*, a été entrepris par ACW. Cet article décrit une méthode rapide impliquant quatre critères analytiques au niveau histologique et biochimique, qui permet de déterminer le potentiel de résistance de variétés existantes ou de nouvelles obtentions au stade de semis de pépins de raisin obtenus après hybridation.

Matériel et méthodes

Matériel végétal et conditions de culture

Des boutures de différents cépages de *Vitis vinifera* L. et de croisements interspécifiques ont été obtenues à partir des collections et des vignobles expérimentaux d'Agroscope Changins-Wädenswil ACW. Les plants racinés ont été cultivés sous serre dans les conditions décrites par Pezet *et al.* (2004a). Au stade dix feuilles étalées, les plantes ont été placées dans un phytotron et soumises à une photopériode de 16 h de jour (22 °C), 8 h d'obscurité (18 °C) et 60% HR. Vingt-deux cépages connus ont été choisis comme référence



pour leur résistance ou leur sensibilité au mildiou. Quatre-vingts autres variétés provenant des collections d'Agroscope ACW ou nouvellement obtenues par hybridation ont été testées. Leur origine est consignée dans le tableau 2.

Plasmopara viticola

Le mildiou utilisé pour les inoculations a été prélevé dans une parcelle non traitée de Perroy (VD). Les sporanges ont été aspirés à la surface des feuilles infectées selon la méthode décrite par Pezet et Pont (1990) et stockés dans des cryo-tubes à -80 °C jusqu'à leur utilisation.

Production de callose (fig. 2)

Vingt-quatre heures après l'inoculation (hpi), la production de callose dans les stomates a été observée et quantifiée selon la méthode décrite par Gindro *et al.* (2003). Des feuilles ont été infectées à l'aide de gouttelettes de suspension de sporanges de 10 µl, contenant 2 × 10⁴ sporanges/ml. Des coupes fines réalisées avec une lame de rasoir ont été placées durant une minute dans une solution aqueuse de bleu d'aniline (0,2% dans 5% de NaHCO₃) et observées au microscope à fluorescence selon la méthode de Kortekamp *et al.* (1997). Les résultats obtenus sont exprimés en pourcentage et écart-type de stomates contenant de la callose sur 3 × 100 stomates infectés.

Analyse des stilbènes (fig. 2)

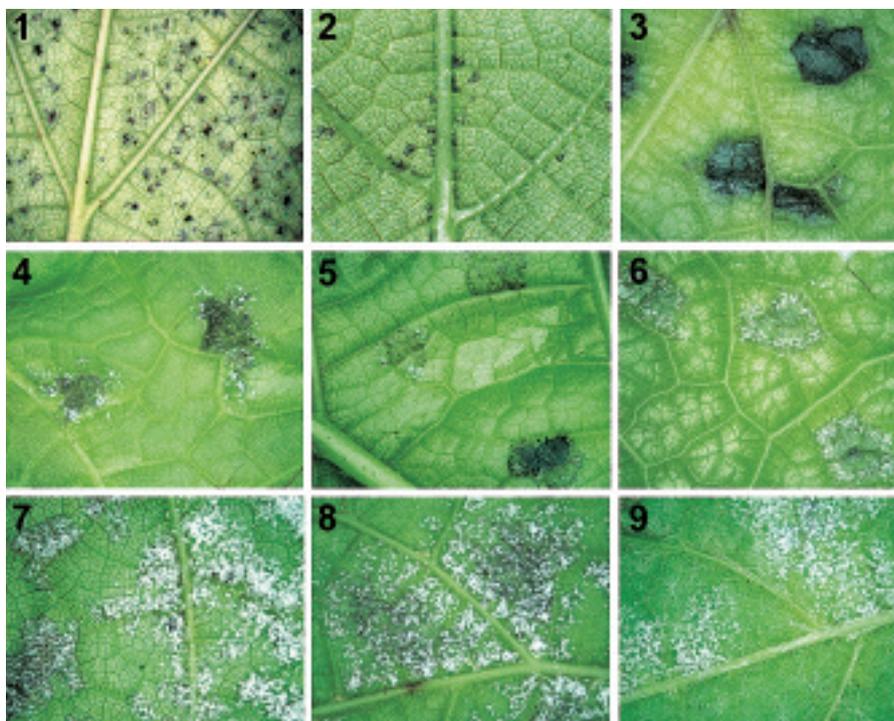
Quarante-huit heures après l'inoculation des échantillons de feuilles, des gouttelettes de suspension de sporanges ont été prélevées à l'aide d'un scalpel à raison de trois répétitions par feuille (trois feuilles par cépage analysé). Les fragments de feuilles ont été pesés et placés dans des tubes de 1,5 ml contenant 50 µl de méthanol. Les tubes ont ensuite été agités durant 10 min. à 60 °C et refroidis 5 min. dans la glace. Les stilbènes ont été analysés par chromatographie (HPLC) de 30 µl de l'extrait au méthanol obtenu (Pezet *et al.*, 2003).

Tableau 2. Caractéristiques et niveau de résistance des cépages utilisés dans les expériences.

N°	Cultivar	Parenté	NR	RL	Sélection
1	2021	Bronner × Gamaret	+++	TR	ACW (CH)
2	VB 8-1	Inconnue	+++	TR	Valentin Blattner
3	2074	Bronner × Gamaret	+++	TR	ACW (CH)
4	1999	Gamaret × Solaris	+++	TR	ACW (CH)
5	Bronner	Merzling × (Saperavi severneyi × St Laurent)	+++	TR	Freiburg (D)
6	Solaris	Merzling × (Saperavi severneyi × Muscat ottonel)	+++	TR	Freiburg (D)
7	2027	Bronner × Gamaret	+++	TR	ACW (CH)
8	1933	Bronner × Cornalin	+++	TR	ACW (CH)
9	2091	Gamaret × Bronner	+++	TR	ACW (CH)
10	1997	Gamaret × Solaris	+++	TR	ACW (CH)
11	2213	Seyval blanc × Gamaret	+++	TR	ACW (CH)
12	2062	Bronner × Gamaret	+++	TR	ACW (CH)
13	2261	Seyval blanc × Gamaret	nd	TR	ACW (CH)
14	Seyval blanc	Seibel 5656 × Rayon d'Or	++	R	Seyve-Villard (F)
15	2014	Bronner × Gamaret	++	R	ACW (CH)
16	2607	Prior × Gamaret	nd	R	ACW (CH)
17	Chambourcin	Seyve-Villard × Chancellor	++	R	Seyve-Villard (F)
18	Maréchal Foch	101-14 × (Riesling × Courtiller musqué)	++	R	Colmar (F)
19	2060	Bronner × Gamaret	++	R	ACW (CH)
20	Léon Millot	101-14 × (Riesling × Courtiller musqué)	++	R	Colmar (F)
21	2385	Garanoir × Seyval blanc	nd	PS	ACW (CH)
22	Johanniter	Riesling × (SV 12481 × (Pinot gris × Chasselas)	+	PS	Freiburg (D)
23	Regent	Diana × Chambourcin	+	PS	Geilweilerhof (D)
24	VB 86-3	Inconnue	+	PS	Valentin Blattner
25	2003	Gamaret × Solaris	+	PS	ACW (CH)
26	Prior	FR 484-87	+	PS	Freiburg (D)
27	2226	Seyval blanc × Gamaret	nd	PS	ACW (CH)
28	2208	Seyval blanc × Gamaret	nd	PS	ACW (CH)
29	Cabernet carbon	FR 377-83	+	PS	Freiburg (D)
30	2020	Bronner × Gamaret	+	S	ACW (CH)
31	2278	Seyval blanc × Gamaret	nd	S	ACW (CH)
32	2594	Prior × Garanoir	nd	S	ACW (CH)
33	2253	Seyval blanc × Gamaret	nd	S	ACW (CH)
34	2289	Seyval blanc × Gamaret	nd	S	ACW (CH)
35	Bianca	Villard blanc × Bouvier	-	S	Eger (H)
36	2611	C41 × Cabernet Cortis	nd	S	ACW (CH)
37	Pinot noir	Ancien cultivar	--	TS	Bourgogne (F)
38	1959	RAC 3219 × Solaris	nd	TS	ACW (CH)
39	Primera	(Sylvaner × Riesling) × (Riesling × Sylvaner)	--	TS	Geisenheim (D)
40	Gamaret	Gamay × Reichensteiner	--	TS	ACW (CH)
41	Gamay	Pinot × Gouais blanc	--	TS	Beaujolais (F)
42	2185	Seyval blanc × Gamaret	nd	TS	ACW (CH)
43	2292	Seyval blanc × Gamaret	nd	TS	ACW (CH)
44	Garanoir	Gamay × Reichensteiner	--	TS	ACW (CH)
45	Chasselas	Ancien cultivar	--	TS	-
46	Saphira	Arnsburger × Seyve-Villard 1-72	--	TS	Geisenheim (D)
47	Prinzpal	(Seibel 7053 × Riesling) × Ehrenfelser	--	TS	Geisenheim (D)
48	Müller-Thürgau	Riesling × Sylvaner	--	TS	Thurgovie (CH)

NR: niveau de résistance au champ, +++ très résistant (TR), ++ résistant (R), + peu sensible (PS), - sensible (S), -- très sensible (TS), nd = non déterminé. **RL:** niveau de résistance en laboratoire.

Fig. 3. Symptômes observés sur feuilles de différents cépages de vigne et nouvelles sélections (IRAC) cinq jours après infection par *Plasmopara viticola*. 1-3: variétés très résistantes présentant des nécroses sans sporulation aux sites des infections: ① IRAC 2021; ② Solaris; ③ VB 32-7. 4-6: variétés résistantes à peu sensibles présentant à la fois des nécroses et des sporulations aux sites des infections. ④ Seyval blanc; ⑤ IRAC 2014; ⑥ Léon Millot. 7-9: variétés très sensibles ne présentant pas de nécroses mais une forte sporulation. ⑦ Chasselas; ⑧ Saphira; ⑨ Prinzpal.



Densité des sporanges

(fig. 2)

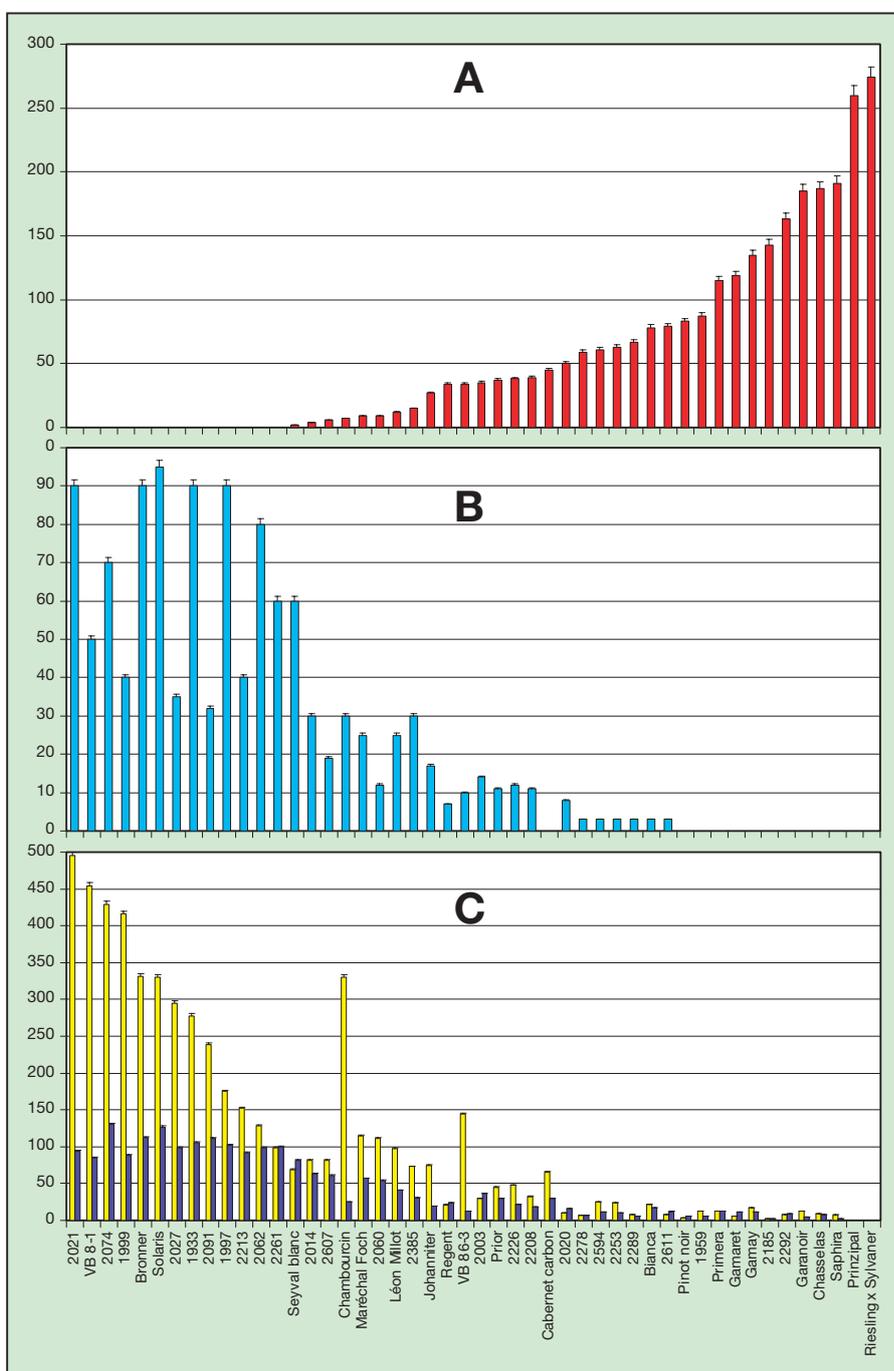
Cinq rondelles de feuilles par variété (diamètre 1 cm) ont été inoculées avec 1 ml de suspension de sporanges avec un spray et incubées en chambre humide. La densité de sporanges a été déterminée sur trois rondelles, les deux autres rondelles servant de témoin ayant été traitées avec de l'eau distillée stérile. Six jours après l'inoculation, la densité de sporanges a été mesurée par turbidimétrie à l'aide d'un spectrophotomètre (40 nm) selon Gindro et Pezet (2001), en agitant durant 1 min chaque rondelle de feuille dans 1 ml d'eau distillée. La suspension de sporanges ainsi obtenue est analysée comparativement aux valeurs d'un témoin du même cépage traité à l'eau. Les résultats obtenus sont exprimés en nombre moyen de sporanges par mm².

Résultats et discussion

Quantification de la sporulation

Les cépages considérés comme résistants présentent des nécroses importantes dans les zones d'infection sans sporulation (fig. 3), ou présentent des nécroses plus diffuses et un taux de sporulation inférieur à 15 sporanges/mm². Les variétés ont été classées de 1 à 102 (seuls 48 cépages sont présentés ici par souci de clarté) selon le taux de sporulation mesuré (fig. 4A). Vingt et une des espèces testées n'ont pas produit de sporanges et n'ont montré que des zones nécrotiques sans sporulation. Ce groupe, numéroté de 1 à 13 (tabl. 2), est considéré comme très résistant (TR). Il contient des cépages connus comme Solaris et Bronner. Les 81 variétés restantes ont montré un gradient de sensi-

Fig. 4. A. Densité de sporanges de *Plasmopara viticola* par mm² mesurée sur des feuilles de différents cultivars infectées artificiellement, cinq jours après inoculation. B. Pourcentage de stomates ayant synthétisés de la callose 24 heures après infection. C. Concentration en δ-viniférine (bleu) et ε-viniférine (jaune) 48 heures après infection mesurée aux sites mêmes des infections (μmoles/min mg PF). ▷



bilité au mildiou relatif au taux de sporulation, allant du Seyval blanc (R) avec 2 sporanges/mm² au Müller-Thurgau (TS) avec 274 sporanges/mm². Les résultats obtenus sont très bien corrélés avec les observations réalisées à la vigne durant plusieurs années au domaine expérimental d'ACW, à Pully.

Production de callose

La capacité des différents cépages à produire de la callose est présentée dans la figure 4B. A l'observation au microscope électronique à balayage ainsi qu'au microscope optique à fluorescence, des dépôts de callose ont fait très rapidement leur apparition dans les stomates infectés des cépages résistants à *Plasmopara viticola*, dans les heures qui suivent l'inoculation artificielle des feuilles (fig. 5). Ce mécanisme permet d'obturer efficacement les stomates, empêchant ainsi la pénétration du mycélium dans les feuilles et par conséquent le développement de la maladie (Gindro *et al.*, 2003). Les résultats montrent que pratiquement tous les cépages considérés comme résistants sécrètent de la callose stomatique. Lorsque plus de 40% des stomates contiennent de la callose, le cépage peut être considéré comme résistant au mildiou. Un certain nombre d'exceptions, dont la valeur est inférieure à ce seuil, a été observé, comme les hybrides IRAC 1999, 2091, 1997 et 2213. Dans ces cas, d'autres mécanismes de défense active entrent probablement en jeu.

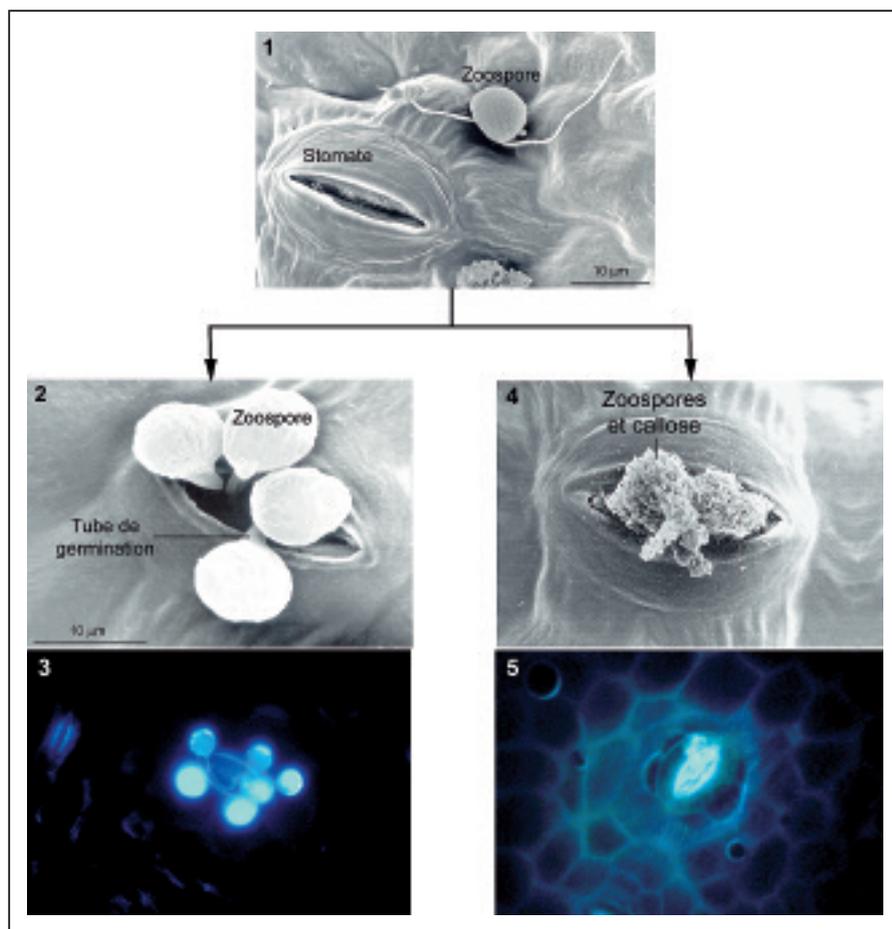


Fig. 5. Schéma global de l'infection par *Plasmopara viticola*. 1: libération des zoospores et début du processus d'infection sur cépages sensibles et/ou résistants. 2 et 3: spores enkystées et germination dans un stomate de cépage sensible (microscopie électronique et microscopie à fluorescence). 4 et 5: infections sur cépage résistant montrant la formation de callose stomatique, entourant les spores et les stoppant dans leur développement (microscopie électronique et fluorescence).

Analyse des stilbènes

Les stilbènes, ou phytoalexines stilbéniques, sont des composés phénoliques induits par un stress biotique ou abiotique en relation avec les mécanismes de défense de la vigne. Certains de ces composés dérivés du resvératrol, comme le ptérostilbène, l' ϵ - et le δ -viniférine (fig. 6) sont hautement toxiques pour le mildiou, tandis que d'autres, comme la picéide, ne le sont pas du tout. Les premiers inhibent la mobilité des zoospores, l'infection et la sporulation du mildiou (Pezet *et al.*, 2004b). A concentrations croissantes, la δ -viniférine et le ptérostilbène, et dans une moindre mesure l' ϵ -viniférine, sont les composés les plus toxiques pour le pathogène. Le ptérostilbène est fréquemment absent; de ce fait, la δ - et l' ϵ -viniférine restent les substances les plus intéressantes impliquées dans les mécanismes de résistance. Parmi les 102 variétés analysées dans cet essai, de grandes différences quantitatives et qua-

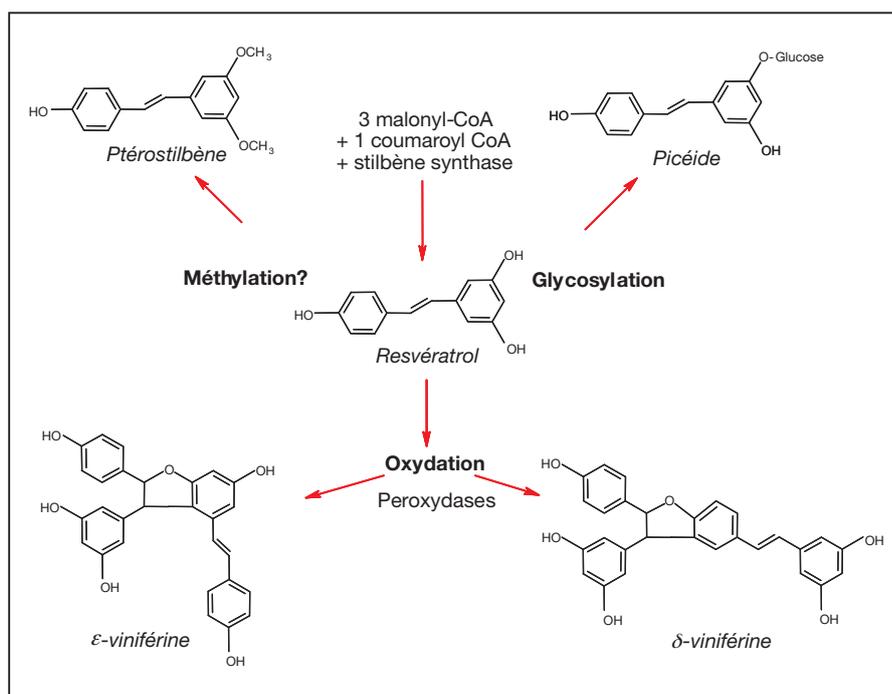


Fig. 6. Voies biochimiques de la synthèse des stilbènes de la vigne. Les points d'interrogation représentent des voies biochimiques encore inconnues et hypothétiques.

litatives ont été observées au niveau des stilbènes, en relation avec leur niveau de résistance (fig. 4C). Les cépages sensibles produisent du resvératrol en concentrations variables, mais métabolisent cette molécule par glycosylation en picéide, inoffensive pour le mildiou. Les cépages résistants, par contre, transforment le resvératrol en ε - et δ -viniférine par oxydation, des composés hautement toxiques pour le pathogène. Les concentrations analysées sont directement proportionnelles au niveau de résistance des différents cépages (fig. 4C). Vingt-deux variétés produisent plus de 80 μ moles d' δ -viniférine/mg de poids frais (PF). Cette concentration chute à mesure que la sensibilité augmente. Les concentrations en ε -viniférine des cépages très sensibles atteignent tout au plus 20 μ moles/mg PF aux sites d'infections. Une corrélation similaire existe entre la résistance au mildiou et la concentration minimale en ε -viniférine (fig. 4C). La concentration en ε -viniférine des cépages très résistants est au minimum de 100 μ moles/mg PF. Comme précédemment, cette concentration chute parallèlement à l'augmentation de la sensibilité au mildiou dans la grande majorité des cas. Le Chambourcin, un cépage résistant, fait exception, avec une production de plus de 300 μ moles/mg PF d' ε -viniférine et de 25 μ moles/mg PF seulement de δ -viniférine.

Sur la base de ces résultats, en tenant compte de la sporulation, de la callose et de la quantité de δ - et ε -viniférine 48 heures après infection, cinq niveaux de résistance ont pu être définis sur la base de seuils analytiques (tabl. 3). Aucune sporulation ne doit apparaître sur les feuilles des cépages très résistants, et par conséquent la limite de ce critère est fixée à zéro. Ajouté à cela, au moins 30% des stomates doivent contenir de la callose et la limite inférieure de la concentration en δ -viniférine est fixée à 80 μ moles et à 100 μ moles/mg PF pour l' ε -viniférine. Vingt et un cépages satisfont à ces exigences. Les seuils des autres groupes,

Tableau 3. Quantification de la densité en sporanges, de la callose et de l' ε - et δ -viniférine caractéristique des cinq catégories de résistance.

Catégorie	Sporulation (sp/mm ²)	Callose (% stomates)	ε -viniférine (μ moles/mg PF)	δ -viniférine (μ moles/mg PF)
Très résistant (TR)	0	≥ 30	≥ 80	≥ 100
Résistant (R)	> 0 et < 15	≥ 15 et < 30	≥ 40 et < 80	≥ 50 et < 100
Peu sensible (PS)	≥ 15 et < 50	≥ 6 et < 15	≥ 20 et < 40	≥ 25 et < 50
Sensible (S)	≥ 50 et < 80	≥ 2 et < 6	< 20	< 25
Très sensible (TS)	≥ 80	< 2	< 20	< 25

PF = poids frais.

Conclusions

- ❑ Quatre critères histologiques et biochimiques ont été mis au point pour la sélection de vignes résistantes au mildiou. Le taux de callose dans les stomates est déterminé par microscopie à fluorescence, la densité des sporanges par spectrophotométrie et l'analyse des stilbènes par chromatographie (HPLC).
- ❑ Cinq niveaux de résistance ont été définis sur la base de seuils analytiques des quatre critères retenus.
- ❑ Cette approche permet une sélection fiable et rapide des plantules résistantes au mildiou obtenues après hybridation.
- ❑ De 1996 à 2005, 43 croisements différents ont été exploités, 720 individus ont été sélectionnés après les tests précoces de résistance au mildiou et ont été observés individuellement au champ, 32 cépages (30 rouges, 2 blancs) ont été multipliés en micro-parcelles de vingt cepes dans un site, les premiers vins ont été élaborés en 2004 et deux cépages ont été multipliés au stade d'essais élargis sur trois sites.

soit résistant (R), peu sensible (PS), sensible (S) et très sensible (TS), ont été établis en considérant prioritairement le taux de sporulation. Certaines variétés peuvent être situées à la limite de l'une ou de l'autre des catégories. Par exemple, le n° 15 (IRAC 2014), qui présente un très faible taux de sporulation, ne peut être placé dans la catégorie des TR, même si son pourcentage de stomates avec callose est plus grand que celui qui est défini pour cette catégorie.

Les quatre critères de sélection décrits sont actuellement appliqués dans notre laboratoire afin de déterminer le potentiel de résistance au mildiou des nouveaux cépages obtenus. Les semis de pépins de raisins issus de l'hybridation peuvent ainsi être triés rapidement sur une base objective. Parmi les milliers de semis testés en 2005, 2% présentaient des caractéristiques de haute résistance (soit les catégories TR et R) et ont été rendus au sélectionneur pour en déterminer la qualité agronomique et organoleptique.

Remerciements

Nous tenons à remercier M^{me} Isabelle de Groot pour son excellent travail au laboratoire ainsi que M. Jean Taillens pour le soin particulier apporté aux

plantes. De même, nous tenons à remercier pour son soutien financier le *National Centre of Competence in Research (NCCR)*.

Bibliographie

- Gindro K. & Pezet R., 2001: Effects of long-term storage at different temperatures on conidia of *Botrytis cinerea* Pers.: Fr. *FEMS Microbiol. Lett.* **204**, 101-104.
- Gindro K., Pezet R. & Viret O., 2003. Histological study of the responses of two *Vitis vinifera* cultivars (resistant and susceptible) to *Plasmopara viticola* infections. *Plant Physiol. Biochem.* **41**, 846-853.
- Kortekamp A., Wind R., Zyprian E., 1997. The role of callose deposits during infection of two downy mildew-tolerant and two-susceptible *Vitis* cultivars. *Vitis* **36** (2), 104-104.
- Pezet R., Gindro K., Viret O. & Spring J.-L., 2004a. Glycosylation and oxidative dimerization of resveratrol are respectively associated to sensitivity and resistance of grapevine cultivars to downy mildew. *Physiol. Mol. Plant Pathol.* **65**, 297-303.
- Pezet R., Gindro K., Viret O. & Richter H., 2004b. Effects of resveratrol, viniferins and pterostilbene on *Plasmopara viticola* zoospore mobility and disease development. *Vitis* **43** (2), 145-148.
- Pezet R., Perret C., Jean-Denis J. B., Tabacchi R., Gindro K. & Viret O., 2003. δ -viniferin, a resveratrol dehydrodimer: one of the major stilbenes synthesized by stressed grapevine leaves. *J. Agric. Food Chem.* **51**, 5488-5492.
- Spring J.-L., 2001. Premières expériences avec les cépages interspécifiques Merzling, Johanner, Bronner et Solaris en Suisse romande. *Revue suisse Vitic., Arboric., Hortic.* **33** (2), 57-64.
- Spring J.-L., 2003. Expérimentation des cépages interspécifiques d'origine hongroise Bianca, Lilla et Nero en Suisse romande. *Revue suisse Vitic., Arboric., Hortic.* **35** (3), 159-164.
- Spring J.-L., 2005. Expérimentation en Suisse romande de nouveaux cépages rouges résistants aux maladies. *Revue suisse Vitic., Arboric., Hortic.* **37** (5), 255-261.
- Spring J.-L., Jermini M., Maigre D. & Murisier F., 1998. Regent, un nouveau cépage résistant aux maladies. Expériences en Suisse romande et au Tessin. *Revue suisse Vitic., Arboric., Hortic.* **30** (6), 347-351.
- Viret O., Bloesh B., Taillens J., Siegfried W. & Dupuis D., 2001. Préviation et gestion des infections du mildiou de la vigne (*Plasmopara viticola*) à l'aide d'une station d'avertissement. *Revue suisse Vitic., Arboric., Hortic.* **33** (2), I-XII.

Zusammenfassung

Entwicklung von Methoden für die Züchtung mehltau-resistenter Traubensorten

Seit 1996 betreibt Agroscope Changins-Wädenswil ein Hybridisierungs-program für die Züchtung widerstandsfähiger Rebsorten. Die Zuchtziele sind hohe Resistenz für den falschen Mehltau, schwache Empfindlichkeit für den echten Mehltau, sowie gute agronomische und oenologische Eigenschaften. Histologische und biochemische Kriterien werden berücksichtigt, um das Resistenzpotential der Sämlinge für *Plasmopara viticola* zu erkennen. 24 Stunden nach künstlicher Inokulation der Sämlinge, wird die Produktion von Kallose in den Spaltöffnungen mittels Fluoreszenzmikroskopie analysiert. Nach 48 Stunden wird die Synthese von ϵ - und δ -Viniferin durch Chromatographie (HPLC) untersucht und 5 Tage später die Dichte der Sporangien mit dem Spektrophotometer bestimmt. Dieser Ansatz ermöglicht eine rasche Bestimmung des Resistenzgrades der Sämlinge. Nur die Sämlinge mit einem hohen Resistenzgrad werden für weitere agronomische und oenologische Untersuchungen erhalten. Dies stellt ein bedeutender Zeitgewinn gegenüber Erhebung der Mehltauresistenz im Feld dar. 22 bekannte Rebsorten und 80 Neuzüchtungen wurden mit diesem Verfahren getestet und in fünf Resistenzkategorien unterteilt. Aus Platzgründen werden in diesem Artikel die Daten von 48 Sorten präsentiert. Die Gesamtheit der Daten kann bei den Autoren erhalten werden.

Riassunto

Metodi per la selezione precoce di uve resistenti alla Peronospora

Agroscope Changins-Wädenswil ha iniziato nel 1996 un programma di creazione di varietà di uve resistenti alle malattie fungine per mezzo dell'ibridazione. Le caratteristiche ricercate sono un'alta resistenza alla Peronospora, una bassa sensibilità all'oidio, delle buone caratteristiche agronomiche ed un elevato potenziale enologico. Un metodo basato su criteri istologici e biochimici è stato sviluppato al fine di definire il livello di resistenza dei semi dell'uva derivati dall'ibridazione alla Peronospora (*Plasmopara viticola*). 24 ore dopo l'inoculazione artificiale della piantina, la produzione di callosi negli stomi è analizzata tramite microscopia di fluorescenza. 48 ore dopo l'infezione, la sintesi di ϵ - e δ -viniferina è analizzata tramite cromatografia, e cinque giorni dopo la densità degli sporangii è determinata per mezzo di uno spettrofotometro. Questo metodo permette di definire rapidamente il livello di resistenza dei semi alla Peronospora. Solo le piante che presentano un'alta resistenza sono prese in considerazione per una valutazione agronomica ed enologica, permettendo un guadagno di tempo considerevole rispetto alla valutazione della resistenza sul campo. 22 varietà conosciute e 80 nuovi ibridi sono stati testati e hanno potuto essere classificati in cinque categorie sulla base di questi criteri. Per ragioni di spazio, quest'articolo presenta i risultati di 48 varietà. I risultati completi possono essere richiesti direttamente agli autori.

Summary

Development of methods to determine level of resistance to *Plasmopara viticola* for early selection in grapevine cultivars

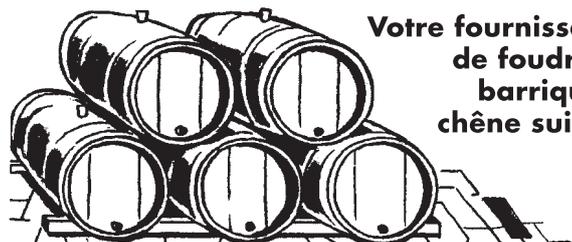
Since 1996, Agroscope Changins-Wädenswil runs a breeding program for resistant grapevine cultivars. Selection aims are: high downy mildew resistance, low sensitivity to powdery mildew, good agronomical characteristics and high oenological potential. Seedlings obtained after hybridisation were screened according to four criteria, including histological and biochemical analyses, based on different mechanisms of resistance to grapevine downy mildew. 24 hours post-inoculation (hpi), the production of callose in the stomata was analysed by fluorescent microscopy. 48 hpi

the synthesis of ϵ - and δ -viniferin was analysed by chromatography (HLC) and 5 days later sporangia density was determined with a spectrophotometer. This approach allowed a rapid selection based on objective criteria. Only the most resistant plantlets were retained for further agronomical and oenological evaluation. The selection procedure can thus be significantly reduced compared to the evaluation of resistance in the field. 22 known grapevine cultivars and 80 new hybrids were tested and classified in five resistance groups. This paper presents the results obtained with a selection of 48 cultivars. The whole data set for the 102 cultivars is available at the authors address.

Key words: *Plasmopara viticola*, resistance, grapevine, stilbens, callose.

Tonnellerie Thurnheer
Kirchgasse 11
9442 Berneck
Tél. 071 744 15 31
Fax 071 744 79 31
E-mail: info@kueferei.com – www.kueferei.com

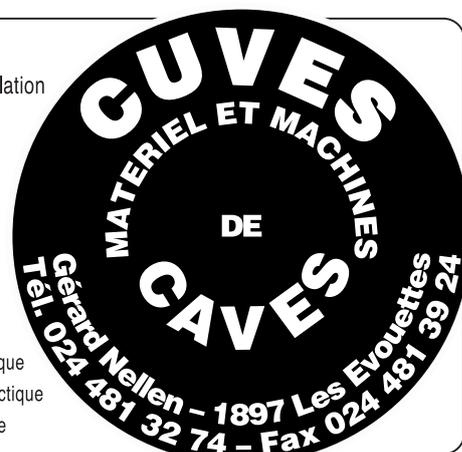
Kueferei Thurnheer
SEIT 1854



**Votre fournisseur
de foudres,
barriques
chêne suisse**

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



KARL STREULI SA – Katzenrütistrasse 79 – 8153 RÜMLANG

Nous avons le plaisir de vous informer que notre collaborateur, M. Ulrich Dreier, qui a travaillé plus de 19 ans chez nous, a repris depuis le 1^{er} mars 2007 notre secteur de machines de cave.

Nous profitons de cette occasion pour remercier très sincèrement tous nos clients de leur fidélité de longue date, voire de décennies, à notre maison et espérons vivement qu'ils continueront à accorder leur confiance à M. Dreier.

Nous souhaitons à M. Dreier bonne chance et beaucoup de succès avec sa nouvelle entreprise.



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

J'ai le plaisir de vous informer que j'ai repris depuis le 1^{er} mars 2007 le secteur de machines de cave de la maison Karl Streuli SA. L'administration se trouve dès lors à Estavayer-le-Lac, tandis que le local d'exposition et l'atelier restent à la Riedackerstrasse 5 à Rümlang.

Mes collaborateurs et moi-même mettrons tout en œuvre pour continuer à vous servir de manière compétente et rapide et je serais très heureux si, à l'avenir également, vous m'accordiez votre confiance.



22.-26.04.2007
MESSE STUTTGART
Stand 12.0.102-104

Antonio Carraro
Tractor people

ANTONIO CARRARO / Tractor people
SX 8400 Serie **TIGRONE**
- Leistung 50/67 kW/PS • 40 km/h • Getriebe mit 24 Gängen

UNSERE VERTRIEBSPARTNER:

Josef Knüsel Fähn - Auharweg 6403 Küssnacht a. R. Tel. 041 850 15 33 www.knuesel-sepp.ch	Bernard Frei & Cie SA Rue des Moulins 22 2114 Fleuryer Tel. 032 - 8672020 www.bernardfrei.ch	Silent AG Mattenstrasse 2 8112 Oetlingen Tel. 044 - 847 27 27 www.silentag.ch
--	--	---

www.antonio carraro.com



Des plantes de qualité
pour un meilleur rendement

Himbo-Top®

La framboise d'automne attractive qui offre de nouvelles possibilités.

Les avantages:

- Gros fruits, fermes, rouge brillant, attractifs, faciles à cueillir
- Début de récolte 6 à 8 jours après «Autumn Bliss», durée de récolte 6 à 8 semaines
- Productivité exceptionnelle
- Plante robuste et saine, pousse vigoureuse

Hauenstein Rafz
BAUMSCHULEN

 Hauenstein SA • Pépinières • 8197 Rafz
Tél. 044 879 11 22 • Fax 044 879 11 88
info@hauenstein-rafz.ch • www.hauenstein-rafz.ch

Le chancre bactérien de la tomate

(*Clavibacter michiganensis* subsp. *michiganensis*)

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

Le chancre bactérien est la plus grave bactériose de la tomate. Il est d'autant plus redoutable qu'aucun produit phytosanitaire n'est actuellement autorisé pour le combattre. En effet, les traitements à base de cuivre n'ont qu'une action préventive et montrent leurs limites dès que l'inoculum a dépassé un certain seuil. Seules les mesures préventives et la détection précoce des symptômes permettent de limiter les dégâts.

Symptômes et dégâts

Le flétrissement (fig.1) est assez brutal et se manifeste avant le jaunissement de la plante. Il commence par les folioles situées d'un même côté d'une feuille, progresse ensuite de manière rapide et irréversible provoquant un arrêt de croissance de la plante. En conditions exceptionnellement chaudes et humides apparaissent de petits chancres ouverts sur les tiges, le long des pétioles et de la nervure centrale des feuilles. Des exsudats peuvent s'en échapper et les bactéries vont contaminer les organes aériens: petites taches blanches évoluant en chancres bruns, taches blanches avec centre brun prenant l'aspect d'un «œil d'oiseau» sur les fruits (fig. 2). Ce dernier symptôme, caractéristique de la maladie, n'apparaît que quand celle-ci est bien installée. Cette bactériose est vascu-

laire. Les tissus aux nœuds des plantes infectées sont mous lorsqu'on les pique avec la pointe d'un couteau. En coupe, les tiges présentent un jaunissement des vaisseaux (fig. 3), évoluant vers le brunissement. Les bactéries obstruent progressivement les vaisseaux et circulent dans la plante jusqu'aux fruits. Les graines peuvent être infectées.

Dispersion et conservation

Les plantes infectées par la semence sont en général peu nombreuses. A partir de ces premières plantes contaminées, la dissémination de la maladie a lieu d'une plante à l'autre par les mains ou les outils lors des travaux: taille, effeuillage, récolte, palissage, etc. La bactérie se propage également par la solution nutritive ou l'arrosage par aspersion. Elle pénètre dans la plante par les blessures naturelles ou artificielles, aériennes ou racinaires. La dispersion suit souvent une ligne de plantation (fig. 4). Les flétrissements apparaissent bien plus tard, souvent à la maturation des premiers fruits. Il est alors trop tard pour prendre des mesures prophylactiques: l'infection est déjà dispersée depuis longtemps.

La bactérie se conserve pendant plusieurs années dans le sol, les débris végétaux, la structure des abris et divers matériels (support de culture, goutteurs, tuteurs) ou sur les outils. Les semences sont aussi une forme de conservation: la bactérie y demeure viable pendant au moins huit mois.

Facteurs favorables

Les conditions climatiques favorables à son développement sont une hygrométrie élevée (plus de 80% d'humidité) et des températures comprises entre 18 et 28 °C. De plus, les plantes très vigoureuses par excès d'azote seraient plus sensibles.



◀ Fig. 1. **Chancre bactérien:** flétrissement généralisé des plantes atteintes dû à l'obstruction des vaisseaux par la bactérie.

▼ Fig. 2. **Chancre bactérien:** petites nécroses typiques sur les fruits, entourées d'un halo clair leur donnant l'aspect d'un «œil d'oiseau».



Moyens de lutte

Avant plantation

- Pour éviter l'introduction et la propagation de la bactérie sur l'exploitation, il faut utiliser des semences saines désinfectées testées par immunofluorescence ou des plants sains.
- La serre – système d'irrigation, matériel (caisses, outils), supports de culture – doit être désinfectée avant la plantation. Les désinfectants doivent être choisis en fonction des problèmes rencontrés sur la culture précédente (voir également la fiche «Désinfection des serres», à paraître).

En cours de culture

- Respecter les mesures prophylactiques usuelles.
- Maintenir les abords de culture propres et désherbés.
- Mettre à l'entrée du hall principal et de chacune des cellules un pédiluve avec un produit désinfectant homologué pour cet usage (par exemple Phénoseptyl POV). Renouveler régulièrement la solution et nettoyer le pédiluve. Comme la matière organique inactive ce type de produit, il est préférable de nettoyer les chaussures au jet à haute pression avant de passer dans le pédiluve.
- Assurer une bonne aération, apporter une fertilisation adaptée, éviter les excès d'azote, éviter les densités trop élevées.
- Travailler toujours dans le même sens sur la ligne. Affecter si possible le personnel ou, au moins, la tenue de travail (gants, combinaison, chaussures) à une unité.
- Désinfecter régulièrement les mains au moins à l'entrée et à la sortie de chaque unité de culture. Un lavage soigné à l'eau chaude et au savon est suffisant. Des produits désinfectants appropriés peuvent également être utilisés.
- Désinfecter le plus souvent possible le petit matériel et les outils de taille: en disposant d'un jeu d'outils, le temps d'immersion peut être respecté. Utiliser de l'éthanol à 70% ou d'autres produits bactéricides recommandés pour la désinfection des instruments.
- Eviter les échanges de matériel d'une exploitation à une autre. Si c'est le cas, le désinfecter avant le transport.

- Eliminer rapidement les déchets de culture (feuilles, fruits, etc.) de préférence par enfouissement.
- Appliquer les traitements cupriques préventifs par temps frais, humide et couvert, surtout sur les jeunes plants. Après l'apparition des premiers symptômes, leur efficacité est insuffisante.
- Contrôler l'accès des personnes dans les serres. Lors des visites, des mesures de prévention doivent être prises (gants, combinaisons propres et sur chaussures à usage unique).
- Sensibiliser le personnel aux mesures de prophylaxie: il doit connaître le mode de transmission et les symptômes du chancre bactérien et signaler tout symptôme suspect au chef de culture.

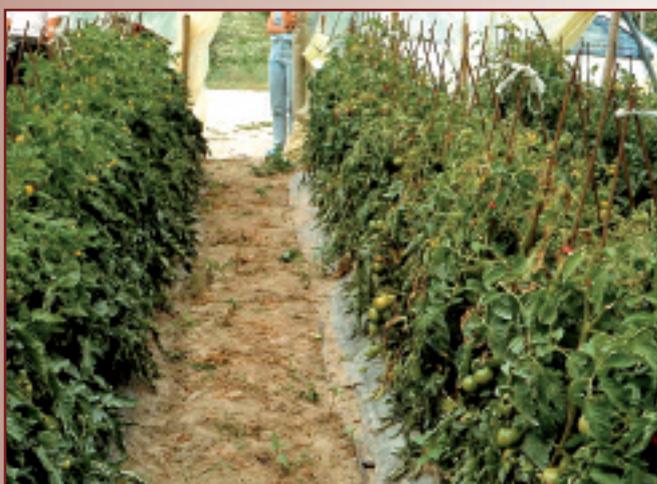
En présence de chancre bactérien

- Avertir en premier le service phytosanitaire cantonal qui renseignera sur la marche à suivre et les échantillons à prélever.
- Faire analyser les plantes suspectes par un laboratoire spécialisé.
- Arracher les plantes malades et leurs voisines dès le début des symptômes. **Laisser sécher les plantes une journée avant de les enlever:** il y aura moins de sève, source de contamination. Les plantes doivent être mises sur place dans un sac de plastique, évacuées de la serre puis brûlées.
- Marquer les secteurs contaminés et les travailler en dernier, toujours dans le même sens. Placer éventuellement un pédiluve et de quoi se désinfecter les mains au niveau des rangées ou sections infectées.
- Restreindre au maximum l'accès à la zone infectée.
- Réserver du matériel spécifiquement pour les rangées infectées. Les vêtements et le matériel (séateurs, caisse de récolte, chariots, etc.) utilisés dans la zone doivent y rester affectés.
- Désinfecter la solution nutritive en cas de recyclage (traitement thermique, UV, ozonisation).
- Prévoir un nettoyage et une désinfection complète et rigoureuse de la serre en fin de culture, si possible avec un vide sanitaire.
- Signaler à vos clients, conseillers et fournisseurs que la bactérie est présente sur votre exploitation.



◀ Fig. 3. **Chancre bactérien:** coupe transversale d'une tige montrant le brunissement des vaisseaux infectés par la bactérie. Leur obstruction conduit au flétrissement irréversible de la plante. Attention, une confusion est possible avec des symptômes de verticilliose ou de fusariose!

▼ Fig. 4. **Chancre bactérien:** l'infection suit généralement la ligne de culture. A gauche, ligne saine, à droite, ligne contaminée.





JardinSuisse, nouvelle association suisse de la branche horticole

JardinSuisse, association suisse des entreprises horticoles, est sur le point de voir le jour. JardinSuisse est le fruit de la fusion de cinq associations professionnelles.

Le 9 février 2007 à Berne, les représentants de cinq associations profession-

nelles ont signé un contrat de fusion afin de créer «JardinSuisse». Il s'agissait des représentants du Verband Schweizerischer Gärtnermeister, de l'Association des horticulteurs de la Suisse romande, de l'Association des pépiniéristes suisses, de l'Association des centres de jardinage et de l'Association des pépiniéristes forestiers suisses.

Les négociations ont été parfois difficiles, mais toujours empreintes de compréhension mutuelle et de la volonté d'aboutir à un résultat profitable à tous les membres, quelle que soit la taille de leur entreprise, leur origine géographique ou leur spécialisation professionnelle.

Ce rapprochement a été ratifié par les assemblées générales de toutes les associations.

Avec JardinSuisse, la branche horticole suisse sera représentée dans son en-

semble. Elle sera plus perceptible pour le public et pourra mieux faire valoir ses droits et prétentions. Les membres jouiront d'une palette de prestations élargie et améliorée. JardinSuisse devrait conduire à une association commune renforcée, tout en tenant compte des besoins individuels des membres et des divers domaines professionnels au sein de la branche.

Renseignements:

*Association des horticulteurs de la Suisse romande,
M. J. Cartier, tél. 021 802 13 43,
e-mail: info@ahsr.ch*

*Verband Schweizerischer Gärtnermeister,
M. C. Vercelli, tél. 044 388 53 11,
e-mail: c.vercelli@gplus.ch*

Chronique

Le Prix Phytothérapie eco natura 2007 attribué à un chercheur de Médiplant

Le Prix Phytothérapie eco natura 2007 a été attribué à Xavier Simonnet pour ses travaux remarquables sur *Artemisia annua*. Cette plante très recherchée est à la base des seuls traitements réellement efficaces contre les souches de malaria résistantes.

M. Xavier Simonnet, ingénieur agronome, est chef du projet *Artemisia annua* mené par Médiplant. *Artemisia annua* (armoïse annuelle) est connue depuis des temps très reculés en Chine pour ses propriétés fébrifuges. Sous l'impulsion de l'OMS, cette astéracée est, depuis quelques années, le fer de lance de la stratégie internationale de lutte contre le paludisme. L'artémisinine, molécule localisée dans les feuilles de cette plante, est aujourd'hui à la base des seuls traitements réellement efficaces contre les souches de malaria résistantes. La mise en culture d'*Artemisia annua* est l'unique réponse à la demande mondiale croissante d'artémisinine à bas prix.

Médiplant, avec l'appui de la Station de recherche Agroscope Changins-Wädenswil ACW et du Canton du Valais, mène depuis une quinzaine d'années de nombreuses recherches pour la sélection et la mise en culture de cette plante. Cultiver une nouvelle espèce nécessite préalablement une somme considérable de recherches. Celles-ci ont des objectifs divers, notamment connaître la biologie de l'espèce, mettre au point une

technique analytique adaptée, localiser les métabolites recherchés, étudier la variabilité, comprendre la dynamique des métabolites et comprendre la génétique. C'est ce que l'équipe de Médiplant a réalisé; elle est actuellement en mesure de proposer des variétés productives en artémisinine (record international avec 1,5% d'artémisinine). Ce succès, mais également la connaissance de l'espèce et de ses exigences culturales, permettent à Médiplant d'intervenir depuis plusieurs années dans de nombreux pays (Afrique, Inde, Amérique du Sud) pour appuyer le développement de cette nouvelle culture. Les surfaces cultivées à partir des variétés de Médiplant couvrent aujourd'hui quelques milliers d'hectares. Cette participation active à la lutte contre la malaria est une motivation et une satisfaction toute particulière pour les chercheurs associés à ces travaux.

Le Prix Phytothérapie eco natura 2007 a été décerné le 15 mars 2007 à Lausanne dans le cadre de la 2^e Journée romande de phytothérapie médicale organisée par la Société suisse de phytothérapie médicale (SSPM). Cette dis-



inction a été remise à M. Simonnet par le Prof. Kurt Hostettmann, directeur du Laboratoire de pharmacognosie et phytochimie de l'Université de Genève, et par M. Flavio Nappo, représentant la firme Sandoz, avec la mention suivante: «Pour sa contribution importante à l'amélioration des cultures de plantes médicinales, ainsi que pour ses travaux remarquables dans la sélection de variétés d'*Artemisia annua* à haute teneur en artémisinine offrant ainsi un moyen de lutte efficace contre la malaria.»

*Christoph Carlen,
Agroscope ACW / Médiplant*

Rue de la Gare 20 - 22 2525 Le Landeron Tél. 032 751 37 95
 info@angelrath.ch www.angelrath.ch Fax 032 751 31 44



LIVERANI



**CARGO PALETTE 600
NEUF OU OCC.**

Détail - Fr. 190.-
 Dès 20 pces. Fr. 175.-
 Dès 40 pces. Fr. 160.-
 Prix neuf - Fr. 329.-

Equipements de cave et de vigne - Cuves inox sur pieds - Compresseur
 Filtres - Pompes à vin - Raccords - Emballages carton - Rubans adhésifs



Contactez-nous !



**Standard et sur mesure
Nombreuse cuves en stock**

Grande bouteilles, cire à cacheter
 Chambre à air, AIREM et ECO-V
 Echangeur à chaleur flexible en inox
 Cadre grillage galvanisé
 189.- dès 10 pces
 Etagères de palettes, rampe alu
 Capsule BVS dès 55.- 0/100 au détail

Cuno leader mondial

dans la conception et la fabrication
de produits filtrants pour l'industrie vinicole.

Plus de 85 années
d'expérience
dans la filtration
dont 30 ans
avec le système
lenticulaire
Zeta Plus®

200 brevets et
300 marques.

Présence mondiale.

Innovation
continue.

Cotée en bourse
au marché
NASDAQ.

Certifiée
ISO 9002.

www.cuno.com

CUNO

Fluid Purification

Distributeur exclusif pour la Suisse Suisse romande Tél. 026 912 09 00
 LIGACON, W. Röhl & Cie SA Fax 026 912 09 10
 Suisse alémanique Tél. 052 354 20 00
 Fax 052 354 20 50

La solution vraie et simple au problème!

Mauskiller U2

Pellets de gazéification très efficace et rapide contre les **campagnols**. Pas d'autocombustion, détonation, formation de fumée! N'est pas toxique pour les plantes ou les animaux qui mangent les rongeurs.

Seulement permis à des personnes qualifiées.



Schneiter AGRO SA

5103 Möriken Tél. 062 893 28 83 www.schneiteragro.ch

++
VINI&DISTILLATI
Delea

Via Zandone 11 - 6616 Losone - Suisse
 Tél. +41 91 791 08 17 - Fax +41 91 791 59 08
 www.delea.ch - E-mail: vini@delea.ch

**À VENDRE
EFFEUILLEUSE AVIDOR PRIMA STANDARD**

Année 2000, deux têtes électriques, très bon état
 Prix neuf CHF 30000.-, occasion CHF 17000.-

www.fischer-sarl.ch
Collombey/VS

FISCHER

FISCHER nouvelle Sàrl.
 Votre spécialiste de la pulvérisation
 1868 Collombey-le-Grand
 En Boverly A
 Tél. 024 473 50 80

BOUCHONS Schlittler

E. & H. Schlittler Frères SA
 Autschachen 41
 CH-8752 Naefels / Gl
 Tél. +41 (0)55 618 40 30
 Fax +41 (0)55 618 40 37
 info@swisscork.ch

FABRIQUE DE BOUCHONS ET DE LIÈGE AGGLOMÉRÉ

- BOUCHONS EN LIÈGE
- CAPSULE À VIS VINIVIS
- BOUCHONS SYNTHÉTIQUES NOCORK-E
- BOUCHONS À TÊTE NOCORK SPIRIT®
- TIRE-BOUCHONS PULLPARROT

CONSULTEZ LE SITE
WWW.SWISSCORK.CH



La biofumigation, une méthode de lutte contre les maladies du sol

V. MICHEL¹, H. AHMED et A. DUTHEIL², Station de recherche Agroscope Changins-Wädenswil ACW, Centre des Fougères, CH-1964 Conthey

 E-mail: vincent.michel@acw.admin.ch
Tél. (+41) 27 34 53 511.

Introduction

Les maladies du sol sont des contraintes biologiques qui limitent la production de nombreuses cultures. Elles peuvent être causées par des champignons ou des bactéries. Dans les régions tempérées, les maladies fongiques prédominent. Les plus importantes appartiennent aux genres *Phytophthora*, *Verticillium*, *Fusarium*, *Pythium*, *Rhizoctonia*, *Thielaviopsis*, *Pyrenochaeta* et *Sclerotinia*. Beaucoup de ces pathogènes attaquent de nombreuses plantes hôtes. La verticilliose par exemple, causée par *Verticillium dahliae* et *V. albo-atrum*, provoque des flétrissements sur tomate, poivron, pomme de terre, fraise, différentes plantes médicinales, abricotier, etc. (Pegg et Brady, 2002). En conséquence, une lutte contre les maladies du sol basée sur la rotation des cultures s'avère souvent difficile. D'autant plus que ces pathogènes forment des structures de survie telles que des (micro) sclérotés*, des chlamydospores* ou des oospores* qui persistent pendant des années dans le sol. Les autres moyens de lutte ont aussi leurs limites. Par exemple, l'utilisation de variétés résistantes est souvent limitée par leurs autres caractéristiques telles que le rendement ou la qualité, qui ne correspondent pas aux attentes de la production, du commerce ou des consommateurs. Quant aux méthodes de lutte physique, telles que la stérilisation à la vapeur ou la solarisation*, elles sont soit très coûteuses, soit

¹Avec la collaboration technique de R. Carron et M. Fellay.

²Etudiant à l'ENITA de Clermont-Ferrand, BP 35 - 63370 Lempdes, France.

*Les mots munis d'un astérisque sont définis dans l'encadré «Glossaire».

Résumé

La biofumigation est une méthode biologique visant à réduire le nombre de pathogènes, de ravageurs et de semences de mauvaises herbes dans le sol. Elle est basée sur l'utilisation de plantes riches en glucosinolates, principalement des crucifères. Lors de la décomposition de ces plantes, les glucosinolates sont transformés en isothio- et thiocyanates, molécules volatiles et toxiques pour certains organismes du sol. L'effet de la biofumigation contre la verticilliose, une maladie du sol, a été testé dans une série d'essais au champ et en pot. Les microsclérotés, forme de survie de la verticilliose dans le sol, ont pu être réduits de 19 à 74%. L'efficacité de la biofumigation dépend beaucoup de l'application correcte de cette méthode.

Glossaire

- Chlamydospore:** cellule à paroi épaisse (forme de résistance) chez certains champignons.
- Enzyme:** substance organique soluble qui catalyse une réaction biochimique.
- Fumigant:** substance utilisée pour la fumigation, une méthode de stérilisation basée sur des produits chimiques volatils et toxiques qui sont injectés dans l'espace à traiter (sol, local de conservation).
- Glucosinolate:** molécules organique qui contient du soufre, de l'azote et des dérivés de glucose.
- (Micro)sclérote:** chez certains champignons, organe de conservation de forme et de taille variables. Les microsclérotés sont des sclérotés de petites tailles.
- Mycélium:** appareil végétatif des champignons, formé de filaments ramifiés, généralement blancs.
- Oospore:** spore des champignons appartenant aux oomycètes pourvue d'une paroi épaisse lui permettant de survivre dans le sol.
- Solarisation:** méthode de stérilisation du sol basée sur l'augmentation de la chaleur en couvrant le sol avec un plastique transparent.
- Vacuole:** cavité du cytoplasme des cellules, renfermant diverses substances en solution dans l'eau.
- Xylème:** tissu végétal composé de cellules mortes avec la fonction de transporter la sève brute des racines aux feuilles.

pas praticables dans notre environnement (manque de soleil). Enfin, les produits phytosanitaires contre les maladies du sol sont très peu nombreux et leur efficacité est limitée.

Récemment, la recherche internationale s'est intensifiée afin de trouver de nouvelles méthodes de lutte contre les maladies et ravageurs du sol. L'élément déclencheur a été l'interdiction du bromure de méthyle, un fumigant* chimique très efficace (Ristaino et Thomas, 1997). Ce produit à large spectre permet de se débarrasser de la quasi-totalité des organismes nuisibles dans le sol tels que champignons, bactéries, insectes, nématodes et mauvaises herbes. Mais l'effet destructeur du bromure de méthyle sur la couche d'ozone a provoqué son interdiction dans les pays développés depuis le 1.1.2005 (Protocole de Montréal de 1997). Cette interdiction a fortement stimulé le développement d'alternatives, surtout dans des pays grands utilisateurs de bromure de méthyle. En Italie, deuxième consommateur de bromure de méthyle après les Etats-Unis, un grand intérêt pour des nouvelles méthodes de lutte existe (Gullino *et al.*, 2003). Parmi celles-ci figure la biofumigation, méthode développée dans plusieurs pays tels que l'Australie, les Etats-Unis et l'Italie (Kirkegaard et Matthiessen, 2004; Morra, 2004; Lazzeri *et al.*, 2004b). Actuellement, la biofumigation est fortement développée en Italie par l'institut de recherches ISCI (Istituto sperimentale per le colture industriali), à Bologne. Cet institut est également actif dans la sélection de variétés spécifiquement conçues pour la biofumigation. Elles sont commercialisées sous le label Bluformula (www.bluformula.com) par la maison Cerealtoscana à Livourne (Italie).

De 2003 à 2005, l'efficacité de la biofumigation contre la verticilliose du fraisier et du poivron a été testée par Agroscope Changins-Wädenswil, au domaine expérimental de Bruson et au Centre des Fougères, ainsi que chez deux producteurs à Riddes et à Saxon. Les résultats de ces essais sont présentés ici, avec des conclusions pour une application optimale de la biofumigation.

Matériel et méthodes

Principe de la biofumigation

La biofumigation est une méthode culturale qui permet de réduire le nombre de pathogènes (champignons, bactéries), de ravageurs (insectes, nématodes) et de semences de mauvaises herbes dans le sol. Elle est

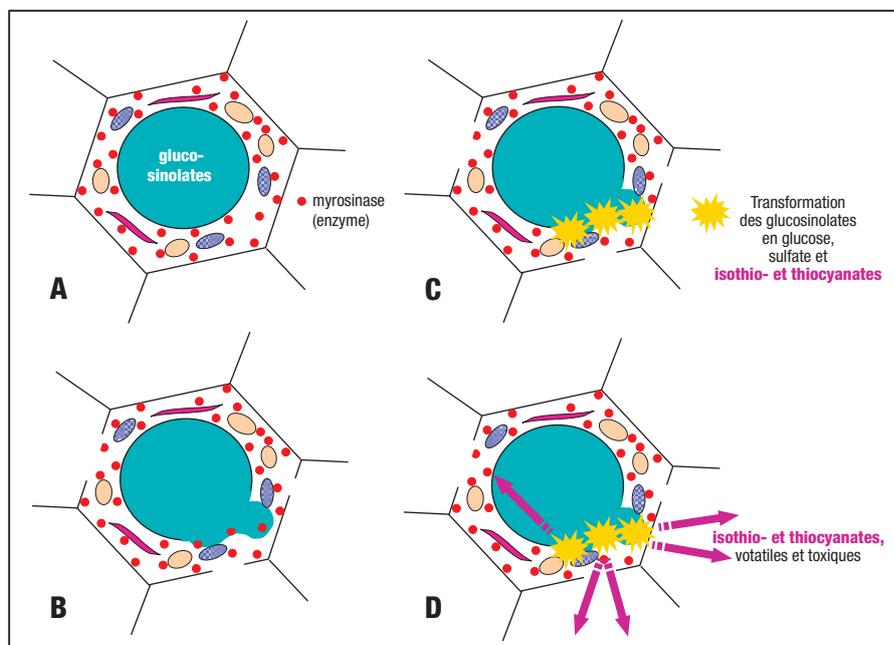


Fig. 1. Description schématique des processus amenant à l'effet de biofumigation au niveau d'une cellule végétale. A: cellule d'une crucifère avec la vacuole (au centre) contenant des glucosinolates et le cytoplasme contenant la myrosinase (un enzyme). B: lors de la dégradation de la plante, les parois cellulaires sont abîmées et les glucosinolates quittent la vacuole. C: en contact avec la myrosinase, les glucosinolates sont transformés en glucose, sulfate et isothio- et thiocyanates. D: les isothio- et thiocyanates, molécules toxiques et volatiles, quittent la cellule par des fissures dans la paroi cellulaire.

basée sur la libération de molécules toxiques et volatiles lors de la dégradation de certaines plantes. Les espèces végétales qui se prêtent spécialement pour la biofumigation appartiennent à la famille des crucifères (diverses moutardes, roquette, radis). Ces espèces contiennent une grande quantité de glucosinolates* dans la vacuole* cellulaire (fig.1a). La cellule contient également – mais dans un autre compartiment que les glucosinolates – l'enzyme* myrosinase. Lors de la dégradation de la cellule, les glucosinolates entrent en contact avec cette enzyme (fig.1b) et sont par la suite transfor-

més en isothio- et thiocyanates (fig.1c) et en deux autres groupes de molécules (Matile, 1980; Rollin et Palmieri, 2004). Les isothio- et thiocyanates sont toxiques et volatiles. Elles sortent des cellules par des fissures du tissu végétal et sont diffusées dans l'environnement (fig.1d). Lors d'une incorporation des plantes dans le sol, ces gaz pénètrent dans la terre environnante et y tuent certains pathogènes, ravageurs et semences de mauvaises herbes. La biofumigation a un effet sélectif, contrairement au bromure de méthyle. D'une part, les différentes espèces de plantes contiennent différents glucosino-



Fig. 2. Broyage avec un girobroyeur (A) et incorporation avec une fraise (B) de la moutarde jaune, une plante à biofumigation.

lates, mais seuls certains glucosinolates génèrent des isothio- et thiocyanates sous l'action de la myrosinase (Rollin et Palmieri, 2004). L'effet de biofumigation d'une plante est donc plus ou moins marqué selon la composition des glucosinolates qu'elle contient dans ses cellules (Kirkegaard et Matthiessen, 2004). D'autre part, les micro-organismes, champignons et bactéries, sont différemment affectés par les isothio- et thiocyanates. Par exemple, de faibles quantités de ces molécules suffisent pour tuer certains pathogènes tels que *Sclerotinia* ou *Pythium*, alors qu'il faut des doses trente fois supérieures pour venir à bout des *Trichoderma* (Kirkegaard et Matthiessen, 2004), des champignons dégradant la cellulose et connus comme antagonistes de certains pathogènes.

La technique de la biofumigation nécessite des variétés spécialement sélectionnées pour cet usage, telles que les variétés Blufomula. Ces variétés sont riches en glucosinolates; de plus, ces glucosinolates sont ceux qui se transforment en isothio- et thiocyanates lors de la transformation par la myrosinase. Lorsque les plantes ont accumulé la plus grande quantité de glucosinolates (stade de pleine floraison), elles sont broyées très finement pour accélérer le processus de la dégradation et mélangées avec le sol (fig. 2). Pour garantir une formation rapide des substances toxiques, le sol doit être humide et il est recommandé d'irriguer la parcelle. La vitesse de la formation d'isothio- et thiocyanates est primordiale pour l'efficacité de la biofumigation, qui dépend de la concentration maximale d'isothio- et thiocyanates obtenue dans le sol. Cette concentration est normalement atteinte un à deux jours après l'enfouissement des plantes de biofumigation. En raison de la nature volatile des isothio- et thiocyanates, leur concentration dans le sol diminue rapidement. Une semaine après l'enfouissement, il est alors possible de mettre la culture en place.

Biofumigation contre la verticilliose

La verticilliose

Verticillium dahliae et *V. albo-atrum*, les champignons causant la verticilliose, survivent dans le sol sous forme de microsclérotos (*V. dahliae*) ou de mycélium mélanique (*V. albo-atrum*) très résistants à la dégradation par d'autres micro-organismes du sol. Ces organes de survie germent lors d'un passage d'une racine d'une plante hôte à proximité et envahissent les racines de celle-ci. Ensuite, les champignons se répandent dans toute la plante par le biais du xylème*. Ce dernier, obstrué par le mycélium* des champignons, ne permet plus la circulation de la sève brute, avec comme conséquence des symptômes de flétrissement de la plante (fig. 3). Lors d'une forte attaque, les pathogènes peuvent provoquer la mort de la plante. Dans les débris de la plante, des microsclérotos ou du mycélium mélanique sont formés par les champignons. L'enfouissement des débris en fin de saison entraîne la contamination du sol par ces organes de survie des deux pathogènes et met en danger la culture suivante si elle est sensible à la verticilliose.

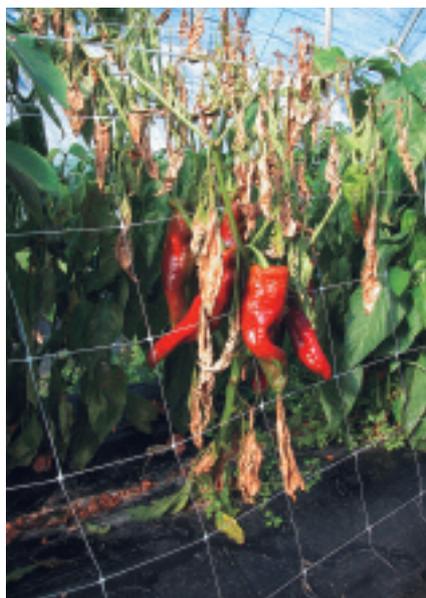


Fig. 3. Poivrons montrant des symptômes de flétrissement d'un stade avancé de la verticilliose.

Pour mesurer l'impact de la biofumigation sur la verticilliose, le nombre des organes de survie par gramme de sol a été déterminé. Les méthodes existantes se limitent au dénombrement de microsclérotos de *Verticillium dahliae* (Thermorshuizen *et al.*, 1998). Aucune méthode n'existe actuellement pour estimer les quantités de mycélium mélanique formées par *V. albo-atrum*. Deux méthodes et deux milieux sélectifs ont été testés en laboratoire avant le choix définitif d'une méthode (Dutheil, 2005). Basée sur nos résultats et les informations dans la littérature (Butterfield et DeVay, 1977), une méthode de répartition sèche du sol sur un milieu sélectif (Kabir *et al.*, 2004) a été utilisée pour nos travaux de recherche.

Essai en plein champ

Entre 2003 et 2005, l'efficacité de la biofumigation contre la verticilliose du fraisier et du poivron a été testée dans trois essais au champ.

Dans un premier essai à Bruson, la biofumigation a été comparée avec deux engrais verts exempts de glucosinolates (trèfle violet et seigle), deux composts (tabl.1) et deux témoins (avec et sans engrais azoté). Pour la biofumigation, Blufomula ISCI-20, une variété de moutarde brune (*Brassica juncea*)

riche en glucosinolates a été utilisée. L'essai a eu lieu dans une parcelle fortement contaminée avec *V. dahliae*. Chacun des sept procédés a été répété sur quatre microparcelles de 5 x 1,5 m chacune. En août 2003, la moutarde brune a été semée et en octobre de la même année, elle a été incorporée au stade pleine floraison dans le sol à l'aide d'une fraise montée sur un motocultivateur. Un premier passage avec la fraise a servi de broyeur alors que l'enfouissement des plantes proprement dit a été effectué lors d'un deuxième passage. Début avril 2004, le trèfle violet et le seigle ont été semés pour être incorporés mi-mai. Les deux composts ont été incorporés fin avril 2004. Fin mai 2004, vingt plantes de fraises (variété Elsanta, sensible à la verticilliose) ont été plantées par microparcelle, en utilisant des plants frigo. Pour déterminer le nombre de microsclérotos de *V. dahliae*, un échantillon de sol a été prélevé début mai 2005, composé de dix prélèvements de terre sur une profondeur de 20 cm par microparcelle. A la même date, l'état sanitaire des fraisiers a été noté et l'essai s'est terminé après la récolte en août 2005.

En 2005, deux essais ont été conduits chez des producteurs de poivron (*Capsicum annum*) en Valais, Lionel Favre à Riddes (essai Favre) et Raymond Egg à Saxon (essai Egg). Sur les deux sites, des poivrons ont été cultivés en pleine terre sous tunnel froid.

L'essai Favre consistait en deux tunnels, un avec biofumigation et un témoin. Pour la biofumigation, la moutarde brune Blufomula ISCI-20 a été semée fin avril et incorporée avec une fraise mi-juin (fig. 2b). Immédiatement avant l'enfouissement, la moutarde, au stade pleine floraison, a été broyée finement avec un girobroyeur (fig. 2a). Une semaine plus tard, des poivrons de la variété Corne de bœuf rouge (sensible à la verticilliose) ont été plantés. Un échantillon de sol pour la détermination du nombre de microsclérotos a été prélevé dans les deux tunnels un jour avant la plantation. Dans chaque tunnel, des prélèvements de terre sur une profondeur de 20 cm ont été effectués tous les 5 m sur la longueur du tunnel (48 m) pour former un seul échantillon final. La profondeur de 20 cm correspondait à la hauteur des buttes sur lesquelles les poivrons ont été plantés par la suite. Les symptômes de flétrissement et le nombre de plantes mortes ont été notés mi-octobre.

Dans l'essai Egg, la moutarde brune Blufomula ISCI-20 a été semée début mai dans un tunnel. Le broyage et l'enfouissement ont eu lieu début juillet et des poivrons de la va-

Tableau 1. Description des deux composts utilisés (105 m³/ha) comme moyen de lutte contre la verticilliose du fraisier dans un essai au Domaine de Bruson (1080 m) en 2004.

	Compost jeune	Compost mûr
Matière organique	44,0%	40,5%
Matière sèche	58,4%	62,8%
C/N	13,1	24,3
Poids spécifique	571 kg MF/m ³	362 kg MF/m ³
pH (H ₂ O)	8,0	7,5
Salinité (H ₂ O)	3,21 m-S/cm	2,21 m-S/cm

riété Somborka (sensible à la verticilliose) ont été plantés une semaine plus tard. Pour combler l'absence d'un tunnel témoin, un échantillon de sol pour déterminer le nombre de microsclérotés a été prélevé un jour avant l'incorporation de la moutarde brune et un jour après la plantation des poivrons. Le prélèvement a été fait de la même façon que dans l'essai Favre. Les symptômes de verticilliose ont été notés mi-octobre.

Essai en pots

Au printemps 2006, un essai en pots a été conduit au Centre des Fougères pour comparer l'influence des variétés de moutarde sur l'effet de la biofumigation. Les deux variétés de moutarde brune Bluformula ISCI-20 (riche en glucosinolates) et ISCI-99 (très riche en glucosinolates) ainsi que la variété de colza (*Brassica napus*) Talent (variété type 00, pauvre en glucosinolates) ont été cultivées dans des pots contenant un substrat du commerce. Après deux mois de culture sous serre, les parties aériennes des plantes (stade début floraison) ont été coupées et fi-

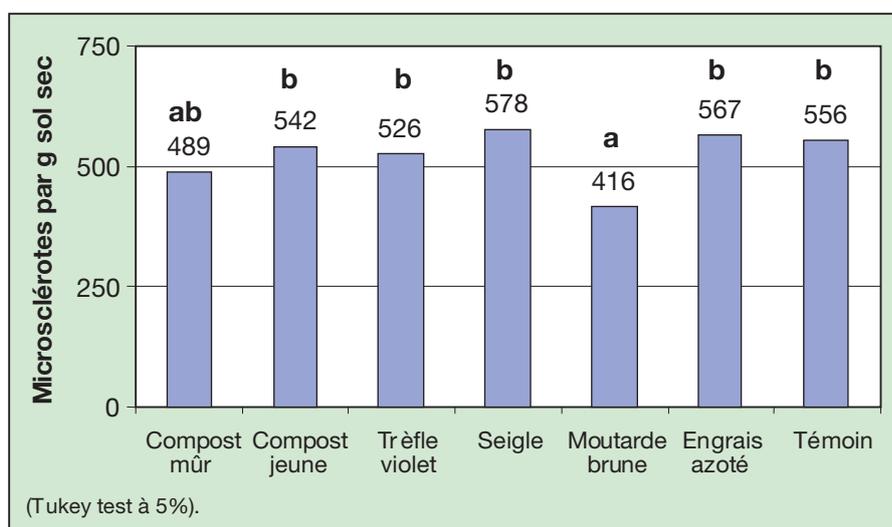


Fig. 4. Nombre de microsclérotés de *Verticillium dahliae* dans le sol après l'incorporation de différents engrais verts et composts dans une parcelle fortement contaminée à Bruson. Le procédé engrais azoté est le seul à avoir reçu 84 kg N/ha. Des lettres différentes indiquent des différences significatives entre les procédés.

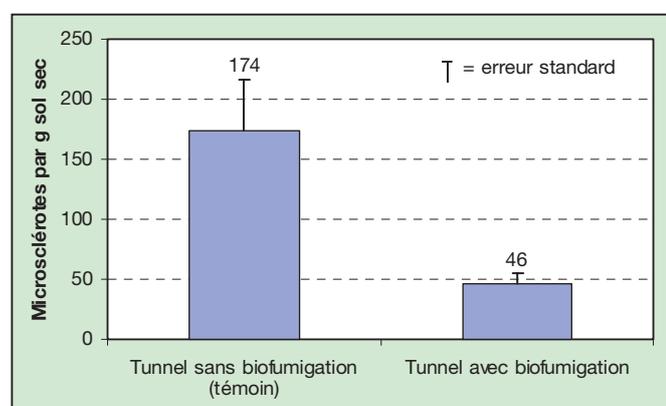


Fig. 5. Nombre de microsclérotés de *Verticillium dahliae* dans les deux tunnels de l'essai Favre à Riddes.

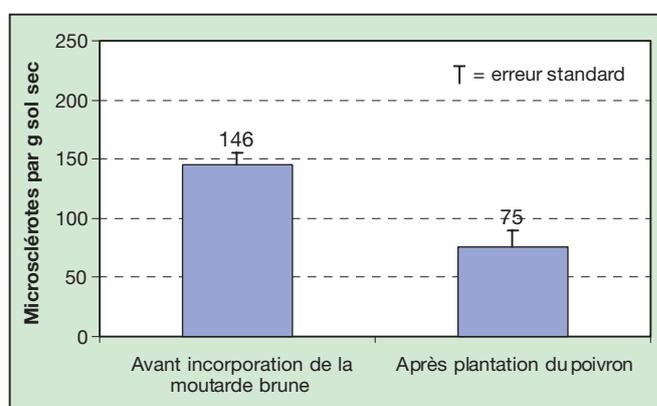


Fig. 6. Nombre de microsclérotés de *Verticillium dahliae* dans le tunnel de l'essai Egg à Saxon. L'incorporation a eu lieu le 1.7.2005 et la plantation le 7.7.2005.

nement hachées à l'aide d'un hachoir de cuisine Zyliss. Immédiatement après, 70 g de ces tiges et feuilles hachées ont été mélangés avec environ deux tiers de litre de la terre prélevée dans le tunnel témoin de l'essai Favre. Ce mélange a été placé dans des pots en plastique d'un litre à raison de quatre pots par variété. La terre sans plante servait comme témoin et tous les pots ont été arrosés avant d'être placés à l'obscurité pendant une semaine. Ensuite, un échantillon par pot a été prélevé pour déterminer le nombre de microsclérotés de *V. dahliae*.

Résultats et discussion

A Bruson, la biofumigation a été la méthode la plus efficace contre les microsclérotés dans le sol (fig. 4). Parmi les autres procédés, seule l'application d'un compost mûr a légèrement réduit le nombre de microsclérotés de *V. dahliae*, sans atteindre les 19% de réduction (comparé au témoin) de la biofumigation. La biofumigation a permis de réduire de 74% le nombre de micro-

sclérotés dans l'essai Favre (fig. 5) et de 49% dans l'essai Egg (fig. 6). Dans l'essai en pots, la variété ISCI-99, très riche en glucosinolates, a réduit de 66% le nombre de microsclérotés et la variété

ISCI-20, riche en glucosinolates, de 54% (fig. 7). En revanche, le colza, pauvre en glucosinolates, a obtenu un effet bien plus faible, avec une réduction de 33% du nombre de microsclérotés.

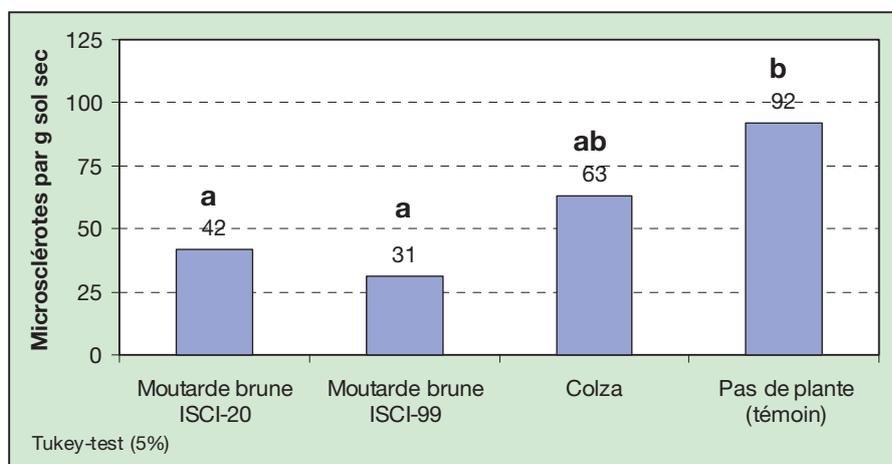


Fig. 7. Nombre de microsclérotés de *Verticillium dahliae* dans le sol après l'incorporation de différentes variétés de moutarde brune et de colza (variété Talent). Des lettres différentes indiquent des différences significatives entre les procédés.

Tous ces résultats indiquent clairement qu'une réduction importante de *V. dahliae* peut être obtenue avec la biofumigation. L'efficacité relativement faible de cette nouvelle méthode de lutte observée à Bruson peut être expliquée par deux facteurs. Premièrement, le broyage des plantes, qui est d'une grande importance pour réussir la biofumigation, n'était pas assez fin. Pour obtenir un effet maximal, le broyage ne doit pas seulement couper les plantes le plus finement possible, mais idéalement écraser le plus grand nombre de cellules (Matthiessen *et al.*, 2004). Ce résultat peut être obtenu avec un girobroyeur à marteau ou une faucheuse équipée d'un éclateur (à rouleaux de préférence). Deuxièmement, l'incorporation en octobre était trop tardive. La transformation des glucosinolates en isothio- et thiocyanates est une réaction biochimique dont la vitesse est fortement influencée par la température. Plus le sol est froid, plus cette transformation se déroule lentement. Lors d'un enfouissement tardif dans un sol froid, les quantités d'isothio- et de thiocyanates formés peuvent s'avérer insuffisantes et surtout la vitesse de transformation trop lente pour obtenir un effet de biofumigation suffisant. Lors des essais chez les producteurs, ces deux erreurs dans l'application de la méthode commises à Bruson ont été évitées. Le broyage a été assez fin et la température au début de l'été suffisamment élevée pour obtenir un bon effet de biofumigation.

L'abondance de microscélérotés de *V. dahliae* à Bruson s'exprime par le taux élevé de plantes montrant des symptômes de verticilliose avant la récolte (tabl. 2). La faible réduction des microscélérotés par la biofumigation n'a pas suffi pour réduire l'incidence de verticilliose des fraisiers de manière significative. Dans l'essai Favre, un certain nombre de plants de poivrons ont été

Tableau 2. Taux de fraisiers montrant des symptômes de verticilliose (flétrissement des feuilles âgées, plantes mortes) en avril 2005.

Procédé	Plantes avec symptômes de verticilliose
Compost mûr	60% ¹
Compost jeune	61%
Trèfle violet	74%
Seigle	64%
Moutarde brune	57%
Engrais azoté	69%
Témoin	74%

¹Pas de différences significatives entre les procédés.

Conclusions

- ❑ La biofumigation est une méthode culturale qui permet de réduire considérablement le nombre de microscélérotés de *Verticillium dahliae* dans le sol. D'après la littérature, elle est aussi efficace contre d'autres maladies du sol.
- ❑ Pour que la biofumigation soit efficace, l'application correcte de cette méthode de lutte est indispensable:
 - utiliser des variétés sélectionnées pour la biofumigation, riches en glucosinolates
 - les incorporer au stade pleine floraison
 - broyer le plus finement possible les plantes avant l'incorporation
 - incorporer le plus profondément possible les plantes immédiatement après le broyage
 - après l'incorporation, le sol doit être bien humide. Irriguer en cas de sol sec, ou incorporer juste avant des précipitations
 - attendre une semaine avant la plantation ou le semis
 - appliquer la méthode pendant la période chaude de l'année (éviter une incorporation tard dans l'automne).

blessés lors de la plantation. Lors des notations de symptômes de verticilliose en octobre, il était impossible de savoir si les plantes mortes observées étaient victimes de ces blessures ou de la verticilliose. Pour cette raison, ces notations n'ont pas été incluses dans l'analyse de l'essai Favre. Dans l'essai Egg, aucune plante ne montrait des symptômes de verticilliose à l'intérieur du tunnel. A l'entrée du tunnel, trois plantes situées en bordure de la zone de traitement ont montré des symptômes de flétrissement, indiquant que la pression de la verticilliose était assez élevée avant la fumigation.

Ces premiers résultats dans l'utilisation de la biofumigation contre la verticilliose sont encourageants. Cette maladie est considérée comme plutôt résistante contre la biofumigation; d'autres pathogènes du sol sont plus sensibles aux substances toxiques libérées par la biofumigation (Kirkegard et Matthiessen, 2004). Des essais pour tester l'utilisation de cette méthode contre d'autres maladies du sol sont actuellement en cours à Agroscope Changins-Wädenswil.

L'amélioration de la méthode est un autre volet de recherches et de développement, aussi bien en Suisse qu'à l'étranger. Elle comprend la création de nouvelles variétés pour la biofumigation. La plus forte réduction de microscélérotés obtenue avec la variété Blufarmula ISCI-99 par rapport à la plus ancienne variété, ISCI-20, démontre le potentiel d'amélioration de la méthode par la création de nouvelles variétés.

L'amélioration la plus récente consiste en l'utilisation des plantes de biofumigation sous forme de pellets (Lazzeri *et al.*, 2004a). Depuis février 2006, de tels

pellets sont commercialisés en Italie sous le nom de Biofence par Cerealtoscana à Livourne. Leur utilisation est actuellement testée à Agroscope Changins-Wädenswil.

Remerciements

Nous remercions chaleureusement M. L. Favre à Riddes et M. R. Egg à Saxon pour leur collaboration lors des essais conduits sur leurs parcelles.

Bibliographie

- Butterfield E. J. & DeVay J. E., 1977. Reassessment of soil assays for *Verticillium dahliae*. *Phytopathology* **67**, 1073-1078.
- Dutheil A., 2005. Composts et engrais verts: des alternatives pour le contrôle des maladies telluriques du fraisier. Cas des parasites fongiques *Verticillium* et *Phytophthora*. Mémoire de fin d'étude pour l'obtention du diplôme d'Ingénieur des Techniques Agricoles, ENITA Clermont-Ferrand.
- Gullino L. M., Camponogara A., Gasparrini G., Rizzo V., Clini C. & Garibaldi A., 2003. Replacing methyl bromide for soil disinfections: The Italian experience and implications for other countries. *Plant Dis.* **87**, 1012-1021.
- Kabir Z., Bhat R. G. & Subbarao K. V., 2004. Comparison of media for recovery of *Verticillium dahliae* from soil. *Plant Dis.* **88**, 49-55.
- Kirkegaard J. & Matthiessen J., 2004. Developing and refining the biofumigation concept. *Agroindustria* **3**, 233-239.
- Lazzeri L., Leoni O. & Manici L. M., 2004a. Biocidal plant dried pellets for biofumigation. *Industrial Crops Prod.* **20**, 59-65.
- Lazzeri L., Leoni O., Bernardi R., Malaguti L. & Cinti S., 2004b. Plants, techniques and products for optimising biofumigation in full field. *Agroindustria* **3**, 281-288.
- Matile P., 1980. «Die Senfölbombe»: Zur Kompartimentierung des Myrosinasesystems. *Biochem. Physiol. Pflanzen* **175**, 722-731.
- Matthiessen J., Warton B. & Shackleton M. A., 2004. The importance of plant maceration and water addition in achieving high *Brassica*-derived isothiocyanate levels in soil. *Agroindustria* **3**, 277-280.

Morra M. J., 2004. Controlling soil-borne plant pests using glucosinolate-containing tissues. *Agroindustria* 3, 251-256.

Pegg G. F. & Brady B. L., 2002. Verticillium wilts. CABI Publishing, Wallingford (UK), 552 p.

Ristaino J. B. & Thomas W. 1997. Agriculture, methyl bromide and the ozone hole. Can we fill the gaps? *Plant Dis.* 81, 964-977.

Rollin P. & Palmieri S., 2004. Sulfur-containing metabolites in Brassicales. *Agroindustria* 3, 241-244.

Thermorshuizen A. J., Davis. J. R., Gort G., Harris D. C., Huisman O. C., Lazarovits G., Locke T., Melero Vara J. M., Mol L., Paplomatas E. J., Platt H. W., Powelson M., Rouse D. I., Rowe R. C. & Tsror. 1998. Interlaboratory comparison of methods to quantify microsclerotia of *Verticillium dahliae* in soil. *Appl. Environ. Microbiol.* 64, 3846-3853.

Summary

Biofumigation, a control method for soil-borne diseases

The biofumigation is a biological method that aims the reduction of the number of pathogens, pests, and weed seeds in the soil. It is based on the use of plants with a high glucosinolate content, mainly cruciferous species. During the decomposition of these plants, glucosinolates are transformed in isothio- and thiocyanates. Latter substances are volatile and toxic to a number of soil organisms. The effect of the biofumigation on verticillium wilt, a soil-borne disease, was tested in a series of field and pot trials. The number of microsclerotia, organs of survival of verticillium wilt in the soil, was reduced between 19 and 74%. The factors influencing the efficacy of the biofumigation are discussed.

Key words: biofumigation, glucosinolates, isothio- and thiocyanates, soilborne diseases, verticillium wilt.

Zusammenfassung

Die Biofumigation, eine Methode zur Bekämpfung bodenbürtiger Krankheiten

Die Biofumigation ist eine biologische Methode zur Verringerung der Anzahl von Krankheitserregern, Schädlingen und Unkrautsamen im Boden. Sie stützt sich auf die Verwendung von Pflanzen mit einem hohen Glukosinolategehalt ab, hauptsächlich Kreuzblütler. Während dem Abbau der Pflanzen werden die Glukosinolate in Isothio- und Thiocyanate umgewandelt. Diese Substanzen sind gasförmig und für gewisse Bodenorganismen giftig. Die Wirkung der Biofumigation gegen die Verticilliumwelke, einer bodenbürtige Krankheit, wurde in einer Reihe von Feld- und Topfversuchen untersucht. Die Verringerung der Mikrosklerotien, den Dauerformen der Verticilliumwelke im Boden, betrug zwischen 19 und 74%. Die Faktoren, welche die Wirksamkeit der Biofumigation beeinflussen, werden diskutiert.

Riassunto

La biofumigazione, un metodo di lotta contro le malattie del suolo

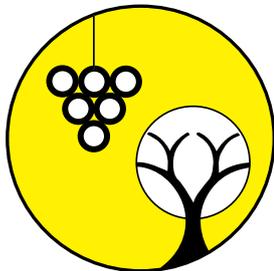
La biofumigazione è un metodo biologico il cui scopo è la riduzione del numero di patogeni, di insetti dannosi e di semi di malerbe presenti nel suolo. È basata sull'utilizzazione di piante ricche di glucosinati e principalmente delle crocifere. Al momento della decomposizione di queste piante, i glucosinati sono trasformati in isothio- e thiocyanati. Queste sostanze sono delle molecole volatili e tossiche per certi organismi del suolo. L'effetto della biofumigazione contro la verticilliosi, una malattia del suolo, è stato testata in una serie di prove in campo e in vaso, ottenendo una riduzione del 19 al 74% del numero di microsclerosi, forma di sopravvivenza della verticilliosi nel suolo. L'efficacia della biofumigazione dipende molto dall'applicazione corretta di questa metodologia.

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 Tél. 022 736 68 06
Avenue Saint-Paul 9 CH-1223 Cologny Fax 022 786 04 23

NEUWERTH
LOGISTICS SA
TOOLWAYS & EQUIPMENT



LE SERVICE :
notre force,
votre bénéfice !



Logistique de A à Z ...



Plus de 200 machines
d'occasion et de location
en stock

dès Fr. 6980.--



Agent général **KOMATSU** pour la Suisse

1957 Ardon ☎ 027 305 33 33 www.neuwerth.ch

AVIDOR

VALAIS SA

Porte-outils Grizzly 22-70 CV

ZI Falcon - Route du Stand 11
3960 SIERRE
Tél. 027 456 33 05
Fax 027 456 33 07
E-mail: valais@avidor.ch
www.avidor.ch



Revendeurs:

Vigne et Cave Sàrl
1070 Puidoux – 021 946 52 00

Garage Lazer

1965 Savièse – 027 395 31 31

Grizzly HT-200 • 22 CV Diesel • Prise de force

TRAVAUX DE SOL • TRAITEMENT PHYTO • TRAVAUX SUR PLANTES • GAMME COMPLÈTE

Parfois la taille est importante!

**Elle est belle, grande,
et présente bien.**

**De plus, c'est un produit
de chez nous...**

- Pour vos foires et expositions,
- comme enseigne, décoration,
- ou autres actions promotionnelles...

nous vous fournissons une bouteille
en matière synthétique de **2,1 mètres
de hauteur** sur 50 cm de diamètre.

La couleur est à votre choix et nous
mettons à votre disposition un service
d'agrandissement de vos étiquettes.



**... une bouteille
géante à la
hauteur de
votre vin!**

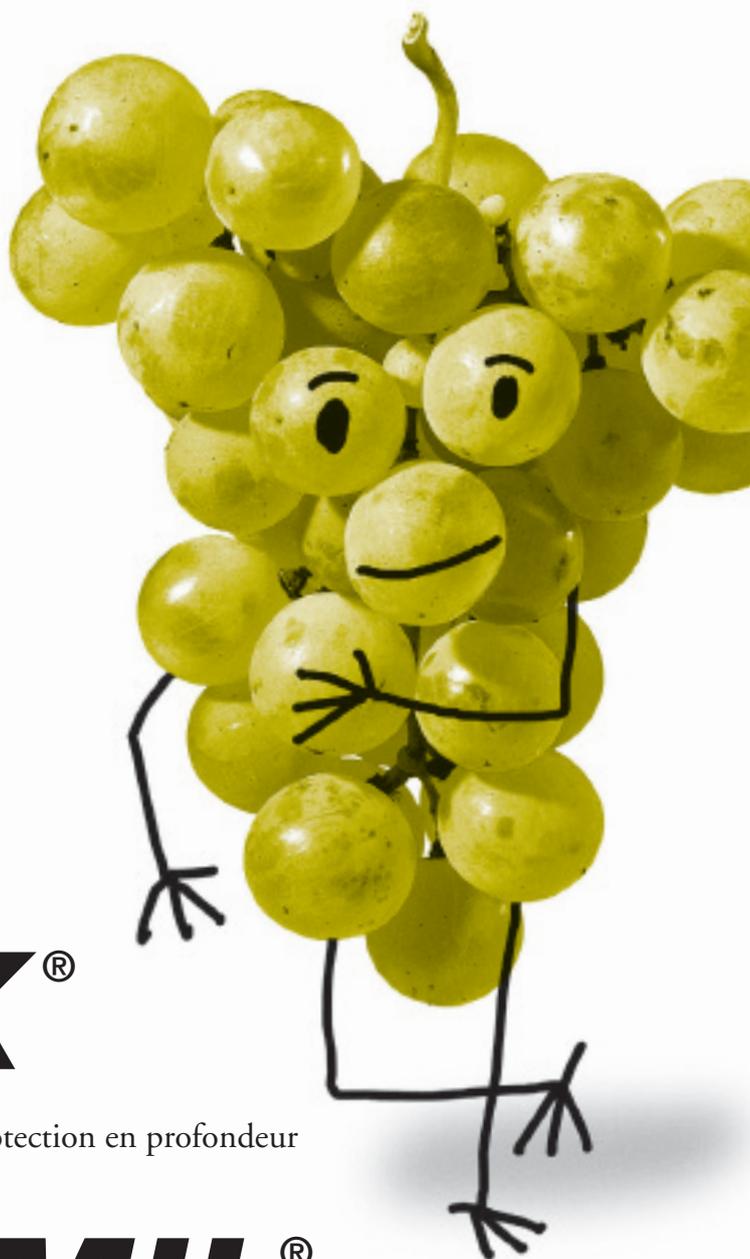
**Appelez-nous!
021 946 33 34**



1070 PUIDOUX • Fax 021 946 33 86
www.serex-plastiques.ch

Pour la promotion de vos vins.

syngenta®



SLICK®

SLICK® – contre l'oïdium – la protection en profondeur

RIDOMIL® Vino

RIDOMIL® Vino en début de saison – la protection assurée de la nouvelle pousse

Syngenta Agro AG
8157 Dielsdorf
Téléphone 044 855 88 77
www.syngenta-agro.ch