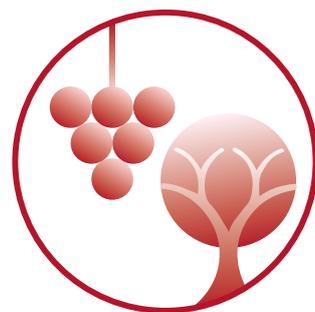


VITICULTURE ARBORICULTURE HORTICULTURE



M A R S - A V R I L 2 0 1 5 | V O L . 4 7 | N ° 2

Les fiches techniques viticoles font peau neuve



- Cultures sous serre** Gestion de l'acariose bronzée de la tomate **Page 88**
- Viticulture** Impact de la période d'application de l'urée foliaire **Page 96**
- Actualités** Mesures anti-dérive en arboriculture **Page 134**



ETICOLLE
L'étiquette autocollante

www.eticolle.ch



Haute Couture.

Pour que la robe de votre bouteille
soit à la hauteur de celle de votre vin.

Damit das Kleid Ihrer Flasche
Der Güte Ihres würdig ist.

Perché l'abito della vostra bottiglia sia
all'altezza di quello del vostro vino.

L'ETIQUETTE



Partenaire: / Partner: / Partenaire:



VOTRE SPÉCIALISTE POUR:

CUVES INOX 316
TUYAUX À VIN
MONTAGE DE RACCORDS
PRODUITS ŒNOLOGIQUES
PLAQUES «FILTROX»
TERRES DE FILTRATION
FILETS DE VIGNES



Gaz alimentaires GOURMET



CHS CUÉNOUD SA
www.cuenoud.ch

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



Photographie de couverture:

Les fiches techniques viticoles éditées en français, en allemand et en italien par l'AMTRA connaissent un grand succès auprès des praticiens depuis vingt ans. Le contenu et la présentation de ces documents sont actuellement réactualisés. Le ver de la grappe eudémis (papillon en couverture) fait partie des sujets remis à jour (voir en p. 103). (Photo Arnaud Conne, Agroscope)

Cette revue est référencée dans les banques de données internationales SCIE, Agricola, AGRIS, CAB, ELFIS et FSTA.

Editeur

AMTRA (Association pour la mise en valeur des travaux de la recherche agronomique), CP 1006, 1260 Nyon 1, Suisse. www.revuevitiarbohorti.ch ISSN 0375-1430

Rédaction

Judith Auer (directrice et rédactrice en chef), Eliane Rohrer (rédactrice) Tél. +41 58 460 41 54, fax +41 22 362 13 25 E-mail: eliane.rohrer@agroscope.admin.ch

Comité de lecture

J.-Ph. Mayor (responsable IPV Agroscope), O. Viret (Agroscope), Ch. Carlen (Agroscope), R. Baur (Agroscope), U. Zürcher (Agroscope), L. Bertschinger (Agroscope), Ch. Rey (Agroscope), C. Briquet (directeur CHANGINS), Ph. Droz (Agridea)

Publicité

Inédit Publications SA, Serge Bornand Avenue Dapples 7, CP 900, 1001 Lausanne, tél. +41 21 695 95 67

Préresse

Inédit Publications SA, 1001 Lausanne

Impression

Courvoisier-Attinger Arts graphiques SA

© Tous droits de reproduction et de traduction réservés. Toute reproduction ou traduction, partielle ou intégrale, doit faire l'objet d'un accord avec la rédaction.

Tarifs des abonnements

	Simple	Combiné	Tout compris
	Imprimé / En ligne / App	Imprimé + En ligne Imprimé + App	Imprimé + En ligne + App
Suisse	CHF 50.–	CHF 60.–	CHF 60.–
Etranger	CHF 57.–	CHF 67.–	CHF 67.–

Abonnements et commandes

Antoinette Dumartheray, Agroscope, CP 1012, 1260 Nyon 1, Suisse Tél. +41 79 659 48 31, fax +41 22 362 13 25 E-mail: antoinette.dumartheray@agroscope.admin.ch ou info@revuevitiarbohorti.ch

Versement

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

Commande de tirés à part

Tous nos tirés à part peuvent être commandés en ligne sur www.revuevitiarbohorti.ch, publications.

Sommaire

Mars–Avril 2015 | Vol. 47 | N°2

85	Editorial
	Cultures sous serre
88	Gestion d'<i>Aculops lycopersici</i> (Acari, Eriophyidae), agent de l'acariose bronzée de la tomate Serge Fischer et Françoise Klötzli
	Viticulture
96	Distribution de l'azote dans la vigne: impact de la période d'application de l'urée foliaire Thibaut Verdenal, Vivian Zufferey, Fabrice Lorenzini, Agnes Dienes-Nagy, Jorge E. Spangenberg, Jean-Laurent Spring et Olivier Viret
103	Fiches techniques viticoles: eudémis, court-noué, esca, pourriture grise, cicadelle verte, mildiou
116	Vins et fromages suisses: un heureux mariage Pascale Deneulin, Valentin Jaggi, Eve Danthe, Edith Beutler, Pierrick Rebenaque et Patricia Piccinali
	Horticulture
124	Effets de micro-organismes contre <i>Pythium</i> spp. et sur la croissance de jeunes plants de lisianthus Yannick Fleury, François Lefort, Cédric Camps et Pascal Sigg
	Actualités
134	Influence des mesures de réduction de la dérive Simon Schweizer, Heinrich Höhn, Stefan Kuske et Andreas Naef
139	Portrait
141	La page de CHANGINS

Le spécialiste de vos installations vinicoles

Distributeur officiel des marques:



Le système d'égrenage et de tri révolutionnaire!

Pressoirs et matériel de cave

Élévateurs de vendange et matériel de réception

Cuverie de haute Qualité



Vinificateurs automatisés

Thermorégulation

Pompes et flottateurs

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



contient: Bacillus thuringiensis kurstaki

Delfin®

Contre les vers de la grappe en viticulture

Insecticide biologique à base de *Bacillus thuringiensis*



Biocontrol

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



Martin Auer Rebschulen Pépinières Viticoles

Lisiloostrasse, 8215 Hallau / SH
E-mail: auer@rebschulen.ch
www.rebschulen.ch
Tél. 052 681 26 27 / Fax 052 681 45 63



Assortiment complet:
Cépages de cuve et de table.

Porte-greffes de 34, 42, 50 et de 85 cm.

Réservez dès maintenant vos plants
de vin pour 2015 et 2016.

Lutte biologique sous abri: à nouveaux défis, nouvelles approches



Serge Fischer

Agroscope

serge.fischer@agroscope.admin.ch

(Photo Carole Parodi, Agroscope)

Des débuts timides, mais convaincants

La lutte biologique en serre a commencé dans les années 1980, principalement dans les cultures de légumes-fruits (tomates, concombres, etc.). Il s'agissait alors de diffuser à grande échelle le prédateur *Phytoseiulus persimilis* contre le tétranyque tisserand et le parasitoïde *Encarsia formosa* contre l'aleurode. Rapidement, cette nouvelle approche s'avéra payante pour sortir des impasses auxquelles se heurtait la lutte chimique intensive, notamment les résistances développées par ces ravageurs. Lors de la décennie suivante, ce système débutant a été confronté à l'arrivée d'une première série d'espèces phytophages, introduites accidentellement à partir du Nouveau Monde: thrips de Californie, mouches mineuses, aleurode du coton. Impossible alors de combattre ces intrus avec des insecticides, sous peine d'annihiler les précieux auxiliaires! Face à ce défi, la riposte a été d'une adaptabilité et d'une interdisciplinarité exemplaires: les entomologistes mettant au point les techniques d'élevage et les modes d'emploi de nombreux nouveaux auxiliaires, tandis que l'industrie agrochimique lançait plusieurs types d'insecticides sélectifs susceptibles de se conjuguer à la lutte biologique, dans une démarche raisonnée que l'on pouvait espérer définitivement acquise.

Une nouvelle donne

Depuis le tournant du siècle, cependant, la recherche dans le domaine des insecticides se fait à nouveau dans une logique de concurrence, impliquant que les coûts de développement soient amortis dans les plus brefs délais. C'est ainsi que réapparaissent les produits à large spectre d'action, par définition peu compatibles avec l'emploi de prédateurs ou de parasitoïdes. Parallèlement, l'introduction accidentelle de nouveaux ravageurs extra-européens s'amplifie avec les échanges de denrées alimentaires. Les réglementations de sécurité bioécologique qui en découlent limitent aussi l'étude et l'introduction légale des auxiliaires adaptés à ces ravageurs dans leurs contrées d'origine.

La lutte biologique sous abri se trouve donc confrontée à des défis pluriels, changeants, inédits. Les solutions, également multiples, doivent se fonder sur une recherche réactive, pragmatique et imaginative. Parmi les approches privilégiées par Agroscope figurent par exemple l'étude de plantes banques et relais visant à multiplier les antagonistes de pucerons ou d'acariens et celle de plantes-pièges appétentes pour les punaises phytophages, qui les détournent des cultures à protéger. Les nouvelles méthodes économiques d'introduction d'auxiliaires, par exemple sur les jeunes plants en pépinière, s'avèrent également efficaces. Enfin, la recherche d'auxiliaires indigènes susceptibles d'être utilisés, sans risques environnementaux, contre des ravageurs d'origine exotique (punaise marbrée, drosophile du cerisier) est plus d'actualité que jamais.



Êtes-vous prêt pour le printemps?

gvz_rossat
Le choix des professionnels

- Appareils de ligature
- Accessoires
- Flexibles de ligature
- Tuteurs
- Housses de croissance
- Filet de protection Whailex
- Irrigation

Contactez-nous!

Tel.: +41 (0)26 662 44 66 www.gvz-rossat.ch
Fax: +41 (0)26 662 44 60 info@gvz-rossat.ch

Chemin du Milieu 6
Z.I. Est C1
1580 Avenches

Innovez sans modération !



À l'écoute de vos évolutions, Bucher Vaslin développe pour vous, sans relâche, de nouvelles solutions en réception de vendange, pressurage, filtration tangentielle, pour plus de performances, de valeur ajoutée, de retour sur investissement.

Nos concessionnaires agréés :

Avidor Valais SA
3970 Salgesch
Tél. 027/456 33 05

Gigandet SA
1853 Yvorne
Tél. 024/466 13 83

Jean-Luc Kaesermann Sarl
1173 Féchy
Tél. 021/808 71 27

Perroulaz SA
1070 Puidoux
Tél. 021/946 34 14

Valélectric Farner SA
1955 St Pierre de Clages
Tél. 027/305 30 00

Bucher Vaslin - Philippe Besse
CH-1787 Mur/Vully - Tél. 079/217 52 75
philippe.besse@buchervaslin.com

BUCHER
vaslin

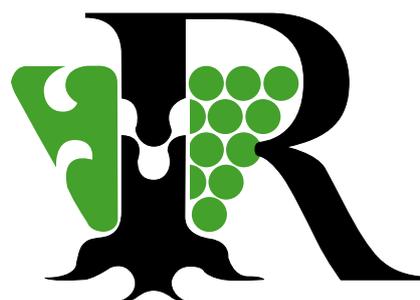
www.buchervaslin.com
Votre réussite est notre priorité

Pépinières Viticoles - Ph. Rosset

- Toutes variétés sur divers porte-greffes.
- Plantation de vos plants et échelas à la machine guidée par GPS.
- Tubex et Bio-Protek, protections pour vos plants.

Qualité et Service font notre différence

Jolimont 8 - 1180 Rolle - Tél. 021 825 14 68 - Fax 021 825 15 83
E-mail: rossetp@domainerosset.ch - www.domainerosset.ch



Vignes 2015

parfaitement protégées



*Nous aimons
le vin...*



Bayer (Schweiz) AG
CropScience
3052 Zollikofen

Téléphone: 031 869 16 66
www.agrar.bayer.ch

Employer les produits phytosanitaires avec précaution.
Avant utilisation, lire attentivement le mode d'emploi et les informations sur
l'étiquette. Observer les phrases et symboles de danger.

**... et les
valeurs sûres!**

Basta®, Cyrano®, Envidor®, Flint®, Kocide® Opti,
Melody®combi, Mildicut®, Milord®, Moon® Experience,
Moon® Privilege, Ocarina®, Prodigy®, Profiler®,
Prosper®, Sico®, Teldor®

Gestion d'*Aculops lycopersici* (Acari, Eriophyidae), agent de l'acariose bronzée de la tomate

Serge FISCHER et Françoise KLÖTZLI, Agroscope, 1260 Nyon

Renseignements: Serge Fischer, e-mail: serge.fischer@agroscope.admin.ch, tél. +41 58 460 43 83, www.agroscope.ch

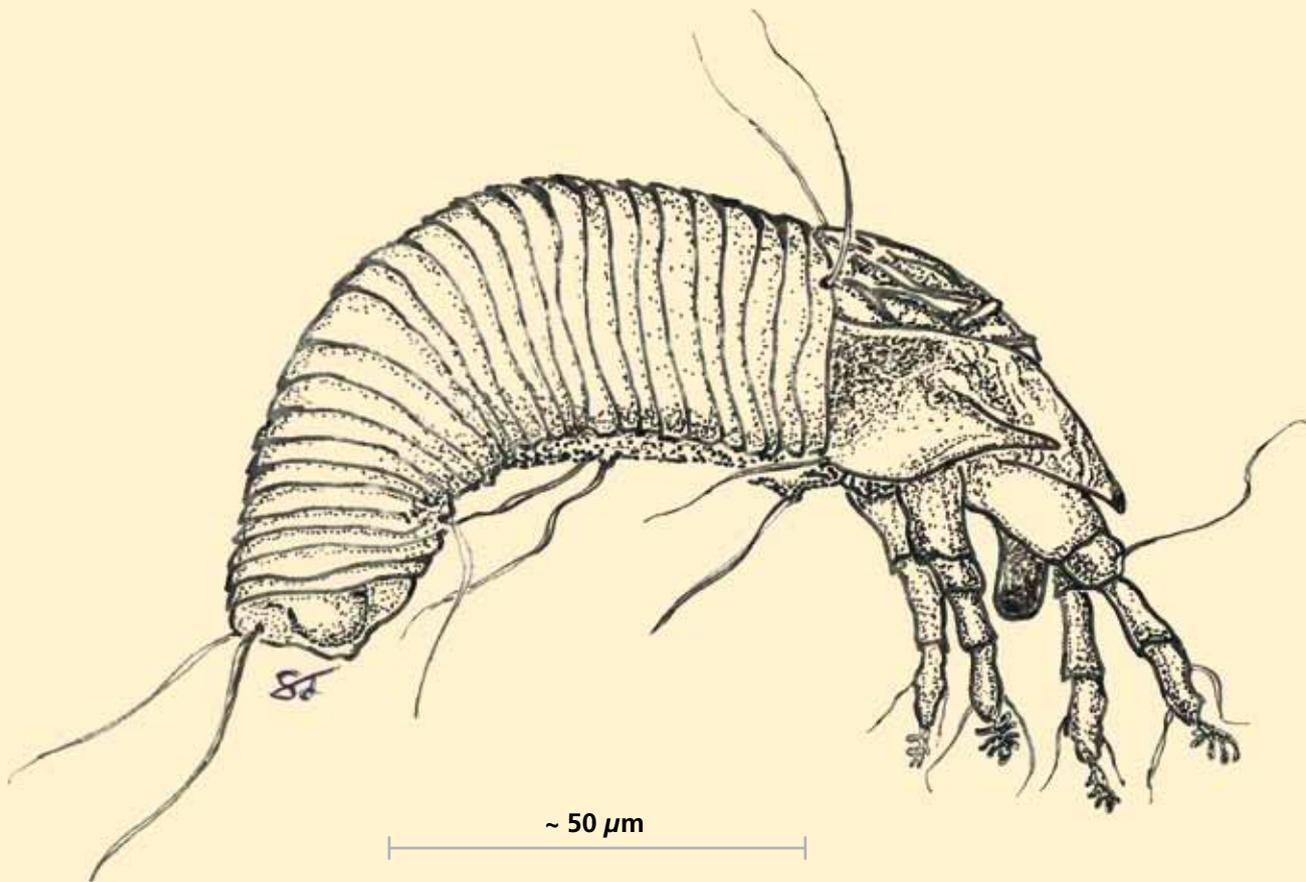


Figure 1 | *Aculops lycopersici*, l'acarien ériophyide responsable de l'acariose bronzée de la tomate.

Introduction

L'acariose bronzée est une affection qui touche de nombreuses espèces de Solanacées, mais de façon plus prononcée les cultures de tomate. Elle est due à l'activité d'*Aculops lycopersici* (Massee), un minuscule acarien de la famille des ériophyides, qui mesure environ 0,2mm (fig.1). Ce ravageur, découvert en Australie en 1916, puis devenu rapidement cosmopolite, sévit essentiellement dans les zones à climat chaud. Toutefois, depuis une bonne décennie, il est de plus en plus fréquemment signalé sous abri en moyenne Europe.

Au Tessin, des dégâts économiques importants sont régulièrement déplorés par les cultivateurs de tomates, contrairement au nord des Alpes, où *A. lycopersici* ne pose que des problèmes sporadiques pour le moment.

Pour répondre à l'indisponibilité persistante d'antagonistes efficaces dans le commerce (Trottin-Caudal *et al.* 2003; Fischer et Mourrut-Salesse 2005) et aux effets néfastes des produits homologués sur la faune utile, l'application de soufre pourrait présenter un réel intérêt par son effet acaricide reconnu, son impact limité sur la faune utile et son usage admis en production biologique.

Cet article compare les résultats de deux essais de lutte contre *A. lycopersici*, au moyen de soufre mouillable (en mode curatif et préventif) et d'abamectine, comme matière active de référence.

Il propose également des stratégies de gestion adaptées aux réalités culturales et climatiques rencontrées dans notre pays.

Biologie d'*Aculops lycopersici*

Les données détaillées sur la biologie et la nuisibilité de cet ériophyide ayant été abordées dans un article précédent (Fischer et Mourrut-Salesse 2005), seules les grandes lignes sont données ici.

L'acarien est actif dès que la température atteint 11 °C, mais son optimum thermique se situe autour de 25 °C. La fécondité relativement modeste de la femelle – une cinquantaine d'œufs – est compensée par le développement très rapide des populations en conditions favorables, puisque la durée d'une génération n'exède pas huit jours en été.

L'infestation d'une culture de tomates sous abri débute le plus souvent sur quelques plantes réparties au hasard. Partant généralement de la base des tiges, elle demeure très discrète jusqu'en juin ou juillet, période à laquelle les effectifs du ravageur explosent. En cours de saison, ce dernier est disséminé au sein de la culture ou dans les abris voisins au cours des travaux d'entretien et des récoltes. En l'absence de gel prolongé, l'espèce peut hiverner dans le sol ou sur certaines adventices (morelle, liseron). Dans notre pays, sauf si l'hiver est anormalement doux, *A. lycopersici* ne peut se maintenir régulièrement d'une année à l'autre dans des abris non chauffés qu'au sud des Alpes.



Figure 2 | Symptômes d'acariose bronzée sur fruit vert de tomate.

Résumé L'effet acaricide du soufre mouillable contre *Aculops lycopersici*, agent de l'acariose bronzée de la tomate, a été testé au cours de deux essais menés en serre. Les résultats montrent que le soufre appliqué de manière curative est aussi efficace que l'abamectine, la seule matière active autorisée contre ce ravageur. Son efficacité semble moindre lorsqu'il est appliqué préventivement dans des conditions expérimentales (introduction du ravageur à haute dose). Des stratégies de gestion raisonnée adaptées aux diverses conditions culturales et climatiques suisses sont proposées, en intégrant l'historique des attaques à l'échelle de la culture.

Le ravageur peut apparaître dans un établissement jusqu'alors épargné à la suite du transport involontaire de quelques individus depuis une culture voisine, mais aussi par de jeunes plants contaminés en pépinière, et qu'il est impossible de diagnostiquer à ce stade.

A. lycopersici se nourrit du contenu des cellules épidermiques des tiges et des feuilles et, lors de fortes pullulations, des fruits verts de la plante-hôte (fig. 2). Les tissus attaqués prennent une teinte bronzée et se subérissent, devenant impropres à la nutrition du ravageur. Ce dernier est alors forcé de se déplacer vers les zones intactes sus-jacentes, en un front ascendant dont la vitesse de progression verticale est proportionnelle à la densité de population. Au paroxysme d'une infestation, plusieurs milliers d'individus peuvent se concentrer sur quelques cm² de tige. L'attaque induit une baisse de l'activité photosynthétique et une perte hydrique des tissus végétaux touchés, aboutissant au dessèchement du feuillage, à des pertes de récolte, voire à la mort des plantes.

Matériel et méthodes

Elevage d'*A. lycopersici*

L'acarien est élevé en phytotron, présentant une photopériode de 16h/24h, à des températures alternées de 25 °C en photophase et 20 °C en scotophase, sur diverses variétés de tomates cultivées en pots de 12 cm dans un terreau universel additionné d'un engrais à libération contrôlée. Les plantes-hôtes sont renouvelées selon le besoin; pour les inoculer, un tronçon de tige de 3–4 cm de longueur, bien infesté (environ 200–300 individus) et maintenu par un anneau métallique, est fixé à leur collet.

Site d'expérimentation

Les essais, menés dans une serre expérimentale de la station Agroscope de Changins, se font sur des plants de tomate (cv. 'Palmiro') cultivés en conteneurs de 5 l dans un terreau universel additionné d'engrais à libération contrôlée. Le palissage par ficelle est conduit sur une tige. L'irrigation est assurée par goutte-à-goutte automatique. Afin d'être au plus proche des conditions rencontrées dans la pratique, les expérimentations se déroulent en période estivale (de mi-juin à mi-septembre), la température de la serre, non climatisée, variant entre 20 et 33°C (moyenne 25–27°C). L'inoculation d'*A. lycopersici* est réalisée de la manière décrite plus haut, sur des plantes d'une hauteur de ~1,50 m (premier essai) et ~1,80 m (second essai).

Essai 1: efficacité curative de l'abamectine et du soufre mouillable

Procédés (quatre répétitions de cinq plantes chacune)

- Témoin (eau)
- Vertimec® à 0,05 % (= abamectine à 0,0009 %)
- Thiovit-Jet® à 0,6 % (= soufre mouillable à 0,48 %)

Les bouillies, additionnées de mouillant (Etalfix® à 0,1 %), ont été appliquées 27 jours après inoculation du ravageur, à un volume équivalent à 1000 l/ha.

Essai 2: comparaison entre application curative et préventive du soufre

Procédés (quatre répétitions de cinq plantes chacune)

- Témoin (eau)

- Thiovit-Jet® à 0,6 % (= soufre mouillable à 0,48 %) en mode curatif, 10 jours après l'inoculation
- Thiovit-Jet® à 0,6 % (= soufre mouillable à 0,48 %) en mode préventif, 6 jours avant l'inoculation

Les bouillies, additionnées de mouillant (Etalfix® à 0,1%), ont été appliquées à un volume équivalent à 1000 l/ha.

Contrôles

La méthode de contrôle a dû être adaptée au comportement du ravageur, qui – comme il a été indiqué – se meut sur la tige en un front d'infestation ascendant. L'infestation doit être ainsi évaluée sur toute la hauteur des plantes. Pour ce faire, selon la longueur de la tige, six ou sept morceaux d'épiderme cortical de quelques cm² sont prélevés au scalpel (fig.3) à intervalle régulier au-dessus du collet des plantes (10, 40, 70, 100, 130, 160 et 190 cm). Ces échantillons sont fixés sur une plaque de contrôle pourvue de bande adhésive double face (fig.4). Pour éviter tout dessèchement des tissus récoltés, le décompte des acariens est immédiatement réalisé après l'échantillonnage des cinq plantes d'une répétition à la loupe binoculaire à un grossissement fixe de 20x, sur une surface d'épiderme de 5 x 5 mm (= 0,25 cm²) délimitée par un réticule-grille placé dans un oculaire. Le résultat est exprimé en nombre de formes mobiles d'*Aculops* par cm² d'épiderme.

Les résultats sont soumis à une analyse de variance (Anova), couplée à un test de Tukey (intervalle de confiance 95 %).



Figure 3 | Prélèvement d'épiderme sur une tige de tomate pour le contrôle du degré d'infestation par *A. lycopersici*.

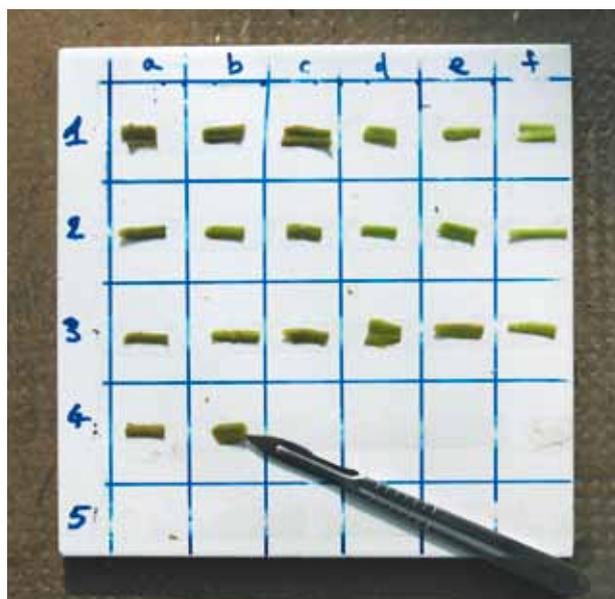


Figure 4 | Préparation des échantillons sur une plaque de contrôle avant observation à la loupe binoculaire.

Résultats

Effacité de l'abamectine et du soufre mouillable en application curative

Les résultats démontrent l'efficacité indiscutable du soufre et de l'abamectine contre *A. lycopersici* (fig. 5 et 6).

Dans la modalité témoin traitée à l'eau, on remarque que le front d'infestation, où la densité de ravageurs est la plus importante (~200 individus/cm²), se situe entre 100 et 160 cm, et que les étages inférieurs des tiges sont encore relativement bien occupés au moment du contrôle (~30 individus/cm²). Ceci indique que l'épiderme des zones déjà attaquées n'est pas totalement dégradé, puisqu'il permet la survie de l'ériophyide, et que l'accroissement de ses populations a été graduel.

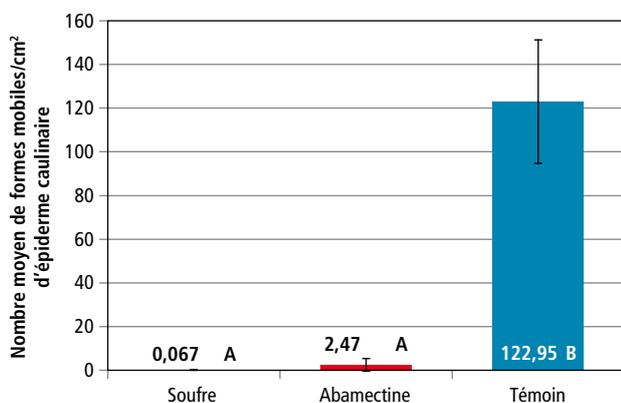


Figure 5 | Essai n°1, traitements curatifs au soufre et à l'abamectine: densité moyenne et écart-type d'*A. lycopersici* par plant de tomate. Les modalités accompagnées d'une même lettre ne se différencient pas significativement à $p = 0,05$.

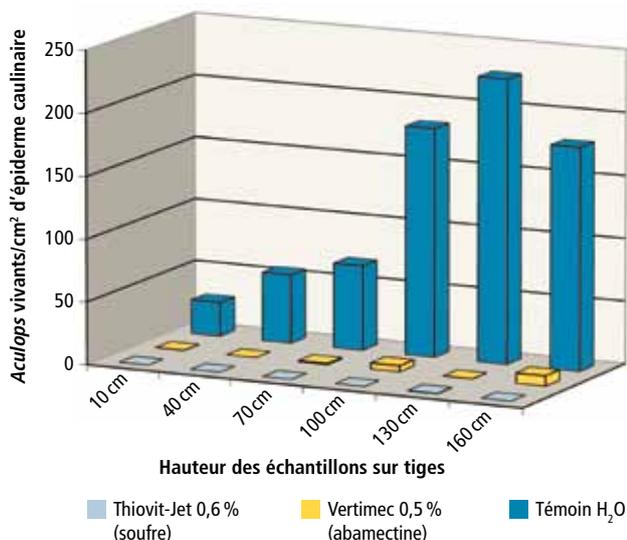


Figure 6 | Essai n°1, traitements curatifs au soufre et à l'abamectine: répartition des densités moyennes de population d'*A. lycopersici* le long des tiges.

Cette observation est corroborée par le fait que les fruits de la modalité témoin n'ont pas montré de symptômes d'attaque au terme de cette expérimentation.

Applications curative et préventive du soufre mouillable

L'application curative de soufre dix jours après l'inoculation du ravageur montre un excellent effet, alors que le traitement préventif, effectué six jours avant l'inoculation, ne se différencie pas statistiquement du procédé témoin (fig. 7 et 8). Dans celui-ci, la densité moyenne par plante (125 individus/cm²) est très proche de l'expérimentation précédente (123 individus/cm²), mais la population par étages de tiges en diffère fortement: avec 400 individus/cm², la densité maximale à l'extré-

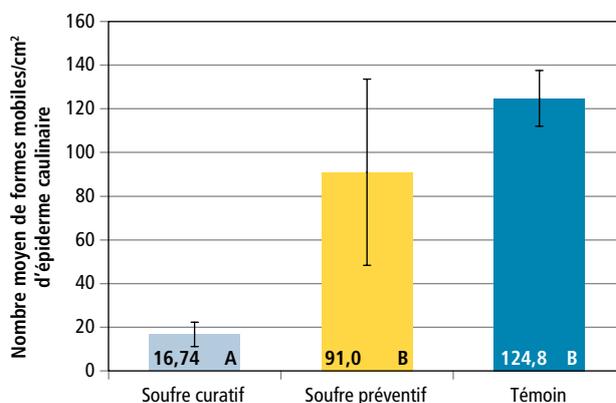


Figure 7 | Essai n°2, traitements préventif et curatif au soufre: densité moyenne et écart-type d'*A. lycopersici* par plant de tomate. Les modalités accompagnées d'une même lettre ne se différencient pas significativement à $p = 0,05$.

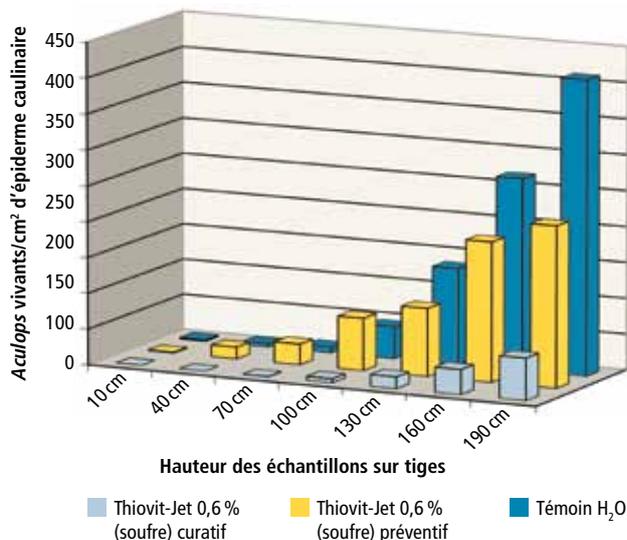


Figure 8 | Essai n°2, traitements préventif et curatif au soufre: répartition des densités moyennes de population d'*A. lycopersici* le long des tiges.

mité des plantes est doublée, tandis que, parallèlement, les niveaux inférieurs, fortement subérisés par l'activité du ravageur, sont presque désertés. Au cours de cet essai, les populations d'*Aculops* ont donc évolué en une dynamique explosive, ce dont témoigne également l'infestation de fruits immatures. Cette gradation très rapide peut s'expliquer par des températures journalières plus élevées que lors de l'essai n° 1 (effectué un an plus tôt).

Discussion

Sur le plan phytosanitaire, les essais montrent que le soufre mouillable est aussi efficace que l'abamectine contre *A. lycopersici*. Déjà admis comme fongicide anti-oidium en production biologique de tomate, il serait judicieux que cette matière active bénéficie d'une extension d'autorisation validant formellement son emploi contre l'acariose bronzée.

Dans le second test, l'effet préventif du soufre se montre nettement moins convaincant que son action curative, ce qui pourrait remettre en cause une stratégie prophylactique. Il convient toutefois de souligner que la pression d'infestation des quelque 200 à 300 acariens amenés artificiellement dans les expérimentations est sans commune mesure avec la colonisation spontanée d'une culture, amorcée par quelques individus seulement, et donc plus aisée à combattre.

Le soufre présente malheureusement l'inconvénient de tacher les organes traités. Il n'est donc utilisable en pratique que sur de jeunes plants ne portant pas encore de fruits ou, si l'on a affaire à des végétaux développés, en limitant son application au-dessous des strates fruitières. Dans ce cas, il ne sera efficace que si l'attaque d'acariose bronzée est détectée suffisamment tôt, ce qui, nous l'avons vu, n'est pas chose aisée.

Au niveau méthodologique, ces essais valident la pertinence de prélèvements stratifiés d'épiderme cortical pour contrôler la densité du ravageur et sa répartition sur les plants de tomate. Soulignons que cet échantillonnage n'est pas destructeur (les plaies sont petites et cicatrisent rapidement) et peut donc être réitéré, par exemple pour un suivi à plus long terme.

Les résultats de nos essais, alliés aux données bioécologiques concernant *A. lycopersici*, permettent de proposer des stratégies adaptées aux conditions des cultures de tomates de notre pays.

Une gestion efficiente du ravageur dépend en premier lieu de l'historique phytosanitaire de l'établissement de production, ainsi que des conditions climatiques qui le caractérisent. Deux scénarios types peuvent être esquissés:

- **Première infestation d' *A. lycopersici* dans un établissement:** le problème est imprévu et le producteur l'identifie tardivement, lorsqu'un nombre de plantes plus ou moins important exhibe déjà les symptômes d'attaque typiques. Dans ce cas, le ravageur est souvent introduit passivement depuis une culture infestée ou par des jeunes plants contaminés en pépinière. Il est alors conseillé d'éliminer les végétaux trop infestés (bronzés sur plus de la moitié de leur hauteur), puis de traiter les plantes voisines, qui constituent le foyer d'infestation, sur toute leur hauteur. Enfin, il faudra pulvériser **l'ensemble de la culture** à la base des tiges, sous les bouquets de fruits, en mouillant fortement. Ce traitement localisé permet de ménager la majorité des auxiliaires utilisés contre les autres ravageurs (parasitoïdes des pucerons et *Macrolophus pygmaeus*, notamment), qui se tiennent préférentiellement dans les strates supérieures des plantes. Afin d'assurer l'effet acaricide désiré, l'application doit être répétée 10 à 15 jours plus tard. Si une forte attaque est constatée dans toute la serre (ce qui n'arrive pratiquement qu'avec l'installation de plants déjà infestés), la seule solution est de traiter toute la végétation avec un produit à base d'abamectine, qui ne tache pas les fruits.
- **Attaque déjà observée l'année précédente:** dans ce cas, l'infestation est due aux acariens survivant dans le sol ou sur des adventices durant la saison morte. La stratégie à appliquer est alors directement liée aux conditions d'hivernage imposées au ravageur, qui peuvent être de deux types:
 - **Abris non maintenus hors gel au nord des Alpes et en Valais:** dans ces conditions, *A. lycopersici* ne peut normalement pas survivre à la saison froide et aucune mesure particulière n'est requise (sauf en cas d'hiver particulièrement clément). Cette thèse s'est confirmée dans un tunnel de tomates valaisan, pratiquement détruit par *Aculops* à la fin d'un été et qui n'a présenté aucune trace d'attaque, même minime, l'année suivante.
 - **Sud des Alpes ou abris maintenus hors gel:** dans ces conditions, nettement plus favorables à l'hivernage de l'ériophyide, il est recommandé d'intervenir de manière prophylactique en traitant l'ensemble de la culture lors de la plantation et en répétant l'intervention 15–20 jours plus tard, avant l'apparition des premiers bouquets de jeunes fruits.

Enfin, dans tous les cas, en fin de saison, il convient d'éliminer toutes les adventices susceptibles de contribuer à la survie d'*A. lycopersici*, en particulier la moutarde noire (*Solanum nigrum*) et le liseron des champs (*Convolvulus arvensis*).

Summary

Management of the tomato russet mite *Aculops lycopersici* (Acari, Eriophyidae)

The acaricidal effect of wettable sulfur against the tomato russet mite (*Aculops lycopersici*) was investigated through two experiments conducted under greenhouse conditions. Results indicate that a curative application of sulfur is as effective as the active ingredient abamectine, the only compound to be registered against *A. lycopersici* in Switzerland. However under the severe conditions tested with a high inoculation dose of mites, its preventive application seemed to be less effective. We propose IPM strategies adapted to the Swiss tomato production schemes and regional climatic conditions, taking into account previous infestations experienced by the grower.

Key words: *Aculops lycopersici*, TRM, IPM, Sulphur.

Zusammenfassung

Bekämpfung der Tomatenrostmilbe *Aculops lycopersici* (Acari, Eriophyidae)

Die akarizide Wirkung von Netzschwefel gegen die Tomatenrostmilbe (*Aculops lycopersici*) wurde in zwei Gewächshausversuchen getestet. Die Ergebnisse zeigen, dass kurativ angewendeter Schwefel gleich wirksam ist wie Abamectin, der einzig bewilligte Wirkstoff gegen diesen Schädling in der Schweiz. Unter strengen Versuchsbedingungen mit einer hohen Anzahl inokulierter Schädlinge scheint eine präventive Anwendung von Schwefel jedoch begrenzt wirksam zu sein. Wir empfehlen angepasst Managementstrategien für die verschiedenen Kulturbedingungen und schweizerischen Klimagegebenheiten, welche die Befallsgeschichte der Kultur berücksichtigt.

Riassunto

Gestione dell'*Aculops lycopersici* (Acari, Eriophyidae), agente dell'acariosi bronzea del pomodoro

Durante due prove condotte in serra è stata testata l'efficacia acaricida dello zolfo bagnabile contro *Aculops lycopersici*, agente dell'acariosi bronzea del pomodoro. I risultati mostrano che lo zolfo applicato in modo curativo risulta essere efficace tanto quanto l'abamectina, unica sostanza attiva attualmente omologata contro questo parassita. Nelle condizioni sperimentali (inoculazione del parassita a elevato dosaggio), l'efficacia sembra minore rispetto a quando è applicato preventivamente. Si propongono delle strategie di gestione ragionate, adattate alle diverse condizioni culturali e climatiche riscontrate in Svizzera, considerando le esperienze relative agli attacchi al livello della serra.

Conclusions

- Au Sud des Alpes, *Aculops lycopersici*, l'ériophyide responsable de l'acariose bronzée de la tomate, peut constituer un problème récurrent d'année en année, même dans les abris non chauffés.
- L'acarien ne peut pas hiverner, pour l'instant, dans le nord des Alpes et en Valais, sauf si l'hiver est clément ou si les serres sont maintenues hors gel.
- L'efficacité du soufre mouillable s'avère comparable à celle de la substance de référence abamectine pour lutter contre ce ravageur.
- Lors d'attaque dans un abri où l'hivernage d'*A. lycopersici* est possible, il est conseillé d'appliquer un traitement préventif peu après la plantation de la culture suivante et de le répéter 15 jours plus tard.
- Dans le cadre expérimental, le prélèvement et l'observation de fragments d'épiderme à différentes hauteurs sur la tige constituent une bonne méthode d'échantillonnage pour le suivi des populations d'*A. lycopersici*.

Remerciements

Les auteurs remercie Martine Rhyn et Suzanne Tagini pour leur précieuse assistance dans la production des plantes et les travaux d'élevage.

Bibliographie

- Fischer S. & Mourrut-Salesse J., 2005. L'acariose bronzée de la tomate en Suisse (*Aculops lycopersici*: Acari, Eriophyidae). *Revue suisse Vitic., Arboric., Hortic.* **37** (4) 227–233.
- Trottin-Caudal Y., Fournier Ch. & Leyre J.-M., 2003. Biological control of *Aculops lycopersici* (Massee) using the predatory mites *Neoseiulus californicus* (McGregor) and *Neoseiulus cucumeris* (Oudemans) on tomato greenhouse crops. CTIFL, Actes du colloque international Tomate sous abri, Avignon 17–19 septembre 2003, 153–157.

AgriTechno

TOUS LES COMPTEURS, CONTRÔLEURS, RÉGULATEURS.
POUR UNE AGRICULTURE DE PRÉCISION.

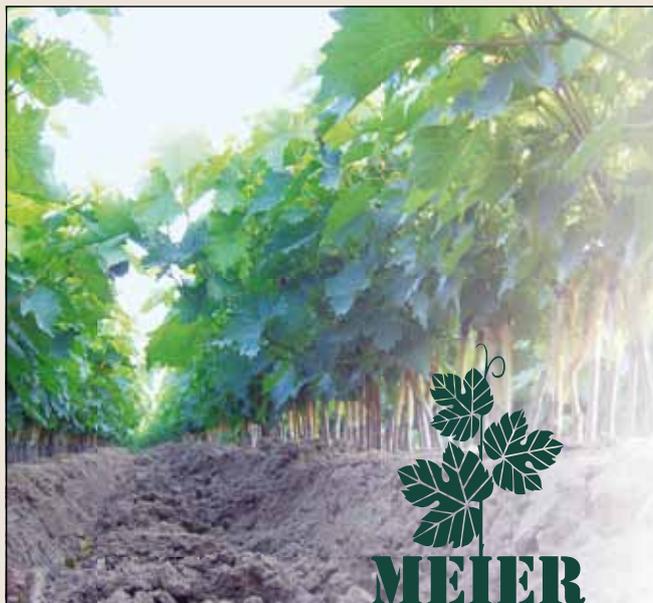


- Contrôleur de semis
- Régulateur DPA pulvérisateur
- Groupe de vanne avec débitmètre
- Remplissage, débit, volume
- Vitesse, surface, temps de travail
- Capteur de vitesse GPS, rotation pdf
- Pesée de véhicule, pesée sur chargeur
- Pesée de récolte et balance de comptoir
- Doseur humidité grain + minibatteuse
- Contrôle et régulation de température

NOUVEAUTÉ
pompe à graisse électrique
«intelligente»

AgriTechno

Z.I. En Publoz 11 – CH-1073 Savigny
Tél. 021 784 19 60 – Fax 021 784 36 35
E-mail: info@agritechno.ch



PLANTS DE VIGNE

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

Tous les
fongicides sur
www.omya-agro.ch

FLICA®

Invincible contre l'oïdium

Efficacité préventive et curative
Durée d'efficacité sans égal
Agit en plus contre le blackrot



Marque enregistrée
Observer les indications de risques et les conseils de sécurité figurant sur l'emballage





NOUVEAU

**PIQUETS
DE VIGNE**

ZIGI MAC 4

TOUT POUR LE PALISSAGE
Echelas-tuteurs, amarres, fils Crapo et Crupal,
tendeurs, attaches et protections diverses
pour les plantes

F. Zimmermann SA
1268 BEGNINS

Tél. 022 366 13 17 – Fax 022 366 32 53



DEPUIS
Assurance contre
**LA GRÊLE ET
AUTRES RISQUES NATURELS!**
1880

**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 les autres
risques naturels.



Case postale, 8021 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



Des vins rapidement
prêts à la mise en bouteille?

Clarification et Harmonisation 2015:

NaCalit® PORE-TEC

Adsorption sélective des protéines
et des colloïdes.

FloraClair Liquid **NOUVEAU**

Protéines de pois en formulation liquide
pour l'harmonisation et la clarification
des vins jeunes.

Blankasit

Sol de silice sélectionné.
Optimisation de la clarification.

Wenger

GETRÄNKETECHNOLOGIE AG
TECHNOLOGIE DE BOISSONS SA

Route de l'Industrie 36
1615 Bossonnens
Tel.: 021 9474410
www.wengertechnologie.ch

ERBSLÖH

www.erbsloeh.com

Distribution de l'azote dans la vigne: impact de la période d'application de l'urée foliaire

Thibaut VERDENAL¹, Vivian ZUFFEREY¹, Fabrice LORENZINI², Ágnes DIENES-NAGY², Jorge E. SPANGENBERG³, Jean-Laurent SPRING¹ et Olivier VIRET¹

¹Agroscope, Institut des sciences en production végétale (IPV)

²Agroscope, Institut des sciences en denrées alimentaires (IDA)

³Université de Lausanne, Institut des dynamiques de la surface terrestre (IDYST)

Renseignements: Thibaut Verdenal, e-mail: thibaut.verdenal@agroscope.admin.ch, tél. +41 58 468 65 60, www.agroscope.ch



Application d'urée foliaire à la véraison.

Introduction

L'azote assimilable par les levures représente 25 à 40 % de l'azote total dans le moût de raisin. Sa teneur naturelle dépend de la nutrition azotée de la vigne et varie selon les conditions du terroir (sol, climat, etc.) et les choix techniques du vigneron (association cépage porte-greffe, entretien du sol, fertilisation, etc.) (Porro

et al. 2006; Garde-Cerdan *et al.* 2009; Zufferey *et al.* 2010; Reynard *et al.* 2011; Spring *et al.* 2012). L'azote assimilable est composé d'acides aminés libres (AA, environ 80 % lors des vendanges) et d'ammonium (NH_4^+ , environ 20 %). Une quantité suffisante d'azote assimilable (>200 mg/l) garantit une bonne cinétique de fermentation et sa composition en AA est source de précurseurs aromatiques (Agenbach 1977; Bell et

Henschke 2005). En cas de carence, l'ajout direct de phosphate de diammonium dans le moût améliore la cinétique de fermentation mais présente peu d'intérêt dans le développement d'arômes variétaux et fermentaires (Lorenzini et Vuichard 2012). En revanche, l'apport d'azote à la vigne sous forme d'urée foliaire permet une nette augmentation de la teneur en AA (Lacroux *et al.* 2008; Dufourcq *et al.* 2009; Hannam *et al.* 2013). L'objectif de cette étude était de mieux comprendre l'impact de la période de fertilisation foliaire sur la distribution de l'azote dans la vigne. L'application d'urée marquée isotopiquement (10 atom% ^{15}N) a permis de différencier l'azote provenant de l'urée et d'observer sa répartition dans la vigne au moment de la vendange.

Matériel et méthodes

L'essai a été conduit en 2012 par Agroscope à Pully (VD, Suisse) sur des vignes de Chasselas (clone INRA 31, porte-greffe 3309C) plantées en 1999. Dans la région, les précipitations annuelles s'élèvent à 1140 mm et la température journalière pendant la période végétative (avril-octobre) est de 15,5 °C (normales 1981–2010, Pully, MétéoSuisse). Le sol colluvial est composé de 17 % d'argile, 46 % de sable et 4 % de calcaire (CaCO_3). La matière organique est de 1,7 % et il n'y a pas de carence en éléments P, K, Mg et B. Le sol est profond et la réserve utile importante (> 250 mm). Les vignes ont été taillées en Guyot simple (sept rameaux par cep) et une grappe par rameau a été conservée lors du dégrappage. La densité de plantation était de 1,5 x 0,8 m avec une hauteur de feuillage de 1,3 m. L'urée foliaire a été apportée à la vigne [$\text{CO}(\text{NH}_2)_2$; 20 kg N/ha; dilution 2,5 % m/v] à la floraison (variantes F et F ^{15}N) ou à la véraison (V et V ^{15}N). La variante témoin T n'a reçu aucune fertilisation azotée (tabl.1). Chaque variante était composée de trois ceps. Les variantes F et V ont reçu de l'urée commerciale, alors que les variantes F ^{15}N et V ^{15}N ont reçu de l'urée marquée isotopiquement (10 atom% ^{15}N , Sigma-Aldrich, Saint-Louis, Missouri, Etats-Unis).

Tableau 1 | Description des cinq variantes de l'essai. 5 kg N/ha ont été appliqués à la vigne une fois par semaine pendant quatre semaines à la floraison ou à la véraison

Variante	Période de fertilisation	Apport d'azote
F	Floraison	20 kg/ha, urée commerciale
F ^{15}N	Floraison	20 kg/ha, urée marquée ^{15}N
V	Véraison	20 kg/ha, urée commerciale
V ^{15}N	Véraison	20 kg/ha, urée marquée ^{15}N
T	Aucune	Aucun

Résumé En cas de carence dans le moût de raisin, l'azote assimilable par les levures (YAN) peut être rectifié par un apport d'azote à la vigne sous forme d'urée foliaire. Dans le cadre d'un essai mené en 2012 par Agroscope à Pully, de l'urée foliaire a été appliquée à la vigne (*Vitis vinifera* cv. Chasselas), à la floraison ou à la véraison. L'utilisation d'urée marquée isotopiquement (10 atom% ^{15}N) a permis d'évaluer l'impact de la période d'application de l'urée sur la distribution de l'azote dans la vigne. Les grappes ont présenté la plus grande concentration de l'azote provenant de l'urée foliaire quelle que soit la période d'application. La teneur en azote assimilable dans le moût était la plus élevée lorsque l'urée a été appliquée à la véraison. En conclusion, il est significativement plus efficace d'apporter de l'urée foliaire à la véraison pour augmenter la teneur en azote assimilable d'un moût initialement carencé.

La croissance végétative et le développement de la vigne ont été suivis au cours de la saison (stades phénologiques, indice chlorophyllien, surface foliaire exposée, poids de rognage, fertilité et rendement). A la vendange, chacun des quinze ceps a été arraché et divisé en huit parties: racines, tronc (branche à fruits incluse), rameaux, feuilles, rognages (collectés en cours de saison), marc, bourbes, moût. Toutes les parties de cep ont été séchées pour déterminer la matière sèche (g MS/plante), puis mises en poudre (< 1300 μm). Les moûts ont été lyophilisés.

L'azote total (N total, % MS) a été analysé avec la méthode de Kjeldahl par le laboratoire Sol-Conseil à Changins. Les rapports isotopiques $^{15}\text{N}/^{14}\text{N}$ ($\delta^{15}\text{N}$) ont été quantifiés avec un spectrophotomètre de masse (EA-IRMS) par le laboratoire des isotopes stables de l'Université de Lausanne; 100 ml de moût par cep ont été analysés par le laboratoire de l'Institut des sciences en denrées alimentaires d'Agroscope à Changins. Un spectrophotomètre à infrarouge (Winescan FOSS, Hillerød, Danemark) a permis de quantifier le pH, les sucres (°Oe), l'acidité totale (g/l éq. acide tartrique), les acides tartrique et malique (g/l) et l'azote assimilable (mg/l). Les AA libres, exprimés en milligramme d'azote par litre de moût (mg N/l, en considérant tous les atomes de N), ont été déterminés et quantifiés par chromatographie en

phase liquide à haute pression (HPLC). L'ammonium (NH_4^+ ; mg N/l) a été mesuré avec un kit enzymatique (Boehringer, Mannheim, Allemagne).

Pour chaque partie de vigne, les paramètres suivants ont été calculés selon la méthode détaillée par Verdental *et al.* (2015):

- la quantité totale de N (QN, g);
- l'abondance de ^{15}N (A %) ou proportion de ^{15}N pour 100 atomes de N;
- l'abondance relative spécifique (RSA, % N total) ou part du N total provenant de l'apport d'urée; la RSA représente également la force d'appel de l'organe, indépendamment de sa taille;
- la quantité de nouvel azote (g) acquis après l'apport d'urée;
- la répartition du nouvel azote par organe (% P_{organe}) a été calculée. Les valeurs de % P_{organe} des huit parties du cep totalisent 100 %.

Les différences entre variantes ont été évaluées par ANOVA ($P < 0,05$), puis par le test de Newman-Keuls, avec le programme XLSTAT 2011.2.04 (Addinsoft, Paris, France).

Résultats

Développement physiologique et composition du moût

La pleine floraison s'est déroulée le 16 juin et la véraison le 15 août. La fertilité ($2,0 \pm 0,2$ grappes/rameau), le rendement ($2,1 \pm 0,6$ kg/plant) et la surface foliaire exposée ($1,6 \pm 0,1$ m²/m² de sol) ont été constants pour toutes les variantes (tabl. 2). Il n'y a pas eu de différence entre variantes en termes de sucres solubles (80 ± 3 °Oe) et de pH ($3,56 \pm 0,07$). Par contre, les variantes T et F ont

Tableau 2 | Effet de l'apport d'urée, à la floraison ou à la véraison, sur les paramètres de la vigne, les composantes du rendement et la composition du moût à la vendange

Variable	T	F	F ¹⁵ N	V	V ¹⁵ N	Valeur P
Fertilité (grappes/rameau)	2,2	2,0	2,2	2,0	1,7	0,296
Rendement (kg/cep)	1,6	2,2	2,4	2,1	2,6	0,264
Sucres (°Oe)	80	81	78	83	80	0,175
pH	3,6	3,5	3,5	3,6	3,5	0,234
Acidité totale (g/l)	4,0 b	4,1 b	4,4 ab	4,2 ab	4,7 a	0,029
Azote assimilable (mg/l)	92 ab	79 b	89 ab	117 a	116 a	0,020

Les moyennes suivies de différentes lettres sur une même ligne sont significativement différentes ($P < 0,05$).

eu une acidité totale plus faible que la variante V¹⁵N, notamment à cause d'une teneur en acide malique plus faible. Enfin, malgré un niveau globalement faible dans toutes les variantes, les concentrations en azote assimilable dans les moûts des variantes fertilisées à la véraison ont été plus élevées ($116,2 \pm 15,4$ mg/l) que celles des variantes fertilisées à la floraison et de la variante témoin ($86,8 \pm 10,1$ mg/l).

Impact sur la répartition de l'azote dans la vigne

Les quantités de matière sèche ont été similaires entre les variantes. La teneur moyenne en azote total a varié de $0,2 \pm 0,1$ % MS dans le moût à $2,4 \pm 1,4$ % MS dans les rognages, sans différence entre les variantes. Dans cette étude, les variantes marquées (F¹⁵N et V¹⁵N) contenaient respectivement 140 et 155 μg MS de ^{15}N par cep, un taux deux à trois fois plus élevé que dans les variantes non marquées (61 μg MS pour F et 71 μg MS pour V). Les variantes non marquées et le témoin (F, V et T) ont fourni une teneur constante en ^{15}N équivalente à l'abondance naturelle sur terre de 0,37 % N. Les deux variantes marquées ont quant à elles montré que l'abondance de ^{15}N était très variable, en lien avec la répartition hétérogène de l'azote provenant de l'apport d'urée. Sur les 2,5g d'azote apportés par cep et par variante, seuls 35 % ont été absorbés par les vignes, ce qui représente environ 5 % de l'azote organique total dans la plante à la vendange. Dans les variantes marquées F¹⁵N et V¹⁵N, le nouvel azote assimilé était présent dans tous les organes de la vigne, avec des différences significatives de concentration entre les organes (fig. 1). Quelle que soit la période d'application de l'urée, la RSA la plus élevée était dans les raisins (moûts, bourbes et marcs), allant jusqu'à 12,7 % de l'azote total. Les RSA les plus petites étaient dans les racines (1,3 % N total). Dans le moût, le nouveau N représentait 8,9 % de l'azote total lorsque l'urée était apportée à la floraison, contre 12,7 % lorsqu'elle était appliquée à la véraison.

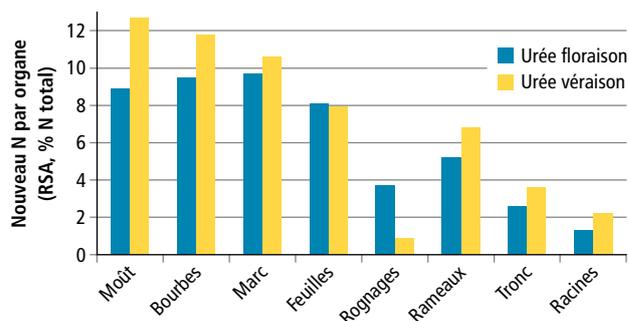


Figure 1 | Impact de la période d'application de l'urée foliaire, à la floraison ou à la véraison, sur l'abondance relative spécifique (RSA) du nouvel azote dans les organes de la vigne.

La distribution de l'azote (% P) n'a significativement différencié entre les variantes F¹⁵N et V¹⁵N que dans le marc (fig. 2). Les feuilles, rognages et marc semblent recevoir plus de nouvel azote lorsque l'application d'urée foliaire est réalisée à la floraison, qui correspond à la période de croissance végétative de la vigne. Inversement, les organes réserves (tronc et racines) ont reçu seulement 20 % du nouveau N avec l'urée appliquée à la floraison, contre 32 % lorsqu'elle était appliquée à la véraison.

Impact sur l'azote assimilable dans le moût

Le marquage isotopique n'a pas eu d'influence sur la concentration en AA et en ammonium des moûts. Par conséquent, seules les moyennes des variantes marquées et non marquées sont présentées pour chaque période d'application d'urée dans le tableau 3. À l'exception de l'acide aspartique, de l'asparagine, de la méthionine et de la glycine, la concentration des AA a été significativement plus élevée lorsque l'urée était apportée à la véraison, avec une concentration totale de 266 mg N/l, contre respectivement 169 et 166 mg N/l dans les variantes traitées à la floraison et dans le témoin sans urée (fig. 3). L'augmentation de la concentration en AA entre le témoin et les variantes traitées à la véraison a varié de 0 à 150 % selon l'AA considéré. La même ten-

dance, bien que non significative, a été observée pour l'ammonium, avec 12,2 mg N/l pour les variantes traitées à la véraison, contre 9,2 et 7,0 mg N/l pour les variantes traitées à la floraison et le témoin (fig. 3).

Discussion

L'apport d'urée n'a créé de différence ni en termes de matière sèche ni dans la distribution de l'azote total dans la vigne. Le taux d'assimilation de l'urée par la vigne correspondait aux 30 % rapportés par deux autres études (Jakovljevic *et al.* 1995; Porro *et al.* 2010). Le nouveau N (provenant de l'apport d'urée) a été réparti dans tous les organes de la vigne. Les grappes ont eu la plus grande force d'appel, en accord avec les résultats d'autres études (Conradie 1986, 1990; Rodriguez-Lovalle et Gaudillère 2002; Schreiber *et al.* 2002). La variation de RSA entre les variantes F¹⁵N et V¹⁵N était significative ($P < 0,10$) seulement pour les moûts (fig. 1). Globalement, la RSA tendait à être plus élevée dans les organes reproducteurs et dans les réserves quand l'urée

Tableau 3 | Impact de la période d'application de l'urée foliaire, à la floraison ou à la véraison, sur la concentration en acides aminés dans les moûts

Acides aminés	Concentration (mg N/l)			
	T	Moyenne (F+F ¹⁵ N)	Moyenne (V+V ¹⁵ N)	Valeur P
Arginine	90,3 b	89,2 b	147,8 a	0,000
Proline	14,2 b	19,8 b	36,0 a	0,014
Glutamine	8,4a b	7,0 b	9,2 a	0,004
Acide γ-aminobutyrique	7,4 b	7,9 b	9,7 a	0,008
Acide glutamique	6,7 b	6,9 b	8,7 a	0,022
Acide aspartique	6,6	5,4	6,4	0,157
Alanine	6,6 b	7,1 b	9,8 a	0,000
Thréonine	5,9 b	6,2 b	10,8 a	< 0,0001
Sérine	4,6 b	4,4 b	6,7 a	< 0,0001
Asparagine	3,6	3,2	3,5	0,385
Histidine	3,1 b	3,3 b	5,5 a	< 0,0001
Leucine	2,2 b	2,2 b	2,9 a	0,001
Valine	2,1 b	2,2 b	3,0 a	0,000
Isoleucine	1,6 b	1,7 b	2,1 a	0,002
Phénylalanine	1,2 b	1,2 b	1,5 a	0,004
Lysine	0,6 ab	0,6 b	0,9 a	0,013
Tyrosine	0,6 b	0,6 b	0,9 a	< 0,0001
Méthionine	0,2	0,2	0,4	0,085
Glycine	0,2	0,2	0,3	0,600
Cystine	n.d.	n.d.	n.d.	–
Hydroxyproline	n.d.	n.d.	n.d.	–

Les moyennes suivies de différentes lettres sur une même ligne sont significativement différentes ($P < 0,05$).

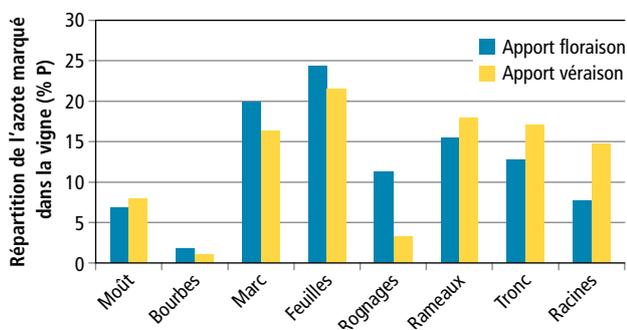


Figure 2 | Impact de la période d'application de l'urée foliaire, à la floraison ou à la véraison, sur la répartition du nouveau N (%P) dans les organes de la vigne.

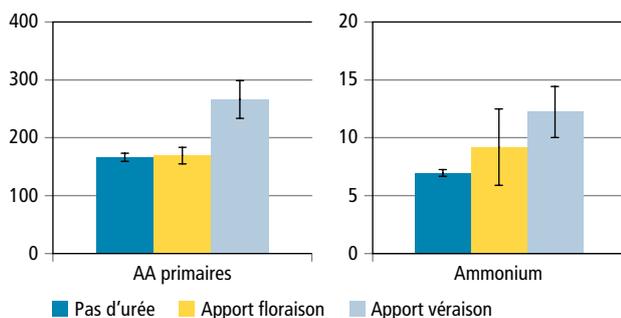


Figure 3 | Impact de la période d'application de l'urée foliaire, à la floraison ou à la véraison, sur la concentration en acides aminés totaux et en ammonium des moûts de raisin (mg N/l).

était apportée plus tard à la véraison. Les raisins ont ainsi tiré meilleur profit d'une urée appliquée à la véraison. Ces résultats indiquent que près de 90 % de l'azote total dans le moût provient d'autres sources que l'apport d'urée, telles que l'azote du sol absorbé par les racines ou bien l'azote venant des organes-réserves (tronc et racines). Ces observations concordent avec celles d'autres études (Conradie 1990; Glad *et al.* 1994; Schreiber *et al.* 2002). La compétition entre les organes végétatifs et reproducteurs semble plus forte à la floraison: les valeurs de RSA se distinguaient davantage entre le moût et le feuillage dans les variantes traitées à la véraison ($\Delta\text{RSA}_{\text{moût-feuilles}} = 4,8\%$) que dans les variantes traitées à la floraison ($\Delta\text{RSA}_{\text{moût-feuilles}} = 0,8\%$) (fig.1). Les teneurs en azote assimilable plus faibles lorsque l'urée est apportée à la floraison se conforment aux résultats obtenus par Spring et Lorenzini (2006) sur Chasselas et, plus récemment, sur Sauvignon blanc et Merlot par Lasa *et al.* (2012). En effet, pour des quantités équivalentes de MS (323 ± 10 g) et d'azote total ($0,53 \pm 0,06$ g) dans le moût, seul l'apport d'urée à la véraison a mené à une augmentation significative de la concentration en azote assimilable (fig. 3). Comme le suggère Conradie (1990), l'azote appliqué plus tard

dans la saison contribue de façon plus importante au pool d'azote assimilable (AA libres et ammonium) qu'au pool insoluble (protéines). Il est donc plus efficace de corriger les teneurs en azote assimilable en apportant de l'urée foliaire pendant la véraison que pendant la floraison.

Conclusions

- L'apport d'urée foliaire à la véraison augmente significativement la teneur en azote assimilable (AA libres et ammonium) dans les baies de raisin.
- L'apport d'urée foliaire est plus efficace à la véraison qu'à la floraison pour augmenter la teneur en azote assimilable du moût.
- Le raisin est l'organe qui possède la plus grande force d'appel de l'azote quelle que soit la période d'application de l'urée foliaire.
- La compétition pour l'azote entre organes reproducteurs (raisins) et végétatifs (feuillage) est moins forte au moment de la véraison.
- L'apport d'urée foliaire à la véraison favorise également la mise en réserve de l'azote dans le tronc et les racines pour la saison suivante. ■

Remerciements

La préparation des échantillons dans le cadre de cet essai a demandé un investissement particulier. Aussi, les auteurs remercient toute l'équipe technique d'Agroscope à Pully et en particulier Philippe Duruz pour son aide à l'arrachage des ceps. Merci à l'équipe du laboratoire Sol-Conseil pour le soin apporté au séchage et au broyage des échantillons. Merci à Katia Gindro pour la lyophilisation des moûts. Enfin, merci au laboratoire de l'Institut des sciences en denrées alimentaires d'Agroscope à Changins pour toutes les analyses réalisées sur les moûts.

Bibliographie

- Agenbach W. A., 1977. A study of must nitrogen concentration in relation to incomplete fermentations, yeast production and fermentation activity. Beukman E.F. (ed.). Proceedings South African Society for Enology and Viticulture, novembre 1977, Cape Town, South Africa (South African Society for Enology and Viticulture: Stellenbosch, South Africa), 66–87.
- Lasa B., Menendez S., Sagastizabal K., Cervantes M. E. C., Irigoyen I., Muro J., Aparicio-Tejo P. M. & Ariz I., 2012. Foliar application of urea to 'Sauvignon Blanc' and 'Merlot' vines: doses and time of application. *Plant Growth Regulation* **67**, 73–81.
- Bell S.-J. & Henschke P. A., 2005. Implications of nitrogen nutrition for grapes, fermentation and wine. *Australian Journal of Grape and Wine Research* **11**, 242–295.
- Conradie W. J., 1986. Utilization of nitrogen by the grape-vine as affected by time of application and soil type. *South African Journal of Enology and Viticulture* **7**, 76–83.
- Conradie W. J., 1990. Distribution and translocation of nitrogen absorbed during late spring by two-year-old grapevines grown in sand culture. *American Journal of Enology and Viticulture* **41**, 241–250.
- Dufourcq T., Charrier F., Poupault P., Schneider R., Gontier L. & Serrano E., 2009. Foliar spraying of nitrogen and sulfur at veraison: a viticultural technique to improve aromatic composition of white and rosés wines. Proceedings XVth International GiESCO Symposium, 12–15 July 2009, Davis, CA, USA, 379–383.
- Garde-Cerdan T., Lorenzo C., Lara J. F., Pardo F., Ancin-Azpilicueta C. & Salinas M. R., 2009. Study of the evolution of nitrogen compounds during grape ripening. Application to differentiate grape varieties and cultivated systems. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* **57**, 2410–2419.
- Glad C., Farineau J., Regnard J.-L. & Morot-Gaudry J.-F., 1994. The relative contribution of nitrogen originating from two seasonal ^{15}N supplies to the total nitrogen pool present in the bleeding sap and in whole *Vitis vinifera* cv. Pinot noir grapevines at bloom time. *American Journal of Enology and Viticulture* **45**, 327–332.
- Hannam K. D., Neilsen G. H., Forge T. & Neilsen D., 2013. The concentration of yeast assimilable nitrogen in Merlot grape juice is increased by N fertilization and reduced irrigation. *Canadian Journal of Plant Science* **93**, 37–45.
- Jakovljevic M., Licina V. & Stajkovic M., 1995. Investigation of nitrogen uptake from fertilizers applied to grapevine. *Review of Research Work at the Faculty of Agriculture* **40**, 91–95.
- Lacroux F., Tregoat O., van Leeuwen C., Pons A., Tominaga T., Lavigne-Cruège V. & Dubourdieu D., 2008. Effect of foliar nitrogen and sulfur application on aromatic expression of *Vitis vinifera* L. cv. Sauvignon blanc. *Journal International des Sciences de la Vigne et du Vin* **42**, 125–132.
- Lorenzini F. & Vuichard F., 2012. Ajout d'acides aminés aux moûts et qualité des vins. *Revue suisse de Vitic., Arboric., Hortic.* **44**, 96–103.
- Porro D., Stefanini M., Dorigatti C., Ziller L., Camin F. & Policarpo M., 2006. Ripartizione dell'Azoto in diversi organi aerei della vite in relazione a tempo e modalità di somministrazione fogliare. *Italus Hortus* **13**, 74–79.
- Porro D., Stefanini M., Dorigatti C., Ziller L., Camin F. & Policarpo M., 2010.

Summary

Nitrogen partitioning in grapevine: effect of foliar-urea fertilization timing

In a situation of deficiency in grape must, the yeast assimilable nitrogen (YAN) can be enhanced through foliar nitrogen fertilization on the vines. A trial was carried out at Agroscope, in which foliar urea was applied on the vines (*Vitis vinifera* L. Chasselas), at flowering or at veraison. The use of ^{15}N -labelled urea (10 atom% ^{15}N) allowed describing the effect of the period of supply on nitrogen distribution in the vine. Bunches showed the highest concentration N originating from foliar urea among all of the organs during both of fertilisation periods. The highest YAN in the must, however, was obtained when the urea was applied during veraison. Foliar urea on the vine is significantly more efficient when applied at veraison with the aim of increasing the YAN concentration of a nitrogen-deficient must.

Key words: ^{15}N -labelled urea, Chasselas, yeast assimilable nitrogen, foliar fertilisation, partitioning.

Zusammenfassung

Stickstoffverteilung in der Rebe: Einfluss des Zeitpunkts der Blattharnstoffgabe

Ein Mangel an hefeverwertbarem Stickstoff (YAN) im Traubenmost kann durch eine Stickstoffversorgung der Rebe in Form von Blattharnstoff ausgeglichen werden. Im Rahmen eines 2012 bei Agroscope in Pully durchgeführten Versuchs erfolgte eine Blattharnstoffgabe bei der Rebe (*Vitis vinifera* cv. Chasselas) zum Zeitpunkt der Blüte oder bei beginnenden Beerenreife. Durch die Verwendung von isotope markiertem Harnstoff (10 atom% ^{15}N) konnte der Einfluss des Zeitpunkts der Harnstoffgabe auf die Verteilung des Stickstoffs in der Pflanze untersucht werden. Unabhängig vom Zeitpunkt der Gabe wurde die höchste Konzentration an Stickstoff aus den Harnstoffgaben in den Trauben gemessen. Der höchste Gehalt an verwertbarem Stickstoff im Most wurde jedoch beobachtet, wenn der Harnstoff bei beginnender Beerenreife zugeführt wurde. Eine Blattharnstoffgabe bei beginnender Beerenreife erhöhte den Gehalt an verwertbarem Stickstoff in einem ursprünglich mangelhaften Most am wirkungsvollsten.

Riassunto

Distribuzione dell'azoto nella vite: impatto del periodo di applicazione dell'urea fogliare

La carenza di azoto assimilabile dai lieviti (YAN) nel mosto dell'uva può essere corretta alla vite sotto forma di urea fogliare. Nel corso di una sperimentazione condotta nel 2012 presso Agroscope a Pully, alla vite (*Vitis vinifera* cv. Chasselas) è stata applicata dell'urea fogliare alla fioritura o all'invaiaitura. L'impiego di urea marcata isotopicamente (10 atom% ^{15}N) ha permesso di valutare l'impatto del periodo di applicazione dell'urea sulla distribuzione dell'azoto nella vite. Indipendentemente dal periodo di applicazione, la più grande concentrazione di azoto legato all'applicazione d'urea fogliare è stata misurata nei grappoli. Il maggior tenore di azoto assimilabile nel mosto è stato invece osservato nel caso dell'applicazione dell'urea all'invaiaitura. In conclusione, l'apporto di urea fogliare è significativamente più efficace all'invaiaitura per aumentare il tenore di azoto assimilabile di un mosto inizialmente carente.

Nitrogen Foliar Uptake and Partitioning in «Cabernet Sauvignon» Grapevines. Pestana M. et Correia P. J. (eds.). Proceedings VIth International Symposium on Mineral Nutrition of Fruit Crops, juin 2010, Faro, Portugal (ISHS *Acta Horticulturae*), 185–190.

- Reynard J.-S., Zufferey V., Nicole G. & Murisier F., 2011. Soil parameters impact the vine-fruit-wine continuum by altering vine nitrogen status. *Journal International des Sciences de la Vigne et du Vin* 45, 211–221.
- Rodriguez-Lovelle B. & Gaudillère J. P., 2002. Carbon and nitrogen partitioning in either fruiting or non-fruiting grapevines: effects of nitrogen limitation before and after veraison. *Australian Journal of Grape and Wine Research* 8, 86–94.
- Schreiber A.T., Merkt N., Blaich R. & Fox R., 2002. Distribution of foliar applied labelled nitrogen in grapevines (*Vitis vinifera* L., cv. Riesling). Tagliavini M., Toselli M., Bertschinger L., Brown P., Neilsen D. & Thalheimer M. (eds.). Proceedings of the international symposium on foliar nutrition of perennial

fruit plants, 11–15 September 2001, Merano, Italy (International Society for Horticultural Science: Vienna, Austria), 139–145.

- Spring J.-L. & Lorenzini F., 2006. Effet de la pulvérisation foliaire d'urée sur l'alimentation azotée et la qualité du Chasselas en vigne enherbée. *Revue suisse de Vitic., Arboric., Hortic.* 38, 105–113.
- Spring J.-L., Verdenal T., Zufferey V., Gindro K. & Viret O., 2012. Influence du porte-greffe sur le comportement du cépage Cornalin du Valais central. *Revue suisse de Vitic., Arboric., Hortic.* 44, 298–307.
- Verdenal T., Spangenberg J. E., Zufferey V., Lorenzini F., Spring J.-L. & Viret O., 2015. Effect of fertilisation timing on the partitioning of foliar-applied nitrogen in *Vitis vinifera* cv. Chasselas: a ^{15}N labelling approach. *Australian Journal of Grape and Wine Research* 21, 110–117.
- Zufferey V., Spring J.-L., Verdenal T. & Viret O., 2010. Comportement du Pinot noir dans les conditions du vignoble valaisan. *Revue suisse de Vitic., Arboric., Hortic.* 42, 376–383.

**Sélection
et production
de clones,
greffons
et plants
pour la
viticulture**



PÉPINIÈRES VITICOLES CLAUDE & JACQUES LAPALUD

PLANTATION À LA MACHINE

1163 ÉTOY

Atelier: tél. 021 808 76 91 - fax 021 808 78 40
Privé: tél. 021 807 42 11

**Le meilleur du monde
pour l'agriculture suisse**



- Essais
- Analyses
- Homologations
- Conseils
- Nouveaux produits
- Disponibilité des produits
- Distribution
- Formation continue

Cyflamid ou Talendo

Plus fort contre l'oïdium et en mélange avec

Vincare contre le mildiou.

N'hésitez pas à contacter nos spécialistes pour l'agriculture suisse, nous sommes là pour vous.



Stähler Suisse SA
Henzmannstrasse 17A
4800 Zofingen
Tél. 062 746 80 00
Fax 062 746 80 08
www.staehler.ch

Suisse 

**Plantes
Fleurs coupées**

Bourse aux fleurs bernoise

**Vos plus grands marchés spécialisés
pour plantes et fleurs coupées**

**Nouveau point de vente
à Heimberg!**

Berner Blumenbörsen – Löchliweg 27 – 3014 Berne
Berner Blumenbörsen – Niesenstr. 22 – 3627 Heimberg



Blumig
Besonders
Beeindruckend

**Votre partenaire
pour la qualité**

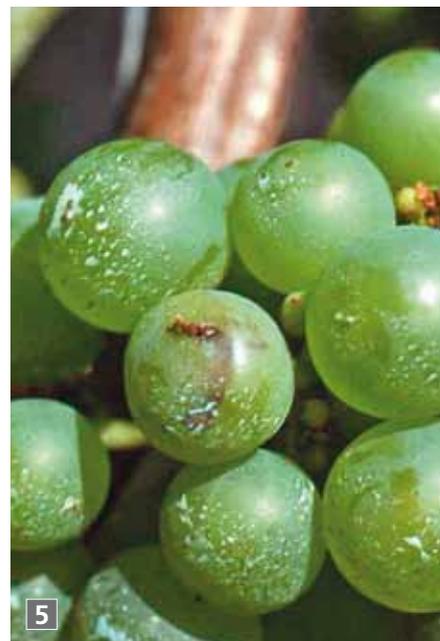
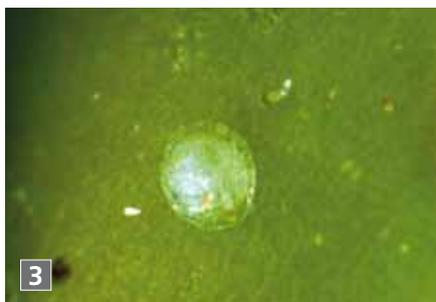
Vers de la grappe : Eudémis

ELobesia botrana Den. & Schiff.

Patrik Kehrli, Denis Pasquier et Stefan Kuske

Symptômes

- **Figure 1:** Papillon de l'eudémis *Lobesia botrana*. Son envergure atteint 11 à 13 mm.
- **Figure 2:** Larve de la première génération d'eudémis avec sa tête brun-beige.
- **Figure 3:** Œuf de la deuxième génération d'eudémis en forme de disque transparent, sur l'épiderme d'une baie de raisin.
- **Figure 4:** Trou de pénétration d'une larve d'eudémis de la deuxième génération dans une baie de raisin.
- **Figure 5:** Attaque sur grappe de la deuxième génération d'eudémis.
- **Figure 6:** Papillons mâles d'eudémis sur un piège englué blanc.
- **Figure 7:** Diffuseurs de phéromones à double attractif pour la lutte par confusion sexuelle contre les deux vers de la grappe.



Aire de répartition

L'aire de distribution de l'eudémis est beaucoup plus limitée que celle de la cochyliis. On la rencontre dans toutes les régions viticoles d'Europe méridionale et centrale, en Afrique du Nord, en Asie-Mineure et dans le Caucase et, plus récemment, elle a été introduite aux Etats-Unis et en Amérique du Sud. Son aire ne dépasse cependant pas la limite nord de la culture de la vigne. C'est un insecte qui affectionne les régions chaudes et sèches à l'encontre de la cochyliis qui préfère les régions relativement fraîches et humides.

Plantes hôtes

L'eudémis est très polyphage puisqu'on peut la trouver sur plus de quarante plantes appartenant principalement aux genres *Vitis*, *Clematis*, *Cornus*, *Lonicera*, *Viburnum*, *Ligustrum*, *Ribes*, *Hedera*, *Daphne*, *Rosmarinus* et *Berberis*. L'eudémis s'est adaptée au vignoble européen et, en Suisse, ses dégâts sont observés depuis 1910.

Description

Le **papillon**, qui mesure 11 à 13 mm d'envergure, a les ailes antérieures bariolées de jaune roussâtre et de brun, avec des dessins très irréguliers. Les **œufs**, en forme de petites lentilles de 0,6 à 0,9 mm de diamètre, sont de couleur jaune citron à jaune orangé, avec des reflets irisés. La **chenille** de l'eudémis est de couleur jaune verdâtre à brun clair avec une tête noire au premier stade larvaire, puis jaune-brun clair à tous les stades ultérieurs. A la fin de son développement, elle mesure 9 à 10 mm; ses mouvements sont très vifs et agiles. La **chrysalide** est élancée, de couleur brun foncé et mesure 5 à 7 mm de longueur.

Biologie et dégâts

Dans le vignoble suisse l'eudémis est présente seule ou cohabite avec la cochyliis. Son importance varie d'une année à l'autre selon les conditions météorologiques. Un temps chaud et sec favorise l'augmentation des populations de l'eudémis. Les papillons, issus des chrysalides qui ont passé l'hiver dans un cocon sous l'écorce, apparaissent dans les vignes dès le développement du feuillage (BBCH 11). Ils sont de mœurs crépusculaires. Le vol dure 3 à 5 semaines. Après l'accou-

plement, les femelles de la première génération pondent 40 à 60 œufs sur les capuchons floraux ou les pédoncules. Après 10 à 15 jours, les petites chenilles sortent des œufs pour pénétrer dans un bouton floral, puis confectionnent un glomérule ou nid (amas de plusieurs fleurs réunies par un tissage). La nymphose débute après la fin de la floraison et dure 10 à 14 jours. Habituellement, les papillons de la seconde génération apparaissent un peu après ceux de la cochyliis, généralement avec le développement vol dure 4 à 6 semaines. La ponte est déposée sur les baies ou sur les pédoncules. Après 7 à 10 jours, les jeunes chenilles sortent des œufs et pénètrent directement dans les baies. Jusqu'à la fin de leur développement, les chenilles attaquent plusieurs baies contiguës. Elles facilitent ainsi le développement de la pourriture grise (*Botrytis cinerea*) qui, elle, peut anéantir toute la grappe. Selon les conditions météorologiques, le cépage, le clone, la vigueur et les travaux de la feuille, les dégâts des vers de la grappe peuvent influencer de manière très différente l'évolution de la pourriture. Plus la grappe est compacte, plus les dégâts des vers favorisent la pourriture. Dans les régions les plus précoces de Suisse, l'eudémis peut accomplir une troisième génération partielle ou complète sans conséquences pratiques, dont le vol se déroule dès la mi-août.

Moyens d'avertissement

Le **piège sexuel** permet de suivre le déroulement du vol et aide à déterminer le moment optimal pour effectuer un contrôle d'attaque ou un traitement. L'expérience a montré que si les captures de la première génération ne dépassent pas 200 papillons d'eudémis par piège pour toute la durée du vol, il n'est pas nécessaire de traiter contre cette génération. Au second vol, le piège aide surtout à positionner le traitement. Pour l'**échantillonnage d'attaque**, il convient de contrôler au moins dix fois dix grappes par parcelle à la fin de chaque génération du ravageur. Ces échantillonnages s'effectuent de la floraison à la nouaison (BBCH 62-71) pour la première génération et à la fermeture des grappes (BBCH 77) pour la deuxième. Le seuil de tolérance dépend de la stratégie de lutte et du cépage. Les seuils sont notamment plus sévères pour

les parcelles de haute valeur. Les zones protégées par confusion sexuelle ont un seuil plus bas pour la première génération afin de prévenir le développement de fortes populations. Celui-ci se situe entre 5 et 10% de grappes portant un ou plusieurs glomérules pour déclencher un traitement préventif contre la deuxième génération. Si le taux de grappes attaquées par la deuxième génération dépasse 5-10%, un traitement curatif est recommandé. Dans les parcelles hors confusion sexuelle, le seuil de tolérance pour un traitement curatif est de 20 à 40% de grappes portant un ou plusieurs glomérules pour la première génération et, en raison du risque de pourriture, de 5 à 10% pour la seconde.

Lutte

La lutte chimique peut habituellement être évitée contre la première génération, car l'incidence sur la récolte est généralement négligeable. Par contre, elle est presque partout nécessaire contre la seconde; essentiellement de nature préventive, elle a pour but de maintenir l'attaque à un faible niveau. Les moyens d'intervention sont nombreux: la lutte par la **technique de confusion** est une méthode préventive spécifique réservée aux vignobles de plus de 5 à 10ha et aux vignes isolées d'au moins 1ha. Les diffuseurs doivent être installés avant le début du premier vol. Lorsque les deux espèces de vers de la grappe sont présentes, il est nécessaire d'utiliser des diffuseurs combinés. Plusieurs **insecticides** sont homologués pour lutter contre l'eudémis, avec des matières actives d'origine biologique ou synthétique. Selon la substance active, ces insecticides sont plus ou moins sélectifs, avec un effet plus ou moins nocif pour la faune utile. Le moment d'application dépend de leur mode d'action (ovicide, larvicide ou «curatif») (pour plus d'informations, consulter l'Index phytosanitaire viticole d'Agroscope, mis à jour chaque année).

Impressum

Edition et diffusion: AMTRA, www.revuevitiarbohorti.ch

Rédaction: Patrik Kehrl, Agroscope

Photos: Agroscope

Copyright: 2014, AMTRA, www.revuevitiarbohorti.ch

Dégénérescence infectieuse ou court-noué de la vigne

Jean-Sébastien Reynard

Symptômes

- Les vignes infectées présentent généralement des retards de développement au débourrement et le cep prend souvent par la suite un aspect buissonnant ou rabougri.
- Les premiers symptômes foliaires sont visibles à partir du début de l'été; parmi eux, la **panachure** est le plus frappant (figures 1 et 2). L'intensité de cette jaunisse partielle ou complète du limbe semble dépendre du cépage et de la souche de virus.
- Toutefois, d'autres causes peuvent être à l'origine d'un jaunissement des feuilles. Des symptômes plus spécifiques doivent confirmer la présence d'une infection virale, en particulier les différentes **déformations des feuilles**: le limbe foliaire asymétrique, fortement découpé, montre un sinus pétiolaire largement ouvert, une dentelure très accentuée et une nervation anormale (figures 3 et 4).
- Sur les sarments, les mérithalles très courts caractérisent le **court-noué** proprement dit, ainsi que des doubles nœuds, des fasciations et des bifurcations anormales (figure 5).
- Les symptômes sur les grappes sont le **millerandage** et la **coulure** (figure 6). La dégénérescence affecte donc à la fois le rendement et la longévité des ceps.
- Figure 1: Panachure sur Chardonnay.
- Figure 2: Panachure sur Chasselas.
- Figure 3: Déformation des feuilles.
- Figure 4: Déformation des feuilles sur Gamay.
- Figure 5: Entre-nœuds courts, fasciation, bifurcation anormale.
- Figure 6: Millerandage sur Chasselas.



Introduction

La dégénérescence infectieuse se traduit par une série d'anomalies sur divers organes de la vigne, notamment les entre-nœuds courts sur les sarments à l'origine du nom courant de court-noué. En Suisse, pas moins de trois népovirus (virus à particules polyédriques transmis par des nématodes) sont à l'origine de la dégénérescence infectieuse: le **virus du court-noué** (GFLV: *grapevine fanleaf virus*), le **virus de la mosaïque de l'arabette** (ArMV: *arabis mosaic virus*) et le **virus des taches annulaires du framboisier** (RpRSV: *raspberry ringspot virus*). Les deux premiers, GFLV et ArMV, sont les plus fréquemment diagnostiqués dans les vignobles suisses. A l'étranger, d'autres népovirus sont associés à la dégénérescence infectieuse de la vigne, dont le virus latent des taches annulaires du fraisier (SLRV: *strawberry latent ringspot virus*), le virus des anneaux noirs de la tomate (TBRV: *tomato black ring virus*) et le virus des taches annulaires du tabac (TRSV: *tobacco ringspot virus*).

Transmission

Les virus responsables de la dégénérescence infectieuse sont transmis de vigne à vigne par le greffage et par des nématodes dans le sol. Ces vers microscopiques acquièrent le virus en piquant les racines d'une vigne malade pour se nourrir et peuvent le transmettre aux ceps voisins; la maladie peut ainsi s'étendre lentement. L'utilisation de matériel de multiplication contaminé conduit à une dissémination de la maladie de vignoble à vignoble tandis que la transmission par les vecteurs cause des foyers limités dans la parcelle. La

transmission vectorielle se fait de manière très spécifique: en Suisse, ce sont les nématodes *Xiphinema index*, *Xiphinema diversicaudatum* et *Longidorus macrosoma* qui transmettent respectivement les virus du court-noué, de la mosaïque de l'arabette et des taches annulaires du framboisier.

Détection

Les symptômes décrits au verso peuvent parfois se confondre avec des dégâts d'herbicides, des carences nutritives ou d'autres troubles physiologiques. La confirmation de l'infection virale passe par une mise en évidence du virus, dont la détection sert également à la sélection sanitaire pour dépister les infections latentes sur le matériel végétal de multiplication. Le contrôle virologique se fait par le greffage sur *Vitis rupestris* Saint-George, l'inoculation mécanique de la plante-test *Chenopodium quinoa*, la sérologie et par des méthodes moléculaires. L'indexage par greffage offre l'avantage de révéler la maladie et pas uniquement l'agent causal, ce qui permet également d'identifier des variantes de virus qui ne sont pas encore décrites.

Les népovirus sont détectés en laboratoire à l'aide d'anticorps spécifiques par un **test ELISA** (*enzyme-linked immunosorbent assay*), un procédé particulièrement adapté aux analyses en série. Les tests se font sur des bourgeons au printemps, de jeunes feuilles au début de l'été ou du bois dormant en hiver. L'infection virale peut également être décelée en repérant le matériel génétique du virus avec une analyse par PCR (*polymerase chain reaction*).

Lutte

Il n'existe aucune méthode de lutte curative contre la maladie du court-noué. Le moyen le plus efficace est donc d'agir préventivement en plantant du matériel certifié qui garantit que les jeunes plants sont exempts de virus.

Dans un vignoble atteint de court-noué et contaminé par les nématodes, le sol devrait être assaini avant la plantation car, même si l'on arrache les ceps malades, les nématodes porteurs du virus peuvent conserver leur capacité à infecter la vigne durant des années. Les traitements nématicides, peu efficaces et toxiques pour l'environnement, ne sont plus autorisés à présent. Il est donc conseillé de dévitaliser les souches en automne (avec du glyphosate par exemple), puis de les arracher au printemps suivant en prenant soin d'ôter le maximum de racines de vigne afin de priver les nématodes de source d'alimentation. Afin de réduire le risque de réinfection, la dévitalisation doit être combinée à un repos du sol. Dans les situations où c'est possible, un repos d'une durée de 7 à 10 ans devrait être respecté.

Les moyens de lutte étant relativement limités, de nouvelles pistes de recherche sont à l'étude, comme par exemple des porte-greffe résistants ou les jachères nématicides. Le porte-greffe Nemadex Alain Bouquet, homologué en France depuis 2011, repousse les nématodes, freinant ainsi la réinfection par le virus. Certaines plantes couvre-sol (fétuque rouge, luzerne, vesce pourpre) ont un effet antagoniste vis-à-vis des nématodes du sol. Ces plantes pourraient servir à diminuer la population de nématodes dans les sols.

Impressum

Edition et diffusion: AMTRA, www.revuevitiarbohorti.ch

Rédaction: Jean-Sébastien Reynard, Agroscope

Photos: Agroscope

Copyright: 2014, AMTRA, www.revuevitiarbohorti.ch

Syndrome de l'esca

Olivier Viret, Werner Siegfried, Pierre-Henri Dubuis et Katia Gindro

Symptômes

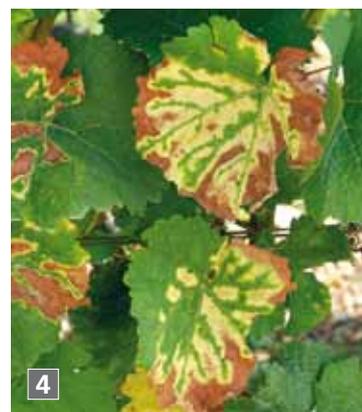
Les ceps débourent et se développent normalement. Les symptômes de l'esca apparaissent au courant de l'été sur des ceps isolés ou dans des zones bien délimitées du vignoble. La maladie se manifeste soit sous forme foudroyante menant à l'apoplexie du cep soit par un lent dépérissement (chronique) essentiellement marqué par des symptômes foliaires.

Apoplexie

- Par temps chaud et sec, le limbe des feuilles se dessèche, les nécroses s'élargissent rapidement et l'ensemble du rameau ou de la plante sèche totalement en quelques jours, de bas en haut (figure 1), y compris les grappes (figure 2). Ce dépérissement spectaculaire est le plus caractéristique.

Forme lente (chronique)

- Les feuilles pâlisent, puis jaunissent irrégulièrement au bord et entre les nervures. Les décolorations sont plutôt rougeâtres (figure 3) sur les cépages rouges, vert-jaunâtre sur les blancs (figure 4) et sèchent par la suite. Seules les nervures principales restent vertes. Le bas des rameaux est touché en premier, puis l'ensemble du sarment. Dans cette forme d'esca, l'intensité des symptômes fluctue d'une année à l'autre et le cep ne meurt qu'après plusieurs années, les symptômes pouvant parfois disparaître durant un certain temps. Les baies des cépages blancs sont parfois ponctuées de petites taches bleu-noir au début de la maturation; ce symptôme appelé «*black measles*» (figure 5) est nettement moins visible sur les cépages rouges.
- Les symptômes foliaires ne sont pas spécifiques à l'esca. Dans la forme lente, les décolorations peuvent faire penser à des problèmes physiologiques comme une carence en magnésium ou un stress hydrique extrême et, dans la forme apoplectique, à des attaques de pourridié (*Armillaria mellea*).
- Dans les deux formes, l'intérieur des ceps malades présente des zones spongieuses blanchâtres, séparées du bois sain par une fine zone brun-noir de consistance dure (figure 6). Ces lésions se trouvent surtout dans la tête des ceps et sont liées à d'anciennes plaies de taille.



Introduction

Déjà mentionné du temps des Grecs et des Romains, l'esca attire l'attention des chercheurs et des viticulteurs depuis le début du 20^e siècle. Ces vingt dernières années, la maladie a pris de l'importance. Plutôt observée auparavant chez les vignes âgées, elle se manifeste de plus en plus sur de jeunes plantes. Faire la distinction entre l'esca et les autres maladies du bois n'est pas toujours évident, car beaucoup d'espèces fongiques sont isolées du bois malade. Le syndrome est en fait provoqué par une succession de champignons: des colonisateurs primaires, puis des espèces opportunistes ou secondaires. On admet aujourd'hui que l'esca est dû à *Phaeoacremonium aleophilum*, *Phaeomoniella chlamydospora* et *Fomitiporia mediterranea*.

Epidémiologie

La connaissance de la biologie et de l'épidémiologie des différents champignons liés à l'esca reste lacunaire. Les agents de l'esca produisent de nombreuses spores microscopiques sur les plantes atteintes. Les spores de ces champignons peuvent coloniser le bois de la vigne par des blessures en tout genre. Les plaies de taille notamment mènent à la formation de bois mort, qui fournit un terrain favorable à leur développement. On sait que les symptômes d'apoplexie se déclenchent directement après des conditions climatiques physiologiquement stressantes pour la vigne.

Selon les connaissances actuelles, *P. aleophilum* ne sporule qu'en été et généralement ne peut pas infecter les plaies de taille. Cette espèce est d'ailleurs isolée en

faible quantité dans les ceps atteints d'esca. A l'inverse, *P. chlamydospora* peut émettre ses spores toute l'année et infecter directement les plaies de taille. La présence occasionnelle de ces deux pathogènes dans des jeunes vignes parmi d'autres espèces fongiques laisse supposer que la vigne contient naturellement des microorganismes à l'intérieur de ses tissus. Leur rôle reste à élucider, de même que leur relation avec les facteurs biotiques et abiotiques qui favorisent certaines espèces et mènent au dépérissement des ceps.

Lutte

La lutte directe contre l'esca n'est pas possible en l'état actuel des connaissances. Seules des mesures prophylactiques peuvent être prises pour limiter son incidence et les sources de contamination :

- La période de taille joue un rôle important. Plus la taille est précoce, plus la période de réceptivité est longue. Des vignes taillées en janvier se montrent parfois plus sensibles que d'autres taillées en mars.
- Les grosses plaies de taille doivent être évitées, ainsi que la taille trop rasante permise par les sécateurs pneumatiques ou électriques.
- La conduite de la vigne en cordon permanent permet d'éviter les plaies de taille importantes sur la tête des ceps.
- Le recouvrement des plaies de taille avec du mastic à cicatiser ou l'usage d'un sécateur à injection recouvrant la lame et la plaie de taille de produits fongicides restent controversés. Leur

efficacité n'est pas démontrée et implique l'usage de fongicides systémiques à large spectre. Or, à l'heure actuelle, aucune matière active n'est homologuée en Suisse pour lutter contre l'esca. Les traitements avec des champignons antagonistes, comme *Trichoderma* sp. ou *Fusarium* sp., sont peu efficaces et contraignants.

- Le recépage des plantes atteintes peut être une solution, pour autant que la partie inférieure du cep soit saine.
- Pour limiter les sources d'inoculum, il est nécessaire de prendre des mesures sanitaires comme l'élimination et la destruction des souches atteintes par broyage et compostage ou par le feu, en respectant les législations cantonales. De manière générale, les ceps arrachés doivent être stockés à l'abri de la pluie et loin des parcelles de vigne, pour limiter au maximum le risque de dissémination des spores fongiques.
- La taille Guyot-Poussard consiste à orienter les plaies de taille du même côté pour conserver un flux de sève ininterrompu et préconise de former des souches disposant de deux flux de sève pour garantir la circulation continue de la sève brute et élaborée. Cette taille de formation sert à la construction de ceps qui pourront par la suite être conduits en Guyot simple ou double, ou en Cordon permanent. Sans être un moyen de lutte directe contre l'esca ou les maladies du bois, une taille soignée assure des flux de sève continus et réduit les espaces favorables aux champignons pathogènes à l'intérieur des ceps.

Impressum

Edition et diffusion: AMTRA, www.revuevitiarbohorti.ch

Rédaction: Katia Gindro, Agroscope

Photos: Agroscope

Copyright: 2014, AMTRA, www.revuevitiarbohorti.ch

Pourriture grise

Anamorphe: *Botrytis cinerea* Pers.: Fr.

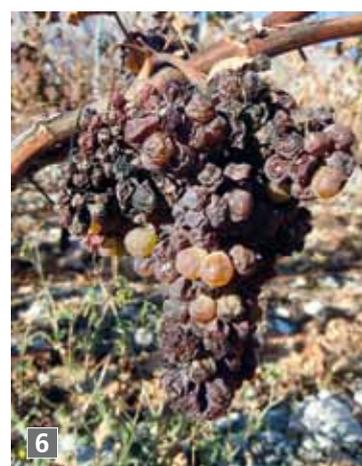
Téléomorphe: *Botryotinia fuckeliana* (De Bary) Whetzel

Olivier Viret, Werner Siegfried, Pierre-Henri Dubuis et Katia Gindro

Symptômes

La pourriture grise est omniprésente et s'attaque aux différentes parties aériennes de la vigne.

- **Pourriture des organes verts:** au printemps, par temps humide, le champignon colonise les jeunes pampres, faisant apparaître des taches nécrotiques brunes à la surface des feuilles (figure 1), qui se dessèchent (figure 2). Lors de fortes attaques, des taches allongées bordées de noir se forment sur les jeunes pousses qui flétrissent et se dessèchent.
- **Pourriture pédonculaire:** avant ou après la floraison, la pourriture grise s'attaque aux pédoncules des inflorescences et des grappes qui peuvent être entièrement ou partiellement infectées, brunir et sécher (figure 3).
- **Pourriture des grappes:** elle provient en partie des infections florales restées latentes dans les jeunes baies jusqu'à la véraison. A partir de ce stade, le champignon peut aussi infecter directement les baies à travers l'épiderme ou par des blessures. La sensibilité des baies augmente avec la maturation, surtout lorsque les conditions climatiques sont tempérées et pluvieuses. Les baies infectées brunissent, puis se couvrent d'un mycélium grisâtre constitué des fructifications du pathogène (figure 4). Des taches allongées noires caractéristiques de 2-5 mm de long sont observées à la taille d'hiver sur les sarments mal aoûtés (figure 5). Ces organes de conservation de *B. cinerea*, les sclérotes, résistent aux conditions les plus extrêmes.
- Dans le cas de la **pourriture noble**, les baies brunissent et se déshydratent (figure 6), généralement sans sporulation visible, contrairement à la pourriture grise. *B. cinerea* modifie la perméabilité de l'épiderme des baies, provoquant une évaporation de l'eau et une concentration des sucres tout en maintenant l'acidité stable. Ce phénomène ne se produit que dans des conditions climatiques qui empêchent le développement exponentiel du pathogène. Dans nos régions, les vendanges rôties ou flétries ne s'obtiennent qu'en année exceptionnelle et dans les situations très favorables.



Introduction

La pourriture grise provoque régulièrement des dégâts économiques et détériore la qualité du raisin dans les vignobles du monde entier. *Botrytis cinerea* est un champignon polyphage vivant en saprophyte sur une multitude de plantes-hôtes. Son développement rapide durant la maturation des raisins déprécie la récolte, avec des conséquences œnologiques difficiles à maîtriser. Le pathogène s'adapte rapidement aux fongicides spécifiques, ce qui rend la lutte chimique de plus en plus complexe. Un cas particulier de l'infection des baies par *B. cinerea*, la pourriture noble, permet l'élaboration de vins doux naturels ou liquoreux, par la dessiccation des raisins et la forte concentration des sucres.

Epidémiologie

La pourriture grise hiverne en saprophyte sur tous les organes de la vigne (feuilles, pétioles, sarments, grappes) et sur des débris végétaux sur lesquels elle forme des sclérotés. *B. cinerea* peut également hiverner sous forme de mycélium dans l'écorce et les bourgeons dormants. Au printemps, lorsque l'humidité est suffisante, les sclérotés émettent des fructifications asexuées, les conidiophores, qui contiennent une multitude de conidies. Ces conidies constituent l'inoculum primaire de *B. cinerea* et assurent les infections primaires des jeunes pampres. Les conidies peuvent germer entre 1 et 30 °C,

dans un film d'eau ou avec au moins 90 % d'humidité relative. Chaque tache infectieuse forme à nouveau des conidies qui permettent à l'infection de se propager par l'intermédiaire de l'air et de la pluie dans tout le vignoble. Les conidiophores forment un feutrage grisâtre d'environ 2 mm de haut, constitué de filaments mycéliens ramifiés à leur extrémité et terminés par un renflement portant les conidies. L'étape déterminante du développement épidémiologique de *B. cinerea* sur la vigne est l'**infection des fleurs** suivie d'une période de latence jusqu'à la véraison. Ces infections, principalement au stade pleine fleur, sont à la base du développement potentiel de la maladie et de sa sévérité aux vendanges. L'expression de la maladie constitue la phase la plus destructrice, où l'amplification de la biomasse du champignon latent dans la baie se cumule aux infections pouvant survenir de l'extérieur dès la véraison. Avec une forte humidité relative, les baies infectées se couvrent de conidiophores, généralement à partir du centre des grappes. Le développement de la pourriture grise dépend fortement des conditions climatiques après la véraison, des cépages et des pratiques culturales.

B. cinerea possède une grande variabilité génétique qui lui permet de s'adapter très rapidement aux conditions du milieu. Ainsi, l'utilisation répétée de fongicides spécifiques sélectionne aisément des souches de *Botrytis* résistantes.

Lutte

La sensibilité des raisins à la pourriture grise varie selon les cépages. Le Gamaret (Gamay x Reichensteiner), le Galotta (Anzellota x Gamay) et le Carminoir (Pinot noir x Cabernet Sauvignon) sont parmi les plus résistants à *B. cinerea*. Le Garanoir, le Mara et certains clones de Pinot noir à grappes lâches se montrent également peu sensibles, sans toutefois égaler la résistance du Gamaret. De manière générale, les cépages à grappes compactes et dont les baies ont un épiderme fin sont plus sensibles à la pourriture grise. Plusieurs mesures prophylactiques peuvent être prises pour créer une bonne circulation de l'air dans le vignoble. L'orientation des rangs, le système de conduite de la vigne, la densité de plantation, le choix des cépages et des clones sont autant de facteurs à considérer avant la plantation d'une parcelle. Les méthodes culturales telles que la limitation de la vigueur par une diminution de la fumure azotée, l'effeuillage de la zone des grappes, la lutte contre les vers de la grappe ou l'enherbement contribuent à lutter contre la pourriture grise.

La lutte chimique ne peut être que préventive et le choix des matières actives doit impérativement tenir compte de la situation de résistance de la parcelle en fonction des produits utilisés dans le passé. Les fongicides anti-mildiou à effet secondaire contre la pourriture grise ont une efficacité non négligeable. La lutte chimique s'articule en trois traitements, dont deux anti-botrytis spécifiques au maximum: ① fin floraison (env. 80 % de la chute des capuchons floraux); ② juste avant la fermeture des grappes, ③ début véraison.

Impressum

Edition et diffusion: AMTRA, www.revuevitiarbohorti.ch

Rédaction: Katia Gindro, Agroscope

Photos: Agroscope

Copyright: 2014, AMTRA, www.revuevitiarbohorti.ch

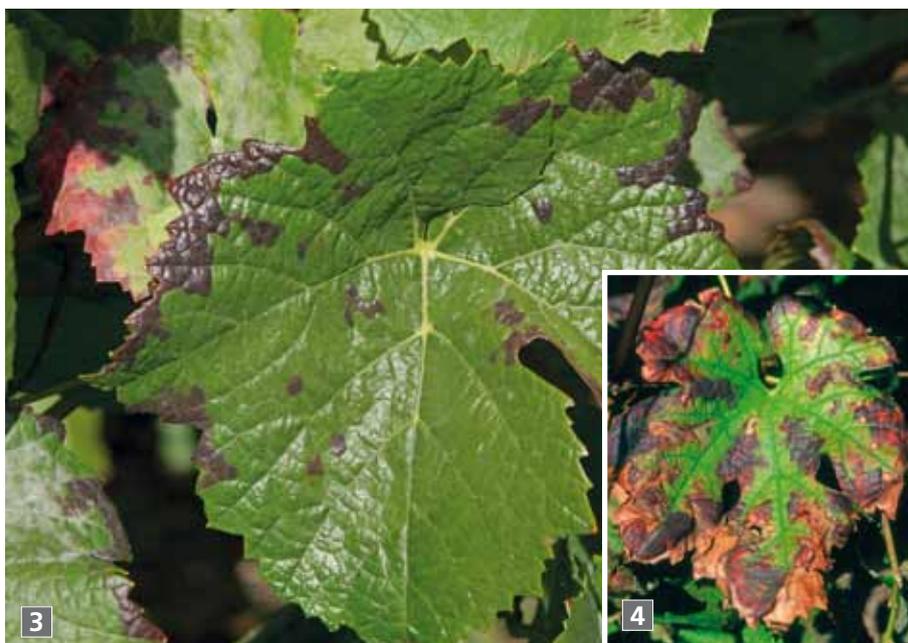
Cicadelle verte de la vigne

Empoasca vitis (Goethe)

Christian Linder

Symptômes

- **Figure 1:** Cicadelle verte de la vigne, *Empoasca vitis* (3 mm), sur une feuille de vigne.
- **Figure 2:** Nymphe et exuvie de la cicadelle verte sur la face inférieure d'une feuille.
- **Figures 3 et 4:** Différents niveaux d'attaque sur feuille. Les parties nécrosées en bordure de la feuille, les zones brun-rouge en mosaïque et le centre de la feuille vert sont typiques des dégâts d'*Empoasca vitis*. NB: ne pas confondre avec une carence en magnésium!
- **Figure 5:** Piège jaune installé dans un vignoble pour le contrôle du vol.
- **Figure 6:** Cicadelles vertes capturées sur un piège jaune englué.
- **Figure 7:** Le principal ennemi naturel de la cicadelle verte: l'hyménoptère *Anagrus atomus* pris sur un piège jaune englué (0,3 mm).



Dégâts

En juillet-août, sur cépage rouge, les feuilles de la partie inférieure du cep présentent des taches rouges à angles aigus (mosaïque) limitées par les nervures depuis le bord de la feuille. Plus tard, on remarque une triple coloration de la feuille: bordure brun-rouge souvent enroulée (grillure), taches rouges en mosaïque et partie centrale de la feuille verte comme le pétiole. Sur cépage blanc, les taches restent jaunes. Sur la face inférieure de la feuille, on trouve des larves vert clair à légèrement rougeâtres, des nymphes et des adultes vert clair de 3 mm environ. Dérangés, ils se déplacent en marchant en biais. De nombreuses exuvies restent sur la face inférieure de la feuille. La formation des dégâts dépend de l'intensité (nombre de cicadelles par feuille), du moment et de la durée de l'attaque, de l'état de la plante et des conditions atmosphériques. De longues périodes de beau temps favorisent l'expression des symptômes alors que de longues périodes pluvieuses la réduisent.

Biologie et écologie

La cicadelle verte hiverne au stade de femelle sur les résineux (pins, genévriers), mais aussi sur des feuillus comme les ronces qui ne perdent pas leurs feuilles en hiver. Au départ de la végétation, les femelles migrent sur la vigne où elles commencent à déposer leurs œufs dans les nervures des feuilles. Les premières larves apparaissent fin mai-début juin. Le développement de trois semaines pour arriver au stade adulte passe par 5 stades (2 larves et 3 nymphes). Les formes immatures piquent les jeunes nervures secondaires pour se nourrir. Les nymphes âgées et les adultes préfèrent le centre du limbe, quelquefois le pétiole ou les pousses. Les immatures de la seconde génération peuvent s'observer depuis la première quinzaine de juillet et les adultes en août. Une troisième génération partielle est rare dans les climats septentrionaux, mais habituelle dans les climats méridionaux. Les cicadelles quittent la vigne en septembre-octobre pour hiverner sur les résineux.

Auxiliaires

L'ennemi naturel le plus important de la cicadelle verte est une petite guêpe *Anagrus atomus* Haliday, parasitoïde des œufs. Cet auxiliaire se développe également aux dépens d'autres petites cicadelles se trouvant sur les ronces, églantiers, noisetiers et autres arbustes de haies. Ces cicadelles jouent un rôle important pour l'hivernage du parasitoïde. Une seconde espèce de guêpe, *Stethynium triclavatum* Enock, peut également parasiter les œufs de *E. Vitis*, notamment au Tessin.

Estimation des attaques et prévision du risque

La cicadelle est un insecte de nos vignobles contre lequel une lutte chimique de routine n'est guère conseillée pour les raisons suivantes:

- cette cicadelle n'est pas un vecteur de virus;
- l'attaque se porte surtout sur les feuilles centrales du bas des ceps dans les zones ombragées. Les dommages sur le haut de la végétation, quand ils se produisent, apparaissent relativement tard. Les feuilles attaquées de la zone des grappes (en août) ne sont plus que partiellement sollicitées dans les processus d'assimilation. De plus, ces feuilles sont souvent enlevées lors des travaux d'aération du cep;
- même dans les régions particulièrement sujettes aux attaques de cicadelles (Tessin, Valais), le **seuil de tolérance** de 2 à 4 cicadelles par feuille n'est pas toujours dépassé;
- la quantité et la qualité de la récolte de même que la croissance de la plante ne paraissent compromises que s'il y a de nombreuses taches en mosaïque et un dessèchement du bord du limbe. Des mesures de la photosynthèse ont montré que les capacités d'assimilation des feuilles principales endommagées baissent en fonction du degré de l'attaque. Comme les feuilles des pousses secondaires ont une capacité d'assimilation pouvant aller jusqu'au double de celle des feuilles principales avec ou sans symp-

tôme, on peut compter sur un phénomène de compensation pour autant que les travaux de rebiolage ne soient pas trop sévères;

- le risque d'attaque de la cicadelle verte peut, dans une certaine mesure, être estimé grâce au piégeage. Dès le début de la végétation, on place 1 à 2 pièges jaunes de type REBELL par parcelle, parallèlement à la végétation et à la hauteur des grappes environ. Les pièges sont relevés hebdomadairement et placés sous un film de plastique. On décompte les cicadelles adultes et les parasitoïdes. Le seuil de tolérance provisoire est fixé, pour la première et la seconde génération, à 500 cicadelles par piège et par semaine lorsque les parasitoïdes sont présents. Si les captures sont plus élevées ou si l'auxiliaire fait défaut, le contrôle visuel des feuilles (larves) devient nécessaire;
- l'année qui suit une attaque de cicadelles, il est conseillé de contrôler le nombre de formes immatures, début juin pour la première génération et dès la mi-juillet pour la seconde. Dans chaque parcelle, contrôler 2 × 25 feuilles ou des séquences de 10 feuilles sans tenir compte des exuvies présentes!

Lutte

Le fait de laisser une hauteur de feuillage plus grande permet à la plante de compenser les dégâts, ce qui constitue une mesure de lutte culturale. La lutte chimique s'applique au maximum d'apparition des formes immatures en première et/ou en seconde génération. Un traitement combiné «vers de la grappe» et «cicadelle» est possible contre la première génération.

Impressum

Edition et diffusion: AMTRA, www.revuevitiarbohorti.ch

Rédaction: Christian Linder, Agroscope

Photos: Agroscope

Copyright: 2014, AMTRA, www.revuevitiarbohorti.ch

Mildiou

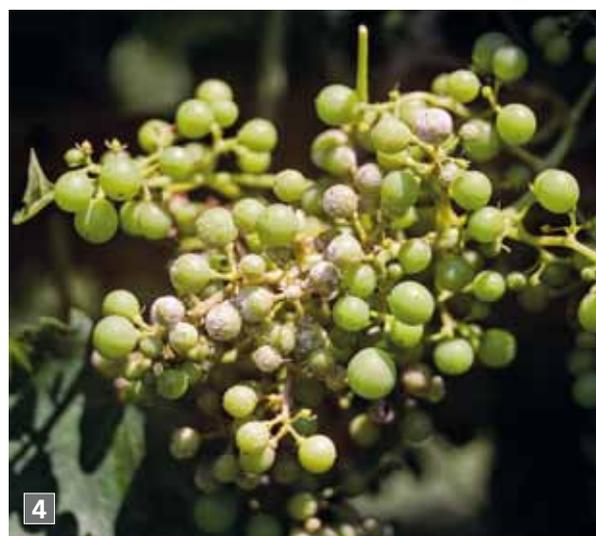
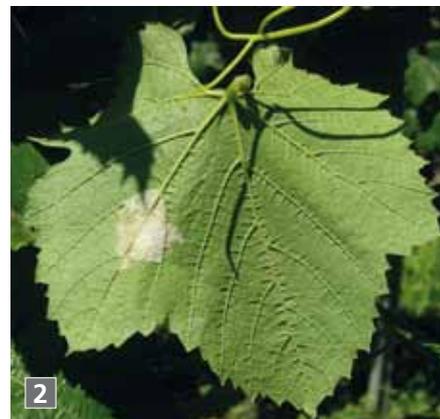
Plasmopara viticola [Berk. & Curt.] Berl. & de Toni

Syn. *Peronospora viticola*

Olivier Viret, Werner Siegfried, Pierre-Henri Dubuis et Katia Gindro

Symptômes

- Tous les organes verts de la vigne peuvent être infectés par le pathogène. Les premiers symptômes foliaires se caractérisent par des décolorations jaunâtres circulaires, appelées taches d'huile (figure 1).
- Par temps chaud et humide, il se forme à la face inférieure des taches d'huile un duvet blanc constitué des sporanges du mildiou (figure 2). Les feuilles fortement atteintes brunissent et tombent prématurément.
- Les inflorescences sont particulièrement sensibles au mildiou. Lorsqu'elles sont colonisées avant ou pendant la floraison elles jaunissent, se recroquevillent, brunissent et sèchent partiellement ou entièrement (figure 3).
- Lorsque les jeunes baies sont recouvertes de sporanges, les grappes sont alors atteintes de **rot gris** (figure 4). Plus tard dans le développement de la maladie, les pédoncules des grappes présentent des brunissements étendus et les baies sont atteintes de **rot brun** (figure 5): elles prennent une couleur violacée, puis brune et se dessèchent.
- Tard dans la saison, lorsque les conditions sont favorables au champignon, des attaques tardives du feuillage provoquent des ponctuations plus ou moins importantes, semblables à des mosaïques en point de tapisserie (figure 6).



Epidémiologie

Infections primaires (depuis le sol)

Le mildiou hiverne sous forme d'oospores, formées dès la fin de l'été dans les feuilles infectées qui tombent ensuite au sol. Au printemps, la maturation des oospores est influencée par la température et les précipitations. Pour prévoir son déclenchement, les moyennes journalières de température dépassant 8°C sont cumulées depuis le premier janvier. Dès 140°C, les sporanges primaires peuvent être projetés avec les éclaboussures de terre dues aux précipitations sur les organes de la plante et y libérer des zoospores qui, avec leurs deux flagelles, pénètrent par les stomates de la feuille mouillée dans les tissus de la vigne. Ces infections primaires peuvent avoir lieu durant toute la période de végétation et se combiner avec les infections secondaires des organes aériens. Dans les situations très favorables au mildiou, cette combinaison d'infections explique le développement fulgurant de la maladie.

Incubation et sporulation

Le champignon envahit peu à peu l'intérieur des organes infectés et entre en incubation. A la fin de celle-ci, un duvet blanc (nouveaux sporanges) apparaît à la face inférieure des feuilles. L'incubation dure dans la pratique 4 à 12 jours selon la température. Les sporanges apparaissent si les feuilles sont mouillées ou si l'humidité relative de l'air dépasse 92%, avec une température à deux mètres du sol d'au moins 12°C au début de l'humectation des feuilles, durant au moins quatre heures. Toutes ces conditions doivent être réunies dans l'obscurité.

Infections secondaires (infection des organes aériens)

Les sporanges produits à la face inférieure des feuilles sont dispersés par la pluie et le vent. Lorsqu'ils arrivent sur une feuille saine mouillée, les zoospores sont libérées et pénètrent dans les tissus par les stomates.

Les infections secondaires ont lieu lorsque la température moyenne journalière multipliée par la durée d'humectation des feuilles atteint la valeur 50. Ainsi, à 10°C, les feuilles doivent être

mouillées au moins durant 5 heures. Si elles sèchent avant, les zoospores meurent mais, dans nos conditions (pluies fréquentes, rosées), la durée d'humectation des feuilles n'est généralement pas limitante.

Lutte

Principes généraux

Les moyens de lutte indirects sont, en plus de la prévision des infections, l'élimination des pampres infectés, la suppression des repousses proches du sol sur le tronc et le maintien d'un feuillage aéré. La lutte chimique contre le mildiou repose essentiellement sur l'application préventive de fongicides. En effet, il n'existe pas de produits qui permettent d'éradiquer complètement le mildiou. Seules des matières actives préventives ou curatives sont disponibles. Pour lutter le plus efficacement possible contre le mildiou, l'utilisation de modèles de prévision permet une application ciblée des fongicides en fonction du développement du pathogène.

Prévision des infections

Les connaissances actuelles sur la biologie du champignon ont été intégrées dans des modèles (ex. VitiMeteo) qui prévoient les infections en fonction des paramètres climatiques mesurés.

Selon les mesures météorologiques, le modèle indique les infections primaires, le temps d'incubation, la sporulation et les infections secondaires. Ces informations, alliées aux observations du producteur, permettent d'évaluer les risques d'infection et de cibler les interventions fongicides.

Lutte basée sur la modélisation

- **Lutte suivant l'incubation:** lorsque le modèle calcule 80% d'incubation de l'infection primaire, peu avant les premières taches d'huile, une matière active préventive doit être appliquée juste avant les prochaines précipitations ou fortes rosées. Si le premier traitement ne peut être appliqué avant la pluie, il doit être effectué au plus tard deux à trois jours après car les fongicides pénétrants ou systémiques n'agissent que dans les premiers jours d'incubation du mildiou.

- **Lutte curative:** la période d'incubation doit atteindre 100% et la première infection secondaire doit être indiquée par le modèle. En présence de taches d'huile confirmées, une matière active pénétrante à effet curatif appliquée dans les deux à trois jours permet de protéger le feuillage de l'infection. Ce procédé comporte certains risques, mais offre l'avantage de retarder au maximum le premier traitement.

- **Lutte préventive:** dans les parcelles régulièrement attaquées par le mildiou ou cultivées biologiquement sans produits pénétrants curatifs, un traitement préventif est recommandé juste avant l'infection primaire indiquée par le modèle pour éviter l'apparition du mildiou, qui sera par la suite plus difficile à maîtriser.

Le premier traitement agit durant huit à dix jours selon la vitesse de croissance de la vigne. Pour les suivants, la stratégie repose à la fois sur les indications du modèle concernant la vitesse de croissance de la vigne, sur la durée d'efficacité du dernier traitement (8-10 jours pour les produits de contact, 10-12 jours pour les produits pénétrants et systémiques) et sur la situation phytosanitaire de la parcelle. Lors de risque élevé d'infection (taches d'huile présentes, infections combinées depuis le sol et des organes aériens), il est conseillé d'intervenir préventivement avant les prochaines pluies. Un témoin non traité d'une surface d'environ 20 m² suivi dans une zone sensible du vignoble donne des indications précieuses sur l'évolution de la maladie, qui peuvent s'ajouter aux prévisions du modèle pour optimiser les interventions.

La lutte contre le mildiou doit être intégrée à celle d'autres maladies comme l'oïdium, généralement sous forme de traitements combinés.

Impressum

Edition et diffusion: AMTRA, www.revuevitiarbohorti.ch

Rédaction: Katia Gindro, Agroscope

Photos: Agroscope

Copyright: 2014, AMTRA, www.revuevitiarbohorti.ch

Fruits 2015

parfaitement protégés



*Nous aimons
les fruits...*



Bayer (Schweiz) AG
CropScience
3052 Zollikofen

Téléphone: 031 869 16 66
www.agrar.bayer.ch

Employer les produits phytosanitaires avec précaution.
Avant utilisation, lire attentivement le mode d'emploi et les informations sur
l'étiquette. Observer les phrases et symboles de danger.

**... et les
valeurs sûres!**

Alanto[®], Basta[®], Delan[®] WG, Envidor[®], Flint[®],
Kocide[®] Opti, Moon[®] Experience, Moon[®] Privilege,
Movento[®] Arbo, Prodigy[®], Sico[®], Teldor[®]

Vins et fromages suisses: un heureux mariage

Pascale DENEULIN¹, Valentin JAGGI¹, Eve Danthe¹, Edith Beutler², Pierrick Rebenaque¹ et Patrizia PICCINALI²

¹CHANGINS | Haute Ecole de viticulture et œnologie, 1260 Nyon

²Agroscope, 3003 Berne

Renseignements: Pascale Deneulin, e-mail: pascale.deneulin@changins.ch, tél. (+41) 22 363 40 55, www.changins.ch



(Photo Carole Parodi, Agroscope)

Introduction

La Suisse est un pays de longue tradition fromagère et viticole où fromage et vin sont des emblèmes culturels et économiques importants. Si les vins suisses sont majoritairement consommés sur le territoire, une large part des fromages est exportée. La gastronomie ou l'art d'associer un plat et un vin est une activité de plus en plus populaire auprès des consommateurs. De nombreux journaux, livres ou sites internet traitent de ce

vaste sujet. Dans le domaine du food pairing (ou association alimentaire), les vins et les fromages font figure de référence tant leur association est ancestrale. Très longtemps associés à des vins rouges puissants, les fromages s'accordent de plus en plus avec des vins blancs, évoquant l'inadéquation des tanins avec le fromage. De nombreuses contradictions subsistent toutefois dans ce domaine, car le ressenti de chacun est très personnel, même chez les professionnels qui élaborent ces guides.

Malgré cet engouement, très peu d'études scientifiques existent sur le sujet. Les guides destinés au grand public préconisent souvent de marier deux produits issus d'une même région car ils sont le reflet de leur terroir et leur combinaison semble naturelle. Les associations sont majoritairement basées sur les produits eux-mêmes, comme par exemple un Gruyère et un Chasselas. Riche de 450 fromages et 95 cépages différents (en considérant ceux qui sont cultivés sur plus de 1 ha), la Suisse compte ainsi plus de 40 000 associations possibles, et cela sans tenir compte des fluctuations intrinsèques des produits selon le temps de vieillissement, le mode d'élevage ou «la patte» de l'élaborateur du produit.

Cette étude s'intéresse aux accords vins et fromages, en cherchant plus spécifiquement à identifier les attributs sensoriels qui permettent de trouver les bonnes associations entre ces deux produits. Nous nous intéressons également à la qualité de l'accord. En effet, les rares études traitant du sujet (Bastian *et al.* 2010; Harrington *et al.* 2010; King et Cliff 2005) partent du postulat qu'un bon accord est un équilibre où ni le fromage ni le vin ne domine. Toutefois, cette théorie n'a jamais été vérifiée auprès des consommateurs (Bastien *et al.* 2009; Harrington et Hammond 2005). L'étude sensorielle des accords est donc complétée par l'appréciation hédonique de plus de 180 consommateurs suisses.

Matériel et méthodes

Compte tenu de l'étendue du sujet, le choix a été de le restreindre aux vins blancs et aux fromages à pâte mi-dure, dure ou extra-dure. L'ensemble des vins testés ont une Appellation d'Origine Contrôlée (AOC) et la majorité des fromages une Appellation d'Origine Protégée (AOP) afin de mettre en avant le terroir et la tradition suisses.

Choix des vins et des fromages

Six vins blancs issus de cépages, de régions et de producteurs différents ont été sélectionnés pour leur diversité sensorielle et leur représentativité en Suisse. La diversité aromatique, allant de notes de fruits exotiques à des notes florales, a été recherchée. De même, les perceptions en bouche devaient être différentes, avec plus ou moins d'acidité, d'amertume ou de volume. Enfin, un Chardonnay boisé a été intégré afin de voir si les arômes de bois avaient une affinité particulière avec le fromage. Le tableau 1 indique les cépages, millésimes et provenances de ces six vins.

Résumé De nombreux guides existent sur le *food-pairing*, ou association alimentaire, mais peu d'études scientifiques se sont intéressées à cette problématique. Les accords entre six vins blancs suisses (Chasselas, Petite Arvine, Johannisberg, Müller-Thurgau, Pinot Blanc et Chardonnay) et six fromages suisses (Gruyère, Vacherin fribourgeois, Etivaz, Appenzeller, Emmentaler, Sbrinz) ont été étudiés dans ce travail. Un panel entraîné a évalué l'équilibre de la flaveur des 36 accords, puis huit d'entre eux ont été sélectionnés et confrontés à l'appréciation de 182 consommateurs. Avec un protocole de dégustation séquentielle (dégustation du fromage puis du vin), le vin domine tous les accords. Parmi les huit accords sélectionnés, les deux préférés des consommateurs sont le Müller-Thurgau avec le Gruyère et le Chasselas avec l'Etivaz. Du point de vue aromatique, les vins faiblement aromatiques et plus acides semblent mieux s'harmoniser avec les fromages salés et fruités testés.

De manière identique, six fromages ont été sélectionnés selon leur importance sur le marché suisse et leur réputation sur le marché international. Les temps d'affinage allaient de quatre mois pour le Vacherin fri-

Tableau 1 | Vins de l'étude

Cépage	Millésime	Région / Canton
Chasselas	2012	Perroy / Vaud
Petite Arvine	2012	Vétroz / Valais
Johannisberg	2012	Chamoson / Valais
Müller-Thurgau	2012	Thayngen / Schaffhouse
Pinot blanc	2012	Môtier / Fribourg
Chardonnay (barrique)	2010	Athenaz / Genève

Tableau 2 | Fromages de l'étude

Fromage	Type de pâte	Affinage	Canton
Gruyère	Dure	11 mois	Vaud
Vacherin fribourgeois	Mi-dure	4 mois	Fribourg
Etivaz	Dure	14 mois	Vaud
Appenzeller	Mi-dure	4 mois	Appenzeller Rhodes-Extérieures
Emmentaler	Dure	10 mois	Bern
Sbrinz	Extra-dure	> 18 mois	Lucerne

bourgeois (pâte mi-dure) à plus de dix-huit mois pour le Sbrinz (pâte extra-dure). La diversité d'élaboration a également été testée avec l'Etivaz, fromage fabriqué au feu de bois. La liste des fromages, le type de pâte, la durée d'affinage et la provenance figurent dans le tableau 2.

Étapes et protocole de dégustation

Les évaluations se sont déroulées dans un intervalle de cinq semaines, permettant de travailler avec la même meule de fromage sans évolution trop importante. Les vins et les fromages ont été stockés dans des conditions visant à réduire leur évolution durant cette période.

Profil sensoriel des vins et des fromages

Les produits, vins et fromages ont été décrits de manière indépendante par la méthode du profil sensoriel.

Les vins ont été évalués par 18 panélistes de CHANGINS formés à la dégustation de vins. Après avoir généré le vocabulaire permettant de sélectionner les termes sensoriels les plus adaptés à la série de vins, ils devaient évaluer l'intensité de quinze descripteurs sur une échelle continue (visuel: aspect jaune; au nez: boisé, épicé, floral, fruits exotiques, agrumes, minéral; en bouche: épicé, agrumes, fruits exotiques, acide, amer, sucre, gras, persistance). Les vins ont été servis dans des verres INAO transparents et identifiés par un code à trois chiffres. La température de service était de $13 \pm 2^\circ\text{C}$.

Les fromages ont été évalués par 13 panélistes de l'Institut des denrées alimentaires d'Agroscope (IDA) formés à la dégustation de fromages. La liste des descripteurs couvrant les aspects d'odeur, de saveur et de texture dépendait du type de fromage. Les fromages ont été servis dans des boîtes styropore à température ambiante ($18 \pm 2^\circ\text{C}$) et identifiés par des codes à trois chiffres.



Équilibre des accords vins et fromages

L'équilibre des 36 accords (6 vins x 6 fromages) a été évalué par l'ensemble des deux panels entraînés (CHANGINS et IDA), soit au total 25 à 34 juges selon les accords.

Compte tenu du nombre d'échantillons, les évaluations ont été réparties sur trois séances durant la même semaine. Lors de chaque séance, les juges devaient évaluer deux séries de six accords, soit deux vins avec l'ensemble des six fromages. Au sein d'une série, l'ordre de présentation des fromages était randomisé afin que chacun débute avec un accord vin/fromage différent.

Pour chacun des accords, les juges devaient noter l'équilibre de l'intensité des perceptions entre le vin et le fromage sur une échelle basée sur la «just-about-right» (King et Cliff 2005). Le centre de cette échelle de 12 cm représente l'équilibre vin/fromage. Si les juges estimaient que le fromage dominait sur le vin, ils marquaient une coche à gauche du point central, et une coche à droite de l'échelle si le vin prenait le pas sur le fromage.

Les vins ont été servis dans des verres INAO transparents à raison de 10 ml par évaluation. Conjointement, un cube de fromage de 3 g leur était présenté dans une boîte styropore (évitant le dessèchement et la perte aromatique). Les deux produits possédaient un code d'anonymat identique correspondant à l'accord.

Le protocole d'évaluation était formalisé afin d'uniformiser l'évaluation. Les juges testaient selon une méthode séquentielle, jugée proche de la réalité de consommation: ils devaient prendre le cube de fromage entier en bouche, le mâcher, le garder durant 5 secondes avant de l'avaler, et ensuite prendre la totalité du vin en bouche, le garder pendant 5 secondes puis l'avaler. Ensuite, ils évaluaient l'équilibre de l'accord. Une pause de 2 min et 30 secondes était imposée entre chaque accord.

Appréciation des accords par les consommateurs

Huit accords ont été choisis parmi les 36 évalués afin de couvrir l'ensemble de l'échelle «just-about-right» et d'avoir ainsi des accords équilibrés, plutôt dominés par le fromage ou plutôt dominés par le vin. On a également veillé à ce que chaque vin et chaque fromage soit sélectionné au moins une fois.

182 consommateurs (80 dans la région de Nyon et 102 dans la région de Berne) ont pris part à l'étude. Ils devaient donner leur niveau d'appréciation des huit accords sur une échelle en 9 points allant de extrêmement désagréable (1) à extrêmement agréable (9). Les consommateurs devaient déguster de manière séquentielle, selon le même protocole que le panel entraîné.

Analyses statistiques

Une analyse de variance (à deux facteurs: accord et juge) a été effectuée sur les notes d'équilibre des accords. Elle a été complétée par un test de comparaison de moyennes (test de Tukey) permettant de choisir des accords répartis tout au long de l'échelle de notation. Les notes d'appréciation des consommateurs ont également été soumises à l'analyse de variance. Une cartographie des préférences donne ensuite une visualisation globale de la proximité entre les accords en fonction des différentes appréciations des consommateurs. Une projection des notes moyennes du profil sensoriel des vins et des fromages permet enfin de déterminer les attributs sensoriels des produits dont l'accord est préféré ou rejeté par les consommateurs.

Résultats et discussion

Equilibre des accords

Les deux facteurs (accord et juge) sont significatifs. Les moyennes s'échelonnent entre 6,30 et 8,28 avec des écarts-types de 1,42 à 2,95, ce qui montre l'hétérogénéité des notations. Il y a une variabilité importante dans la manière de noter l'équilibre des accords. De plus, toutes les moyennes se situent au-dessus de 6 (fig. 1), valeur traduisant l'équilibre entre le vin et le

fromage. Ainsi, tous les fromages ont été dominés par le vin. Ce résultat provient certainement en partie du protocole de dégustation. En effet, les dégustateurs évaluaient l'accord tout de suite après avoir avalé le vin, dernier élément restant en bouche. D'autres essais, faits par la suite avec un temps d'attente plus important avant la notation, permettent de mieux voir ressortir l'intensité aromatique du fromage. De même, une dégustation mixte, soit en prenant en même temps le fromage et le vin en bouche, aurait certainement mieux discriminé les accords (Nygren *et al.* 2003). Toutefois, cette méthodologie a été jugée trop éloignée de la réalité de consommation.



Tableau 3 | Moyennes et comparaisons multiples (test de Tukey) des notes par vin et par fromage. (Les moyennes ne partageant aucune lettre sont significativement différentes)

Vin	Moyenne	Fromage	Moyenne
Johannisberg	7,746 a	Sbrinz	7,870 a
Pinot Blanc	7,673 ab	Appenzeller	7,585 a
Chardonnay	7,468 abc	Gruyère	7,403 ab
Müller-Thurgau	7,305 abc	Vacherin	7,330 ab
Chasselas	7,052 bc	Emmentaler	7,291 ab
Petite Arvine	7,024 c	Etivaz	6,929 b

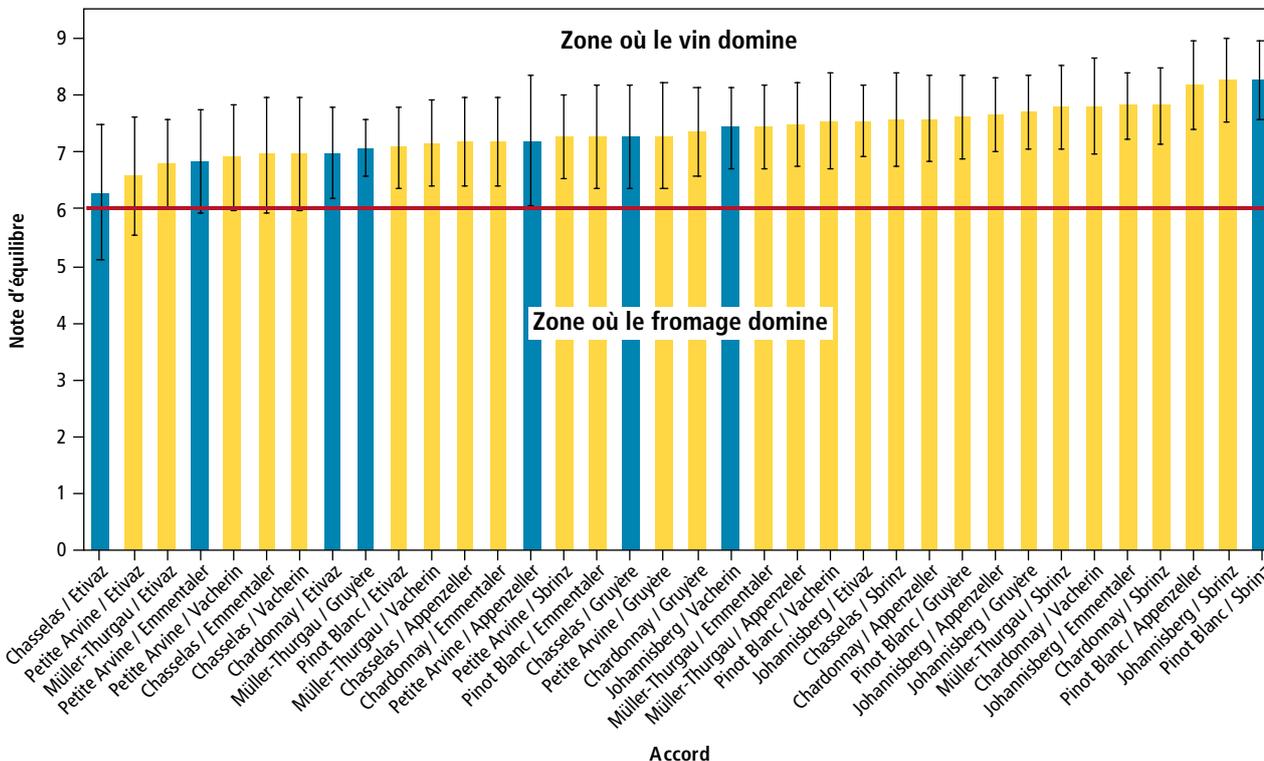


Figure 1 | Moyennes et intervalles de confiance des différents accords vins et fromages sur l'échelle de l'équilibre. En bleu, les huit accords sélectionnés pour le test consommateurs.

Une seconde analyse de variance à deux facteurs (vin et fromage) met en évidence des différences significatives entre les vins et entre les fromages (tabl. 3). Le Johannisberg est le vin le plus dominant, tandis que la Petite Arvine domine le moins les fromages. Du côté des fromages, l'Etivaz est celui qui s'approche le plus du niveau d'équilibre (note proche de 6), surtout lorsqu'il est accordé avec le Chasselas ou la Petite Arvine. Sa texture, ses arômes et son goût permettent apparemment un bon équilibre avec les vins. Au contraire, le Sbrinz est fortement dominé par le vin, probablement parce que sa pâte extra-dure limite sa persistance en bouche.

Huit accords ont ensuite été sélectionnés parmi les 36 testés. Afin d'illustrer plusieurs niveaux d'équilibre, nous avons choisi les deux accords extrêmes puis une sélection intermédiaire avec une majorité d'entre eux se rapprochant de la note de 6. Un soin particulier a été apporté à sélectionner au moins une fois chacun des vins et des fromages. De ce fait, tous les accords n'ont pas été évalués par les consommateurs. Les accords sélectionnés apparaissent en bleu dans la figure 1.

Test consommateurs

L'analyse de la variance a mis en évidence des différences significatives (facteur accord $p < 0,001$) (tabl. 4). Les accords Müller-Thurgau/Gruyère et Chasselas/Etivaz sont appréciés des consommateurs, à l'inverse des accords Johannisberg/Vacherin et Petite Arvine/Emmentaler. Contrairement aux croyances populaires, dans

Tableau 4 | Moyennes d'appréciation et comparaisons multiples (test de Tukey) des 182 consommateurs pour les six accords. (Les moyennes ne partageant aucune lettre sont significativement différentes)

Accord	Moyenne
Müller-Thurgau / Gruyère	6,86 a
Chasselas / Etivaz	6,30 ab
Chardonnay / Etivaz	6,24 b
Chasselas / Gruyère	6,22 b
Pinot Blanc / Sbrinz	6,16 b
Petite Arvine / Appenzeller	5,43 c
Johannisberg / Vacherin	4,74 d
Petite Arvine / Emmentaler	4,74 d

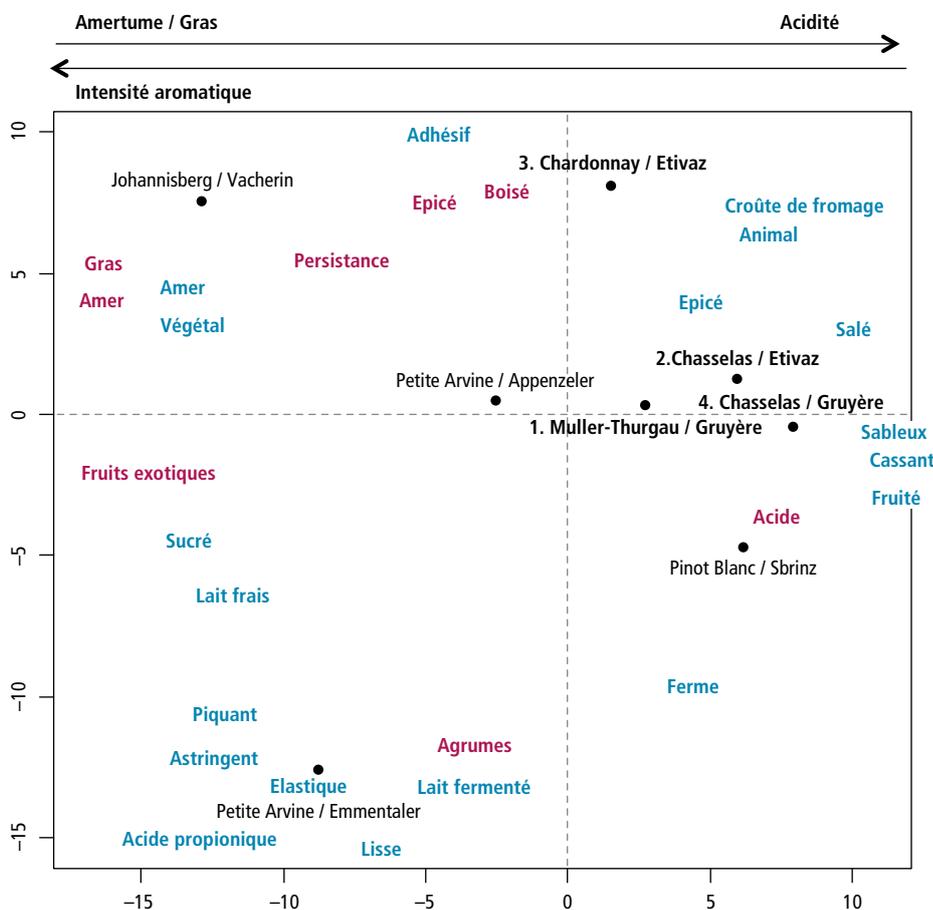


Figure 2 | Positionnement des accords en fonction des préférences des consommateurs et projection des descripteurs des profils sensoriels vins et fromages. Rouge = descripteurs des vins; bleu = descripteurs des fromages.

notre cas, le Chasselas s'accorde un peu mieux avec l'Etivaz qu'avec le Gruyère. Les deux accords avec la Petite Arvine n'ont pas été appréciés, ce qui ne signifie pas qu'aucun fromage ne puisse s'accorder avec ce cépage.

Le positionnement des accords en fonction de leurs préférences révèle que les accords préférés sont situés sur la droite du graphique (fig. 2). La projection des descripteurs sensoriels des vins et des fromages montre que cette zone correspond plutôt à des vins faiblement aromatiques avec plus d'acidité, moins de gras et d'amertume et des fromages au contraire salés et fruités. Les arômes de bois du Chardonnay sont assez appréciés avec les notes animales et de croûtes de fromage de l'Etivaz (moyenne de 6,24). A l'opposé, le Johannisberg et le Vacherin sont deux produits amers dont la combinaison ne plaît pas aux consommateurs. Enfin, les arômes d'agrumes de la Petite Arvine ne s'harmonisent pas très bien avec les notes lactées et propioniques de l'Emmentaler.

Conclusions

- En dégustation séquentielle des accords, c'est-à-dire en prenant le fromage puis le vin en bouche, tous les vins dominent sur les fromages. Dans cet essai, le Johannisberg est le vin qui domine le plus et la Petite Arvine celui qui domine le moins les fromages. L'Etivaz est le fromage qui s'approche de l'équilibre avec le vin dans les accords testés.
- Les deux accords vin-fromage préférés des consommateurs parmi les huit testés sont le Müller-Thurgau avec le Gruyère et le Chasselas avec l'Etivaz.
- Les descriptions aromatiques séparées des vins et des fromages mettent en évidence que les vins peu aromatiques et avec plus d'acidité s'accordent mieux avec les fromages à pâte dure ou mi-dure salés et fruités. Le fromage l'Etivaz, aux arômes animaux et de croûte de fromage, est relativement bien perçu avec le Chardonnay boisé. ■

Pour terminer, nous avons regardé s'il existait un lien entre les notes d'équilibre données par les panels experts et les notes d'appréciation des consommateurs. Aucun lien n'a pu être mis en évidence et donc aucune corrélation (linéaire ou autre modèle) qui permette de relier l'appréciation des consommateurs à la dominance d'un des deux produits. Ainsi, l'hypothèse selon laquelle un «bon» accord est un accord équilibré n'est pas vérifiée.

Remerciements

Les auteurs remercient Swiss Wine Promotion pour le financement des vins de ce projet, les Interprofessions pour la mise à disposition des fromages, leurs collègues pour l'aide technique et tous les panélistes pour leur participation.

Bibliographie

- Bastian S. E. P., Payne C. M., Perrenoud B., Joscelyne V. L. & Johnson T. E., 2009. Comparisons between Australian consumers' and industry experts' perceptions of ideal wine and cheese combinations. *Australian Journal of Grape and Wine Research* 15, 175–184.
- Bastian S. E. P., Collins C. & Johnson T. E., 2010. Understanding consumer preferences for Shiraz wine and Cheddar cheese pairings. *Food Quality and Preference* 21, 668–678.
- Harrington R. J. & Hammond R., 2005. The Direct Effects of Wine and Cheese Characteristics on Perceived Match. *Journal of Foodservice Business Research* 8, 37–54.
- Harrington R. J., McCarthy M. & Gozzi M., 2010. Perceived Match of Wine and Cheese and the Impact of Additional Food Elements: A Preliminary Study. *Journal of Foodservice Business Research* 13, 311–330.
- King M. & Cliff M., 2005. Evaluation of ideal wine and cheese pairs using a deviation-from-ideal scale with food and wine experts. *Journal of Food Quality* 28, 245–256.
- Nygren I. T., Gustafsson I. B. & Johansson L., 2003. Effects of tasting technique – sequential tasting vs. mixed tasting – on perception of dry white wine and blue mould cheese. *Food Service Technology* 3, 61–69.

Summary**Swiss wines and cheeses: a happy wedding**

There are many guides on the topic of food pairing or food and wines combination, but only few scientific studies aim on this issue. In this study the combination of six Swiss white wines (Chasselas, Petite Arvine, Johannisberg, Müller-Thurgau, Pinot Blanc and Chardonnay) with six Swiss cheeses (Gruyère, Vacherin fribourgeois, Etivaz, Appenzeller, Emmentaler and Sbrinz) was tested.

A trained panel evaluated the flavour equilibrium of the 36 combinations; among them 8 combinations were selected to be rated on a hedonic scale by 182 consumers. Using a sequential testing protocol (first the cheese and then the wine) the results showed that all wines dominated the cheese flavors. Among the 8 pairings selected for the hedonic test, consumers preferred Müller-Thurgau with Gruyère and Chasselas with Etivaz. Finally, for which concerns the aroma, wines with stronger acidity and low-aromatics seem to get along better with the salty and fruity cheeses of this study.

Key words: food pairing, cheese, wine, Switzerland, sensory, consumers.

Zusammenfassung**Schweizer Wein und Käse: eine glückliche Heirat**

Auch wenn zahlreiche Führer für *food-pairing*, d.h. Weine und Gerichten Versammlungen, existieren, haben sich nur wenige wissenschaftliche Studien dieser Problematik angenommen. In dieser Arbeit war die Kombination zwischen sechs Schweizer Weissweinen (Gutedel, Petite Arvine, Johannisberg, Müller-Thurgau, Weissburgunder und Chardonnay) und sechs Schweizer Käsen (Gruyère, Feiburger Vacherin, Etivaz, Appenzeller, Emmentaler und Sbrinz) untersucht. Ein geschultes Panel beurteilte das Geschmacksgleichgewicht zwischen 36 Paaren, wovon acht selektioniert und danach von 182 Konsumenten beurteilt wurden. Mit der Verwendung eines sequentiellen Degustationsprotokolls (zuerst Käse danach Wein) dominierte der Wein sämtliche Verpaarungen. Unter den acht ausgewählten Paaren bevorzugten die Konsumenten Müller-Thurgau mit Gruyère und Gutedel mit Etivaz. Von einem aromatischen Gesichtspunkt her scheinen Weine von geringerer Aromatik und höherem Säuregehalt besser mit den getesteten salzigen und fruchtigen Käsen zu harmonieren.

Riassunto**Vini e formaggi svizzeri: una felice unione**

Esistono molte guide che trattano il tema del *food-pairing* o dell'associazione di cibi e vini, ma fino ad' ora pochi studi scientifici si sono chinati su questa problematica. Nell'ambito di questo lavoro, sei vini bianchi svizzeri (Chasselas, Petite Arvine, Johannisberg, Müller-Thurgau, Pinot Blanc e Chardonnay) sono stati combinati con sei formaggi svizzeri (Gruyère, Vacherin fribourgeois, Etivaz, Appenzeller, Emmentaler e Sbrinz). Un panel esperto ha valutato l'equilibrio del sapore di 36 combinazioni e ne abbiamo selezionate 8 da presentare a 182 consumatori in un test di gradimento. Utilizzando un protocollo di degustazione sequenziale (prima il formaggio poi il vino) i risultati mostrano come il vino domini tutte le combinazioni. Fra le otto combinazioni selezionate i consumatori preferiscono quella tra il Müller-Thurgau e il Gruyère e quella tra lo Chasselas e l'Etivaz. Infine, da un punto di vista degli aromi, i vini poco aromatici e più acidi sembrano combinarsi meglio con i formaggi salati e fruttati del nostro test.

Pépinières viticoles

Pierre Richard
Route de l'Etraz 4
1185 Mont-sur-Rolle
Tél. 021 825 40 33
Fax 021 826 05 06
Natel 079 632 51 69
E-mail pepiniere.richard@hispeed

- Grand choix de cépages.
- Divers clones et portes-greffe.
- Production de plants en pots et traditionnels.
- Machine pilotée par GPS, pose la barbut et le tuteur.

VITICULTURE VITICULTURE VITICULTURE

Notre programme pour la protection des cultures. Toutes les meilleures solutions au sein d'une même gamme.

- **Cabrio® Star** - efficace contre toutes les maladies importantes
- **Vivando®** - le fongicide contre l'oïdium
- **Mildicut®3** - le fongicide anti-mildiou hautement actif
- **Forum® Star** - le fongicide combiné pénétrant contre le mildiou
- **Cantus® + Silwet® L-77** - protection inédite contre le botrytis
- **Cyrano®** - le fongicide systémique contre le mildiou
- **Pyrinex®** - idéal contre les ravageurs
- **Roundup® Profi** - pour des vignes propres
- **Oscar** - herbicide à action systémique et résiduaire
- **Glifonex®** - un glyphosate avec conditions super intéressantes
- **Switch®** - fongicide combiné contre le botrytis

Le savoir-faire à votre service!

Leu+Gygax SA
5413 Birmenstorf Téléphone 056-201 45 45
3075 Rüfenacht Téléphone 031-839 24 41
www.leugygax.ch

Les produits peuvent léser la santé ou l'environnement. Absolument observer les mesures de précaution sur les emballages.
Cabrio Star: 40 g/l Pyraclostrobin + 400 g/l Fézol / Vivando: 500 g/l Marconio / Mildicut 25: 25 g/l Cyproconazole / Forum Star: 11,3 % Diméthomorph + 60 % Fézol / Cantus: 50 % Boscalid / Silwet L-77: 940 g/l Hexylalcoylsulfonate / Oscar: 50 % Alimorphose / Pyrinex: 250 g/l Cyperméthrin / Switch: 400 g/l Cyproconazole / Oscar: 220 g/l Dithion / Roundup: 360 g/l Glyphosate / Glifonex: 360 g/l Glyphosate / Switch: 37,5 % Cyproconazole, 25 % Fludioxonil.

Europlant S.à.r.l.

Scions fruitiers
toutes espèces fruitières

hautes tiges
arbres formés

greffage sous contrat

Europlant S.à.r.l. - En Pérauses, rte de l'Etraz, 1267 Vich - Fax 022 364 69 43 - Tél. 022 364 69 33

Effets de micro-organismes contre *Pythium* spp. et sur la croissance de jeunes plants de lisianthus

Yannick FLEURY^{1,2}, François LEFORT², Cédric CAMPS¹ et Pascal SIGG

¹Agroscope, 1964 Conthey

²hepia, 1202 Genève

Renseignements: Yannick Fleury, e-mail: yannick.fleury@agroscope.admin.ch, tél. +41 58 481 35 38



Système racinaire de lisianthus sain et infecté (à droite) par *Pythium* spp.

Introduction

Le lisianthus (*Eustoma russellianum* ssp. *grandiflorum*), une plante originaire des prairies du centre et du sud des Etats-Unis, est surtout cultivé pour la fleur coupée. Pratiquée dès les années 1950 au Japon, cette culture prend son essor dans les années 1980 après la mise sur le marché de cultivars F1 par des firmes japonaises

(Halevy et Kofranek 1984). Cette espèce possède une attractivité certaine pour les producteurs: demande de la clientèle en hausse, rémunération intéressante et importante recherche variétale, entre autres (Hostachy *et al.* 2002). Cependant, sa culture est compliquée par la croissance très lente des jeunes plants et par une grande sensibilité à certains champignons et oomycètes, et notamment plusieurs espèces de *Pythium* responsables de

la fonte des semis et de nécroses racinaires. La lutte prophylactique et la lutte chimique montrent chacune leurs limites et une solution microbiologique est recherchée pour lutter contre *Pythium* spp. (effet BCA, *Biological Control Agent*) et pour favoriser la croissance des jeunes plants (effet PGP, *Plant Growth Promoting*).

Les études sur les micro-organismes en culture de *lisianthus* sont rares. Meir *et al.* (2010) ont mis en évidence une augmentation significative de la longueur de la tige et du nombre de tiges au mètre carré après l'inoculation de *Glomus intraradices* en pépinière. Ferre et Tragin (2009) ont testé les souches *Bacillus subtilis* QST 713 et *Trichoderma atroviride* LC52 pour lutter contre la fusariose et comme PGP. L'inoculation de *B. subtilis* a diminué le nombre de plantes touchées par la fusariose de 55 % et a favorisé la croissance de 60 %. Les résultats obtenus avec *B. subtilis* QST 713 sont sensiblement meilleurs qu'avec *T. atroviride* LC52 pour les deux effets. Agroscope a mis en place un essai en 2012 pour évaluer l'effet BCA et/ou PGP de trois micro-organismes sur les jeunes plants de *lisianthus*.

Matériel et méthodes

Micro-organismes utilisés

Les trois espèces de micro-organismes testées, *Trichoderma harzianum*, *Gliocladium catenulatum* et *Glomus intraradices*, présentent des effets potentiels intéressants de BCA et/ou de PGP et sont déjà commercialisées, sans être spécifiquement homologuées en Suisse pour la culture de *lisianthus*. L'effet BCA est évalué par des tests de confrontation *in vitro*, tandis que l'effet PGP est testé sur la culture de plants en micro-motte. Pour l'effet BCA, seuls deux micro-organismes sont utilisés, car le troisième nécessite la présence de tissus végétaux et ne peut être cultivé en boîte de Petri.

Trichoderma harzianum

Ce champignon est l'un des plus étudiés pour la lutte microbiologique. La souche utilisée dans l'essai est la T-22, commercialisée par l'entreprise Koppert (Pays-Bas) sous le nom de Triatum-P à la concentration de 1×10^9 CFU/g.

Gliocladium catenulatum

Ce champignon antagoniste possède trois modes d'action: concurrence, parasitisme et production d'antibiotiques. La souche J1446, initialement isolée en Finlande sur des racines d'orge, est couramment utilisée. La spécialité commerciale Prestop® de chez Verdera (Finlande) contient la souche J1446 à une concentration de 2×10^8 CFU/g.

Résumé ■ Le *lisianthus* (*Eustoma russellianum* ssp. *grandiflorum*) est une plante ornementale de haute valeur cultivée pour la fleur coupée. Sa culture est cependant difficile en raison d'une sensibilité importante à divers champignons et oomycètes du sol et par sa longue durée. Pour compléter les luttes prophylactique et chimique, qui montrent chacune leurs limites, une solution microbiologique est ainsi recherchée contre *Pythium* spp. et pour favoriser la croissance des jeunes plants. Dans ce but, trois champignons à effet potentiellement antagoniste (*Biological Control Agent*, BCA) et/ou d'induction de croissance (*Plant Growth Promoting*, PGP) ont été évalués à travers deux expériences. Les résultats montrent notamment la très bonne efficacité *in vitro* de *Gliocladium catenulatum* et de *Trichoderma harzianum* contre différentes espèces de *Pythium* et l'aptitude de *Glomus intraradices* à favoriser *in vivo* la croissance des jeunes plants.

Glomus intraradices

Ce champignon mycorrhizien à arbuscules est un endosymbionte obligatoire, qui vit grâce aux hydrates de carbone fournis par les cellules racinaires des plantes hôtes (Wamberg *et al.* 2003). La souche utilisée ici est la préparation commerciale Vaminoc® d'Andermatt Biogarten (Suisse). Sa concentration est de 850 CFU/g.

Matériel végétal

Les graines de *lisianthus* (cultivars Abc 2-3 'Blue' et Abc 3-4 'Rose') sont produites par PanAmerican Seeds (USA) et enrobées sans être traitées au thirame.

Souches de *Pythium*

La souche de *Pythium ultimum* 67-1 (Allelix Agriculture, Canada) a notamment démontré son pouvoir pathogène sur concombre (Keel *et al.* 2002) et sur trois blés d'hiver suisses (Meyer *et al.* 2010). La souche *P. aphanidermatum* CBS 116664 provient, comme les deux suivantes, de CBS (Centraalbureau voor Schimmelcultures, Pays-Bas). *P. angustatum* (CBS676.95) a été isolé en 1994 dans un sol de serre de concombres. *P. middletonii* (CBS 679.95) provient d'une solution nutritive de culture de concombres de Norvège. La souche appelée ici *Pythium* 'producteur' a été prélevée en 2012 sur un plant de concombre dans le canton de Fribourg.

Milieux de culture

V8 clair

Ce milieu se compose de 200 ml d'un jus de huit légumes (V8 Campbell soup, Etats-Unis), de 2 g de CaCO_3 , de 17 g d'agar et de 0,2 g de sitostérol (dans 10 ml de chloroforme) selon Erwin et Ribeiro (1996), modifié. Le jus de légumes est centrifugé à 5000 t/min pendant dix minutes. Seul le surnageant est récupéré.

Potato-Dextrose-Agar + auréomycine (PDAa)

Ce milieu est élaboré avec 39 g de PDA, 1000 ml d'eau déionisée et 2 ml d'une solution à l'auréomycine. Cette solution comporte 10 ml d'éthanol, 10 ml d'eau déionisée et 250 mg d'auréomycine (chlortétracycline*HCl).

Glucose-soil extract agar (GSEA)

Ce milieu se rapproche des éléments présents dans le sol. Il comprend 1 g de glucose, 0,5 g K_2HPO_4 , 100 ml d'extrait de sol, 900 ml d'eau du robinet et 15 g d'agar (d'après Dhingra et Sinclair 1995). Le sol a été remplacé par le substrat «Type 3» (Brill) utilisé dans nos expériences. L'extrait est préparé en autoclavant pendant trente minutes 1 kg de substrat «Type 3» dans 1 l d'eau. Un demi-gramme de CaCO_3 est ensuite ajouté, puis cette solution est passée à travers un double filtre en papier.

Corn Meal Agar (CMA)

Ce milieu est simplement élaboré avec 17 g de Cornmeal agar et 1 l d'eau déionisée selon les recommandations du fabricant (Becton, Dickinson and Co, Etats-Unis).

Tests d'antagonisme *in vitro*

Pythium spp. vs *Gliocladium catenulatum*

Le test de confrontation a été mené sur le milieu GSEA. Un plug (carré découpé dans une culture solide) de 1 cm² de *Pythium* sp. préalablement cultivé onze jours sur V8 clair a été disposé au centre d'une boîte de Petri en plastique d'un diamètre de 85 mm. Deux plugs de *G. catenulatum* préalablement cultivé onze jours sur PDAa à partir de la poudre commerciale Prestop® ont été placés de part et d'autre du premier. Les trois plugs ont été alignés à équidistance. Pour chacune des cinq souches, deux boîtes ont été mises en culture. L'inhibition a été mesurée en comparant la croissance de *Pythium* sp. en direction de *G. catenulatum* avec sa croissance perpendiculaire à l'antagoniste. Les mesures ont été faites lorsque *Pythium* sp. atteignait l'extrémité de la boîte.

Pythium spp. vs *Trichoderma harzianum*

Ce test de confrontation a été mené en deux étapes en raison du mode d'action de *T. harzianum* qui privilégie les contacts d'hyphes à hyphes (Benhamou et Chet 1997).

La deuxième étape a consisté à juger de la présence d'hyphes viables de *Pythium* sp.

Le test a été réalisé sur milieu GSEA. Un plug de *Pythium* sp. préalablement cultivé dix-huit jours sur V8 clair a été disposé à une extrémité de la boîte de Petri. Après 24 heures, un plug de *T. harzianum* a été déposé à l'autre extrémité de la boîte. La croissance de *Pythium* sp. a été mesurée après 48 heures. Un plug de *Pythium* sp. provenant de la même culture a été disposé dans une boîte témoin sans *T. harzianum* pour comparer la vitesse de croissance entre les deux situations. Trois boîtes ont été mises en culture par souche de *Pythium*. Après huit jours, un plug a été prélevé dans la zone de rencontre entre les deux champignons de chaque boîte et disposé sur milieu CMA à l'extrémité d'une boîte de Petri. L'observation au microscope Olympus BX41 (x1000) de trois fragments de milieu gélosé colorés au bleu de lactophénol devait ensuite permettre d'identifier un seul ou les deux champignons dans cette dernière boîte.

Tests de promotion de la croissance

Dispositif expérimental

Les deux cultivars ont été semés en plaque multipots (PMP) de 150 alvéoles de 25 cm³ avec une graine par alvéole. Au total, 3600 graines, réparties dans quatre traitements (trois micro-organismes et le témoin), ont été semées par cultivar. Pour l'inoculation, *G. intraradices* a été mélangé au substrat lors du semis à raison de 25 g de Vaminoc® par litre de substrat, tandis que les deux autres champignons ont été apportés par arrosage lors du semis, à raison de 3 g/m² pour Trianium-P et 10 g/m² pour Prestop®.

Suivi de culture

Les PMP ont été disposées aléatoirement en chambre de germination sur des étagères de trois étages, équipés chacun de deux tubes fluorescents OSRAM L-FLUORA de 65 W. Les consignes de température étaient de 20 °C la nuit et 23 °C le jour. La chambre de germination est chauffée par le dégagement de chaleur des tubes fluorescents et la température régulée par un extracteur qui évacue l'air à l'extérieur de la chambre. Les PMP sont maintenues constamment humides par deux à trois bassinages quotidiens. L'apport de *T. harzianum* et de *G. catenulatum* est répété à raison de 1,5 g/m² toutes les dix semaines pour le Trianium-P et de 10 g/m² toutes les trois semaines pour le Prestop®.

Mesures et statistiques

L'inhibition par *Gliocladium catenulatum* a été calculée selon la formule de Joshi *et al.* (2010): $I = [(C-T)/C] * 100$ où I est le pourcentage d'inhibition de la croissance mycélienne de *Pythium* sp., C la croissance de *Pythium*

dans la boîte témoin et T la croissance de *Pythium* confronté à l'antagoniste.

L'inhibition par *Trichoderma harzianum* a été calculée de la même manière. Les valeurs ont ensuite été transformées par un logarithme en base 10 pour effectuer un test t à deux échantillons.

Pour la partie PGP, la durée entre le semis et le stade de plantation a été mesurée. Ce dernier est atteint lorsque la tige mesure au moins 1 cm. Les plantules ont été comptées deux fois par semaine pour déterminer le moment où 64 plantes (correspondant à une surface de plantation de 1 m²) du même traitement ont atteint le stade de plantation.

Résultats et discussion

Antagonisme *in vitro*

Pythium spp. vs *Gliocladium catenulatum*

Chaque point représenté sur la figure 1 correspond au taux de croissance moyenne par boîte de Petri et par espèce de *Pythium*. La croissance de *P. ultimum* n'a été mesurée que dans une seule boîte; pour une raison indéterminée, le champignon ne s'est pas développé dans l'autre. L'inhibition moyenne observée varie de 75 % pour *P. middletonii* à 89 % pour la souche *P. 'producteur'* (tabl. 1).

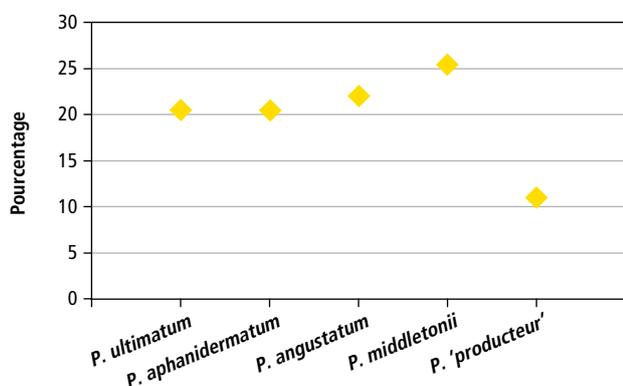


Figure 1 | Pourcentage de croissance des différentes souches de *Pythium* avec *Gliocladium catenulatum* par rapport à une croissance sans *G. catenulatum*. Moyenne de quatre répétitions.

Tableau 1 | Inhibition de la croissance mycélienne de *Pythium* spp. par *Gliocladium catenulatum*

Souche de <i>Pythium</i>	Moyenne de I (%) ± IC
<i>P. ultimum</i> (1)	79,4 ± 7,7
<i>P. aphanidermatum</i> (2)	79,4 ± 9,3
<i>P. angustatum</i> (3)	77,9 ± 7,7
<i>P. middletonii</i> (4)	75,0 ± 9,3
<i>P. 'producteur'</i> (5)	89,0 ± 4,6

I = inhibition. ± IC = ± intervalle de confiance à 0,05.

Sur la figure 2, la zone d'exclusion est clairement visible entre *Pythium aphanidermatum* (A) ou la souche *P. 'producteur'* (B) au centre et les deux plugs de *Gliocladium catenulatum* sur les côtés.

Les travaux de McQuilken *et al.* (2001) sur l'utilisation de la souche J1446 pour lutter contre la fonte des semis provoquée par *P. ultimum* et *Rhizoctonia solani* sur des plantules de pensées (*Viola tricolor*) et de gueules-de-loup (*Antirrhinum majus*) vont dans le sens des résultats obtenus dans notre travail. Dans certains cas, *G. catenulatum* a montré une efficacité comparable aux fongicides couramment utilisés en production. De plus, ces auteurs indiquent que ce champignon a la capacité avantageuse de s'installer de manière durable: 28 jours après l'inoculation, il est encore présent dans le substrat à raison de 10⁶ CFU/cm³ pour une concentration initiale de 10⁸ CFU/cm³.

Pythium spp. vs *Trichoderma harzianum*

Le graphique des valeurs individuelles (fig. 3) permet de comparer visuellement la croissance des différents *Pythium* avec et sans *Trichoderma harzianum*.

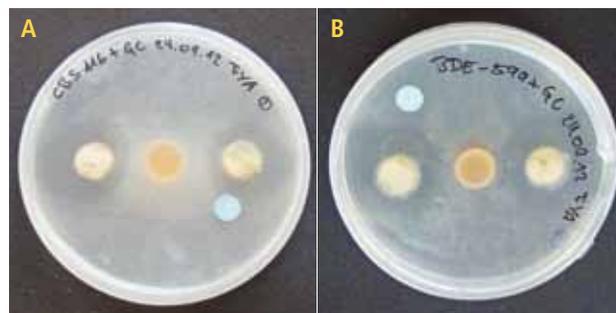


Figure 2 | Confrontation entre *Gliocladium catenulatum* et *Pythium aphanidermatum* (A) respectivement *P. 'producteur'* (B). Au centre *P. aphanidermatum* et de chaque côté un plug de *Gliocladium catenulatum*. Le point bleu sert uniquement à identifier le milieu utilisé.

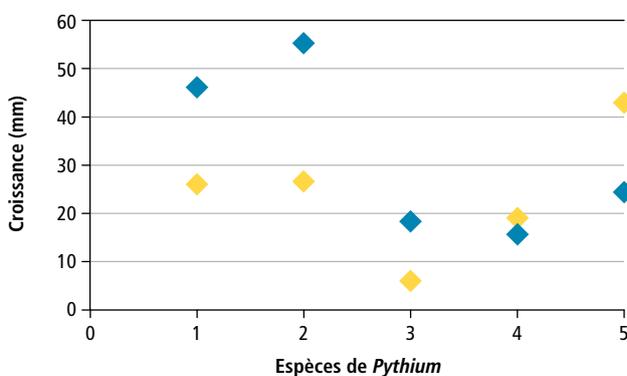


Figure 3 | Croissance en millimètres de *Pythium* spp. confrontés (marqueurs bleus) ou non (marqueurs jaunes) à *Trichoderma harzianum*. 1) *P. ultimum*, 2) *P. aphanidermatum*, 3) *P. angustatum*, 4) *P. middletonii* et 5) *P. 'producteur'*. Moyenne de trois répétitions.

Le test t consécutif à la transformation des valeurs par un logarithme en base 10 permet de poursuivre la comparaison. Pour *P. ultimum* (1), *P. aphanidermatum* (2) et *P. 'producteur'* (5), la croissance est significativement plus faible, au seuil de 5 %, en présence de *T. harzianum* (tabl. 2). Le déficit de croissance de *P. angustatum* (3) en présence de *T. harzianum*, bien que clairement visible graphiquement, n'est toutefois pas significatif au seuil de 5 %, certainement parce que seules deux mesures, de surcroît relativement différentes, ont pu être faites en présence de *T. harzianum*. Pour *P. middletonii* (4), la croissance est comparable avec et sans *T. harzianum*.

Dans les observations au microscope, la coloration au bleu de lactophénol n'a permis de déceler la présence de *Pythium* spp. dans aucune boîte. Seul *T. harzianum* était présent.

Efficacité des micro-organismes testés

In vitro, l'inhibition de la croissance mycélienne par *G. catenulatum* surpasse celle de *T. harzianum*. Ces deux antagonistes agissent plus efficacement contre les trois souches de *Pythium* (*P. ultimum*, *P. aphanidermatum* et *P. 'producteur'*) qui se développent le plus rapidement (plus de 40 mm en 48 heures).

Le halo d'inhibition formé autour de *G. catenulatum* confirme que celui-ci produit des molécules de type antibiotique. Avec *T. harzianum*, ce type de halo n'est pas observé car son mécanisme d'action est différent: il procède par contact d'hyphe à hyphe en s'enroulant autour de son hôte (fig. 4).

La souche utilisée de *T. harzianum* a permis d'empêcher le développement de *Pythium* sp. lorsqu'un plug

prélevé dans la zone de contact avec *Pythium* sp. a été remis en culture sur un milieu CMA.

Les tests de confrontation entre les différents *Pythium* et *T. harzianum* ont été réalisés *in vitro*, mais avec un milieu gélosé à base d'extrait de sol, qui permet d'observer un comportement plus «réaliste» des micro-organismes.

Promotion de la croissance

Les résultats des cultivars 'Blue' et 'Rose' sont regroupés dans le tableau 3. Pour le premier, les plants inoculés avec *Glomus intraradices* ont pu être plantés avant

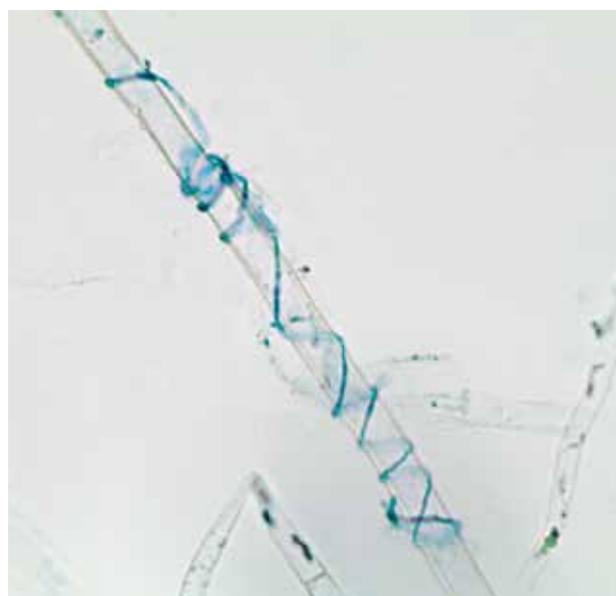


Figure 4 | *Trichoderma harzianum* parasitant une hyphe de *Pythium* sp.

Tableau 2 | Log₍₁₀₎ de la croissance mycélienne de *Pythium* spp. confronté ou non à *Trichoderma harzianum* (TH)

Souche	Résultats pour log ₍₁₀₎			Intervalle de confiance à 0,05		Statistique avec log ₍₁₀₎
	Sans TH	Avec TH	D			
<i>P. ultimum</i> (1)	1,666	1,414	0,251	0,188	0,315	0,001
<i>P. aphanidermatum</i> (2)	1,743	1,425	0,318	0,207	0,429	0,007
<i>P. angustatum</i> (3)	1,263	0,778	0,485	-1,755	2,725	0,222
<i>P. middletonii</i> (4)	1,199	1,279	0,080	-0,265	0,424	0,425
<i>P. 'producteur'</i> (5)	1,633	1,389	0,244	0,181	0,307	0,004

Tableau 3 | Durée d'élevage en semaines des cultivars 'Blue' et 'Rose'

Cultivar	'Blue'				'Rose'			
	1 ^{re}	2 ^e	3 ^e	4 ^e	1 ^{re}	2 ^e	3 ^e	4 ^e
Témoin	13,5	15,0	17,5	18,0	19,5	–	–	–
<i>G. intraradices</i>	13,5	14,5	16,0	17,5	13,5	14,5	17,5	–
<i>T. harzianum</i>	13,5	15,0	17,5	18,5	–	–	–	–
<i>G. catenulatum</i>	13,5	15,0	17,5	18,5	14,5	18,0	19,5	–

la variante témoin. Cette avance s'est élevée jusqu'à 1,5 semaine, soit dix jours. Le deuxième cultivar 'Rose' a une croissance nettement plus longue. Pour lui, l'inoculation de *Glomus intraradices* ou de *Gliocladium catenulatum* a permis une plantation plus rapide qu'avec les plants témoins. L'expérimentation a été arrêtée vingt semaines après le semis, un stade de plantation atteint au-delà de cette période n'étant pas jugé réaliste en production.

Lors de l'élevage des jeunes plants, l'effet PGP de *Glomus intraradices* et de *Gliocladium catenulatum* semble dépendre du cultivar. Chez le cv 'Blue', l'effet PGP de *G. intraradices* permet aux plantules d'atteindre plus rapidement le stade de plantation, mais se révèle plus complexe à interpréter avec le cv 'Rose': soit l'effet est encore plus spectaculaire que pour le premier cultivar, soit *G. intraradices* et *G. catenulatum* ont aidé les plantes à surmonter un stress qui ne leur aurait pas permis d'atteindre le stade de plantation. Un élevage plus long de six semaines (19,5 contre 13,5) pour le cultivar 'Rose' paraît peu envisageable. L'hypothèse de la protection antistress est donc plausible mais signifierait que *T. harzianum* n'offre pas de solution pour lutter contre ce stress puisqu'aucune parcelle n'a pu être plantée. Quoi qu'il en soit, la durée pour atteindre le stade de plantation des témoins et des plants avec *T. harzianum* pose problème tant elle est longue.

La germination a été homogène, mais les plantules se sont irrégulièrement développées à l'intérieur d'un traitement, de même qu'au sein des plaques multipots. La disposition des plantes plus développées permet a priori d'exclure tout facteur climatique. La cause réside peut-être dans le semis lui-même, et notamment dans le tassement du substrat. Un tassement trop faible est un facteur connu par les producteurs pour empê-

cher une croissance optimale des plantules. Un suivi visuel a toutefois permis d'observer, dès un mois après le semis, que *Glomus intraradices* était capable d'atténuer ces irrégularités. Les travaux de Shamshiri et al. (2011) sur la mycorhization de pétunias (*Petunia hybrida* 'Mix') par *Glomus mosseae* et *G. intraradices* démontrent que la mycorhization est meilleure dans un substrat pauvre en phosphore et suffisamment irrigué. Ils soulignent aussi qu'en conditions de stress hydrique léger, la présence de mycorhizes évite à la plante de ressentir ce stress.

Conclusions

- Le champignon *Gliocladium catenulatum* a révélé une très bonne aptitude *in vitro* à réduire la croissance mycélienne moyenne (75 à 89 %) des différentes souches de *Pythium*.
- *Trichoderma harzianum* fait preuve d'une efficacité moindre, voire nulle sur la croissance mycélienne des diverses souches de *Pythium*; en revanche, lorsque les deux espèces sont en contact, *T. harzianum* empêche *Pythium* spp. de poursuivre sa croissance.
- Sur les jeunes plants de *lisianthus*, le champignon *Glomus intraradices* a eu un effet d'induction de croissance (PGP), permettant de réduire la durée d'élevage des deux cultivars testés.
- *Gliocladium catenulatum* a aussi permis de réduire la durée d'élevage, mais seulement de la variété 'Rose'.
- Pour améliorer la rentabilité de cette culture, les essais devraient à l'avenir se concentrer sur l'effet de *Gliocladium catenulatum* contre *Pythium* spp. et de *Glomus intraradices* comme PGP pour les jeunes plants. ■

Bibliographie

- Benhamou N. & Chet I., 1997. Cellular and molecular mechanisms involved in the Interaction between *Trichoderma harzianum* and *Pythium ultimum*. *Applied and Environmental Microbiology* **63** (5), 2095–2099.
- Dhingra O. D. & Sinclair J. B., 1995. Basic plant pathology methods, Second Edition. CRC Press Inc. Boca Raton, 392 p.
- Erwin D. C. & Ribeiro O. K., 1996. *Phytophthora* diseases worldwide. APS Press. St. Paul, 562 p.
- Ferre A. & Tragin M., 2009. Contrôle des maladies telluriques par utilisation de microorganismes en productions de cyclamen et de *lisianthus*. *PHM Revue Horticole* **518** (11), 18–24.
- Halevy A. H. & Kofranek A. M., 1984. Evaluation of *lisianthus* as a new flower crop. *HortScience* **19** (6), 845–847.
- Hostachy B., Mallait M., Chapin E., Henault B., Franceschini C. & Caporalino M., 2002. Le *lisianthus* dans les Alpes-Maritimes et le Var: une culture en plein essor confrontée à des problèmes phytosanitaires. *PHM Revue Horticole* **437** (6), 43–48.
- Joshi B. B., Bhatt R. P. & Bahukhandi D., 2010. Antagonistic and plant growth activity of *Trichoderma* isolates of Western Himalayas. *Journal of Environmental Biology* **31** (6), 921–928.
- Keel C., Ucurum Z., Michaux P., Adrian M. & Haas D., 2002. Deleterious impact of a virulent bacteriophage on survival and biocontrol activity of *Pseudomonas fluorescens* strain CHA0 in natural soil. *Molecular Plant-Microbe Interactions* **15** (6), 567–576.
- McQuilken M. P., Gemmill J. & Lahdenperä M.-L., 2001. *Gliocladium catenulatum* as a potential biological control agent of damping-off in bedding plants. *Journal of Phytopathology* **149** (3-4), 171–178. ▶

Summary

Effects of microorganisms against *Pythium* spp. and on the growth of young plants of Lisianthus

Lisianthus (*Eustoma russellianum* ssp. *grandiflorum*) is a high-value ornamental plant, grown for its cut flower. Its culture is however made difficult by its high sensitivity to various soil fungi and oomycetes and by its long duration. This is why, in addition to the prophylactic and chemical controls that reached their limits, a microbiological alternative has been tested to both control *Pythium* spp. and favour young plants' growth. Therefore, three fungi acting potentially as biological control agents (BCAs) and/or plant growth promoting agents (PGP) were assessed in two experiments. The results showed a very good efficiency of *Gliocladium catenulatum* and *Trichoderma harzianum* against various *Pythium* in the *in vitro* experiments as well as a strong capacity of *Glomus intraradices* for increasing young plants' growth *in vivo*.

Key words: BCA, PGP.

Zusammenfassung

Wirkungen von Mikroorganismen gegen *Pythium* spp. und auf das Wachstum von jungen Lisianthuspflanzen

Lisianthus (*Eustoma russellianum* ssp. *grandiflorum*) ist eine wertvolle Zierpflanze die für Schnittblumen angebaut wird. Ihr Anbau ist jedoch schwierig, da sie sehr anfällig auf verschiedene Bodenpilze ist und auch aufgrund ihrer langen Kulturdauer. Deshalb wird als Ergänzung zur vorbeugenden und chemischen Behandlung nach einer biologischen Lösung geforscht, um *Pythium* spp zu bekämpfen und um das Wachstum der jungen Pflanzen zu fördern. Zu diesem Zweck sind drei Pilze mit potentieller biologischer Wirkung (BCA, *Biological Control Agent*) und/oder Wachstumsförderung der Pflanze (PGP, *Plant Growth Promoting*) mittels zwei Experimenten getestet worden. Die Resultate zeigten insbesondere die sehr grosse *in vitro* Wirksamkeit von *Gliocladium catenulatum* und von *Trichoderma harzianum* gegen verschiedene *Pythium*-Pilze, sowie die Kapazität von *Glomus intraradices* das Wachstum der jungen Pflanzen *in vivo* zu fördern.

Riassunto

Effetti di micro-organismi contro *Pythium* spp. e sulla crescita di giovani piante di eustoma

Il lisianto (*Eustoma russellianum* ssp. *grandiflorum*) è una pianta ornamentale di alto valore, coltivata per la produzione di fiori recisi. Tuttavia, la sua coltivazione è resa difficile da un'importante sensibilità verso diversi funghi del suolo e dalla sua lunga durata. E' per questo motivo che, in aggiunta alla lotta preventiva e chimica che mostra i suoi limiti, si ricerca una soluzione microbiologica contro *Pythium* spp. e per favorire la crescita delle giovani piante. A questo scopo si sono valutati, attraverso due prove, tre funghi che presentano un potenziale effetto BCA (*Biological Control Agent*) e/o PGP (*Plant Growth Promoting*). I risultati mostrano l'ottima efficacia *in vitro* di *Gliocladium catenulatum* e di *Trichoderma harzianum* contro diversi *Pythium*, e la capacità di *Glomus intraradices* nell'aumentare la crescita delle giovani piante *in vivo*.

- Meir D., Pivonia S., Levita R., Dori I., Ganot L., Meir S., Salim S., Resnick N., Winger S., Shlomo E. & Koltai H., 2010. Application of mycorrhizae to ornamental horticultural crops: lisianthus (*Eustoma grandiflorum*) as a test case. *Spanish Journal of Agricultural Research* 8 (SI), 5–10.
- Meyer J. B., Lutz M. P., Frapolli M., Péchy-Tarr M., Rochat L., Keel C., Défago G. & Maurhofer M., 2010. Interplay between wheat cultivars, biocontrol *Pseudomonas*, and soil. *Applied and Environmental Microbiology* 76 (18), 6196–6204.
- Shamshiri M. H., Mozafari V., Sedaghati E. & Bagheri V., 2011. Response of Petunia plants (*Petunia hybrida* cv. Mix) inoculated with *Glomus mosseae* and *Glomus intraradices* to phosphorous and drought stress. *Journal of Agricultural Science and Technology* 13 (6), 929–942.

- Wamberg C., Christensen S., Jakobsen I., Müller A. K. & Sørensen S. J., 2003. The mycorrhizal fungus (*Glomus intraradices*) affects microbial activity in the rhizosphere of pea plants (*Pisum sativum*). *Soil Biology & Biochemistry* 35, 1349–1357.

Suisse 

Plantes

Fleurs coupées



Bourse aux fleurs bernoise

Vos plus grands marchés spécialisés
pour plantes et fleurs coupées

**Nouveau point de vente
à Heimberg!**

Berner Blumenbörsen – Löchliweg 27 – 3014 Berne

Berner Blumenbörsen – Niesenstrasse 22 – 3627 Heimberg



Blumig

Besonders

Beeindruckend

**Votre partenaire
pour la qualité**



VITICULTEURS! HORTICULTEURS! ARBORICULTEURS!

Pour vos cires et paraffines, ainsi que votre matériel viti-
cole (**nombreuses nouveautés**: filets latéraux, élastiques,
piquets, ficelles de palissage, tuteurs, etc.).

Ne passez pas commande avant de demander une offre à:

Jean-François Kilchherr

Grand-Rue 8
1297 Founex

Tél. 022 776 21 86 – Fax 022 776 86 21
Natel 079 353 70 52



*Plus de naturel
ça coule de source!*

Convient à
BIOLOGIQUE
 l'agriculture

MICROTHIOL SPÉCIAL®

DISPERS

SOUFRE EN MICROGRANULÉS HYPERDISPERSIBLES



DISPONIBLE DANS VOTRE

Landi

Marque déposée de Cerexagri - Homologation n° W2675 - Teneur : 80% de soufre à l'état libre. Bien lire l'étiquette avant toute utilisation et bien respecter les précautions d'emploi.



cerexagri
 United Phosphorus Ltd

An: ASPD2010/2012-135x190 - Crédit photo : Getty Images - Bruno Meunier

PRODUITS POUR LES PROFESSIONNELS : RESPECTER LES CONDITIONS D'EMPLOI

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

Tracteur Loeffel Viti Plus avec broyeur Dragone



Constructeur de machines viticoles
 Vente, entretien, location de matériel viticole
 Service personnalisé
 Usinage CNC, blocks forés

www.loeffel-fils.com
contact@loeffel-fils.com

Chemin des Conrardes 13 CH - 2017 Boudry

Tél. +41 (0)32 842 12 78
 Fax. +41 (0)32 842 55 07





THE LINDE GROUP
PanGas

La glace carbonique de PanGas pour les vignerons.
Refroidissement des moûts – macération à froid.



ICEBITZZZ™ de la glace carbonique
et plus encore.

Pellets 3 mm
Pellets 16 mm

PanGas AG
Industriepark 10, CH-6252 Dagmersellen
Téléphone 0844 800 300, Fax 0844 800 301

www.pangas.ch



GIGANDET SA 1853 YVORNE

Atelier mécanique
Machines viticoles, vinicoles et agricoles

Tél. 024 466 13 83
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**



BUCHER
vaslin

**Réception
pour
vendange**

Pressoirs
Pompes
Egrappoirs
Fouloirs

RUBI® c'est du liège, une chimie douce
et rien d'autre...

Bouchon micro grains composé de pulpe de liège fabriqué
par moulage individuel

- Fraîcheur des arômes
- Finesse
- Neutralité
- Sécurité
- Pas de goût de bouchon



JEAN-PAUL GAUD SA

Rue Antoine-Jolivet 7
CP 1212 - 1211 Genève 26
Tél. +41 (0) 22 343 79 42

www.gaud-bouchons.ch

DUVOISIN
Puidoux



Tracteurs HOLDER viticoles

Importateur - Vente - Réparation - Pièces détachées
DUVOISIN & Fils SA - Machines viticoles - 1070 Puidoux
Tél. 021 946 22 21 duvoisin.puidoux@bluewin.ch

Influence des mesures de réduction de la dérive

Simon SCHWEIZER, Heinrich HÖHN, Stefan KUSKE et Andreas NAEF, Agroscope, 8820 Wädenswil

Renseignements: simon.schweizer@agroscope.admin.ch



Figure 1 | Brouillard de pulvérisation bien visible produit par des buses standard (à gauche), avec de nombreuses gouttelettes menaçant de dériver, et brouillard presque invisible produit par des buses à injection (à droite).

Les produits phytosanitaires qui, par l'effet de la dérive, mettent en danger des organismes non cibles dans les eaux et les autres biotopes sont soumis au respect de distances de sécurité (zones tampons non traitées). Selon les instructions de l'OFAG du 22 novembre 2013 (www.blw.admin.ch), ces distances peuvent toutefois être réduites si des mesures visant à réduire le risque de dérive sont appliquées. Quelles sont les répercussions de ces mesures sur l'efficacité biologique des produits phytosanitaires, les techniques culturales et le déroulement des traitements? Ces dernières années, Agroscope et d'autres institutions ont mené plusieurs essais sur ces questions en Suisse et à l'étranger. Leurs résultats sont présentés et discutés dans cet article.

L'autorisation d'un produit phytosanitaire (PPH) repose sur deux principes: une efficacité suffisante et l'absence d'effets secondaires majeurs pour l'homme et l'environnement. L'estimation des risques encourus par les organismes non cibles dans les eaux et les autres biotopes est très importante. Elle repose sur le rapport entre toxicité et exposition (quantité prévisible).

L'exposition à la dérive est évaluée à partir de courbes standardisées représentant la déposition à une distance donnée de la surface d'application. Ces courbes sont basées sur de nombreuses mesures faites dans la pratique (par exemple Rautmann *et al.* 2001). Les valeurs de dérive varient selon la culture et la technique d'application. Les cultures verticales (notamment les fruits et la vigne) enregistrent des valeurs nettement plus élevées que les cultures basses (céréales, pommes de terre, légumes divers).

En Suisse, la distance minimale absolue par rapport aux eaux est fixée à 3 m pour toutes les applications de PPH (ORRChim) et à 6 m pour les exploitations fournissant les prestations écologiques requises (PER). Suivant l'estimation des risques, des distances de sécurité supplémentaires par rapport aux eaux et aux réserves naturelles étaient et continuent à être prescrites pour différents produits. Ces distances peuvent être de 6, 20, 50 ou 100 m. Des enquêtes à l'aide de SIG (système d'information géographique) ont montré que les distances prescrites par rapport aux eaux de surface et aux réserves naturelles avaient une influence non négligeable sur la surface agricole utile (Schweizer *et al.* 2014). L'agriculture a donc tout intérêt à diminuer la dérive proprement dite afin de pouvoir réduire les distances prescrites. Les différentes possibilités techniques et leurs effets sur la production sont présentés ici.

Buses

Le type et le calibre des buses ont une influence capitale sur la dérive. Avec des buses ordinaires de petit calibre et une forte pression, le pourcentage de fines gouttelettes est très élevé. Or ces gouttelettes ont une forte tendance à dériver et forment un brouillard de pulvérisation bien visible (fig.1). L'emploi de buses anti-dérive et de buses à injection permet de pulvériser des gouttes plus grosses, moins sujettes à la dérive. Des études approfondies existent depuis longtemps sur ce sujet dans plusieurs pays. Ces deux dernières années, Agroscope a comparé des buses ordinaires (Albuz ATR jaunes 80-02) à des buses à injection (Lechler ID vertes 80-015) à Wädenswil dans le cadre de la lutte contre le carpocapse des pommes. Les deux années, les buses à injection ont fourni des résultats au moins équivalents à ceux des buses ordinaires (fig. 2).

Siegfried *et al.* (2004) ont présenté des résultats d'essais sur la lutte contre la tavelure réalisés en 2000 et 2001. Dans ces essais, tout le programme fongicide (du débourement à la récolte) a été appliqué respectivement avec des buses standard à jet conique creux Teejet (TXA 80-02) et des buses à injection (buses à jet plat Lechler ID 120-015, buses à jet conique creux Lechler ITR 80-015 et buses à jet plat Albus AVI 80-015). La quantité de produits (kg ou l/ha), le volume de bouillie (400 l/ha), la vitesse d'avancement (5,5–6 km/h) et le débit d'air (20000 m³/h) étaient les mêmes dans tous les procédés. Avec les buses à injection, la répartition du produit a été meilleure en général sur les feuilles et le dépôt sur le sol moins important. En termes d'efficacité, aucune différence n'a pu être observée entre la tavelure de la feuille et du fruit.

Palm et Krause (2002) ont évalué les résultats de 121 essais comparatifs de buses standard et à injection. Dans la lutte contre la tavelure, le mildiou et les pucerons, les buses à injection se sont avérées aussi, voire légèrement plus efficaces que les buses ordinaires. Seule la lutte contre l'acarien rouge a été légèrement moins bonne.

Dans des essais réalisés au Tyrol du Sud, Rizzoli et Acler (2013) ont montré que les buses à injection permettaient de réduire considérablement la dérive et d'obtenir des résultats presque comparables à ceux des buses ordinaires.

Appareils

Du côté des appareils, plusieurs techniques permettent de réduire fortement la dérive (Dröge et Nobbmann 2008; Triloff *et al.* 2012). Les facteurs déterminants sont l'assistance d'air, la vitesse d'avancement et la pression

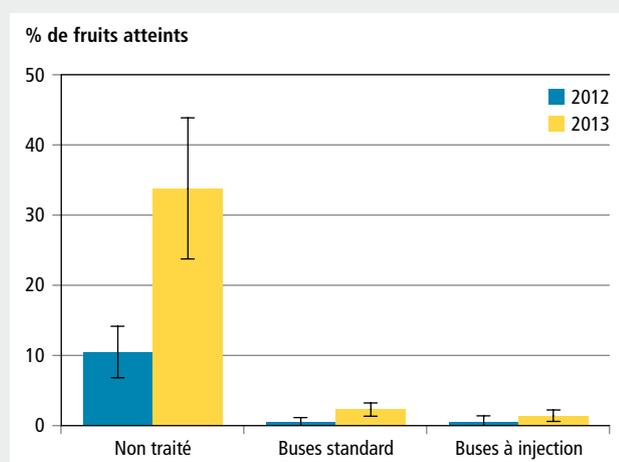


Figure 2 | Efficacité comparée de buses standard et à injection dans la lutte contre le carpocapse des pommes et la petite tordeuse des fruits (2012: 21.5. Insegar, 21.6. Dimilin, 25.7. Affirm; 2013: 18.6. Prodigy, 16.7. Rimon).

de service. La technique de ventilation est particulièrement importante, car la vitesse, le volume et la direction de l'air n'influencent pas que la dérive, mais aussi l'efficacité du traitement en général. Un jet d'air plus ou moins horizontal permet une bonne répartition sur les faces supérieure et inférieure des feuilles et minimise la dérive. Avec un volume et une vitesse de l'air adaptés, un maximum de substance active atteint l'intérieur de l'arbre sans aller au-delà et pas seulement la surface de la couronne. En revanche, si ces paramètres sont mal adaptés aux dimensions de la parcelle (hauteur et densité des arbres) et mal harmonisés entre eux, l'efficacité s'en trouve généralement amoindrie et la dérive augmente. La coordination des paramètres d'application permet d'optimiser l'efficacité et la consommation de produits et de minimiser la dérive. La situation devient difficile lorsque le même appareil doit servir pour des cultures très différentes ou des parcelles de hauteur et de densité de culture très variables. Dans de tels cas, il est particulièrement important d'optimiser l'efficacité et la dérive. Les traitements sur deux lignes notamment sont déconseillés. On épargne du temps, mais on perd en efficacité et on augmente la dérive.

Un équipement et un réglage optimaux des outils permettent non seulement de réduire la dérive, mais aussi de mieux répartir le produit sur l'objet cible, augmentant ainsi l'efficacité de la quantité de PPh utilisée.

Application

Les mesures de protection des plantes doivent en principe être appliquées selon les «bonnes pratiques agronomiques» (BPA): les traitements doivent être pulvérisés seulement lorsque les conditions météorologiques sont favorables, avec des appareils entretenus et des réglages adaptés aux cultures. Ces facteurs ont un effet positif aussi bien sur l'efficacité du traitement que sur la dérive, mais ils sont considérés comme allant de soi et non comme des moyens spécifiques de réduction de la dérive. Les mesures de précaution supplémentaires sont cependant prises en compte. Par exemple, la distance prescrite pour une application peut être respectée en ne pulvérisant pas les dernières lignes d'arbres. Des essais réalisés par Agroscope contre le carpocapse des pommes ont toutefois montré qu'avec une technique de pulvérisation normale, l'efficacité du traitement baissait déjà nettement dans la première des lignes voisines et que pratiquement plus aucun effet n'était observé dans la troisième ligne (fig. 3). Mieux vaut pulvériser les rangs d'arbres uniquement vers l'intérieur, ce qui permet de réduire la distance imposée selon les instructions de l'OFAG. Il faut certes s'accommoder d'une certaine perte d'efficacité, mais l'infesta-

tion des fruits a pu être nettement réduite, même avec une pression d'infection très élevée (fig. 4). L'assistance d'air unilatérale (uniquement dirigée vers l'intérieur) n'a pas été étudiée dans l'essai. On peut cependant supposer que les pertes d'efficacité seraient alors plus faibles qu'avec la pulvérisation unilatérale. Pour pouvoir interrompre l'assistance d'air unilatérale, les appareils doivent être équipés en conséquence; ce genre d'appareils existe sur le marché.

Parcelle

En Suisse, de même que dans de nombreux pays voisins, il est admis que les filets anti-grêle installés sur la culture permettent de réduire la dérive de 50 %. Dans

plusieurs régions, les filets anti-grêle font partie de l'équipement standard des cultures fruitières modernes et n'influencent quasiment pas l'efficacité des mesures phytosanitaires. La structure d'installation du filet anti-grêle empêche toutefois l'emploi des tunnels de pulvérisation, très efficaces en termes de réduction de la dérive.

Les haies de protection contre la dérive (fig. 5) diminuent également fortement la dérive, de l'ordre de 75 % (Schweizer *et al.* 2014). Les haies de protection contre la dérive ont elles aussi très peu d'influence directe sur l'efficacité des produits. Comme la haie doit dépasser d'au moins 1 m la culture et présenter une densité optique de 75 % ou plus, cette mesure peut

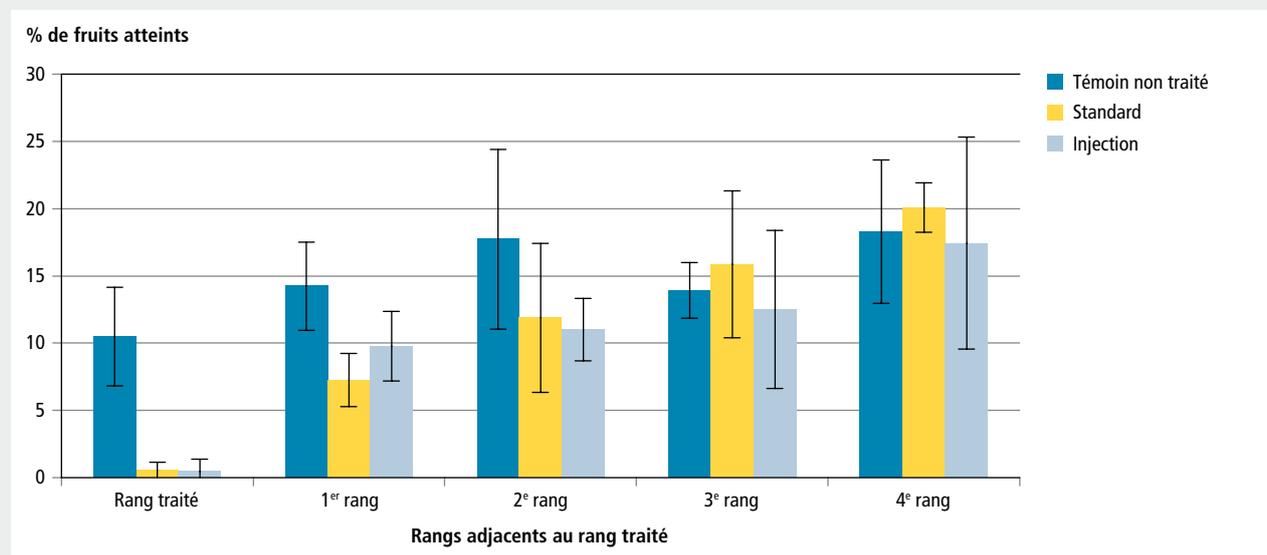


Figure 3 | Taux d'attaque des fruits par le carpocapse des pommes et la petite tordeuse des fruits au centre de la parcelle d'essai et dans les lignes d'arbres voisines, non traitées. Avec un réglage normal de l'appareil, l'effet du traitement tombe à zéro dès la troisième rangée.

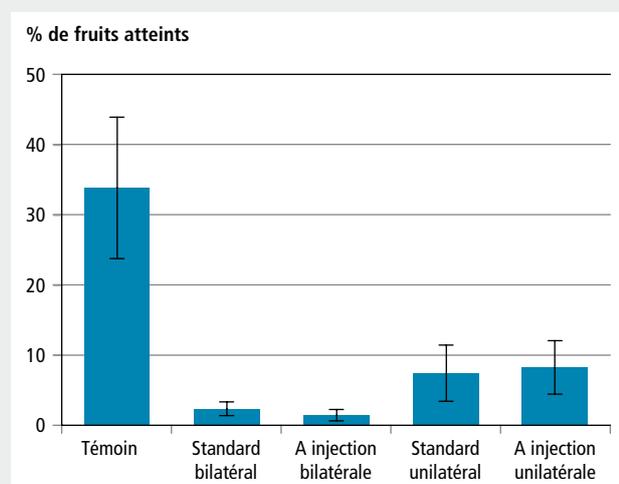


Figure 4 | Taux d'attaque des fruits du carpocapse des pommes et de la petite tordeuse avec différents types de pulvérisation (traitements: Prodigy 18.6. et Rimon 16.7.2013).



Figure 5 | Exemple de haie de protection efficace contre la dérive constituée de charmes d'une densité optique de 85 %. Même fraîchement taillée, elle permettait encore de diminuer la dérive de plus de 75 %.

générer un ombrage indésirable, potentiellement nuisible à la surface productive. En outre, la mise en place d'une haie efficace prend plusieurs années et son entretien demande du temps.

Conclusions

- Un nombre croissant de PPh sont soumis à des distances de sécurité par rapport aux eaux de surface et aux zones naturelles. Les prescriptions sont très largement soutenues au niveau international et laissent peu de place à la discussion.
- Pour pouvoir continuer à utiliser de tels produits, le producteur doit trouver des moyens de réduire les distances imposées. Toutes les parcelles ne sont pas concernées de la même manière par les distances prescrites et toutes les mesures ne se prêtent pas de la même manière à toutes les parcelles et à toutes les exploitations. Le producteur peut donc choisir parmi ces moyens ceux qui conviennent le mieux à sa situation, son exploitation et ses cultures, sans trop nuire à la production et à la rentabilité. ■

Bibliographie

- Dröge K. & Nobbmann J., 2008. Praxistauglichkeit neuester Applikationstechnik für den Obstbau. *Mitt. OVR* 63 (6), 200–205.
- Palm G. & Krause P., 2002. Einfluss von Wasseraufwandmenge und Düsentyp auf den Erfolg der Schaderregerbekämpfung im Apfelanbau. *Mitt. OVR* 57 (5), 135–141.
- Rautmann D., Streloke M. & Winkler R., 2001. New basic drift values in the authorization procedure for plant protection products. *Mitt. Biol. Bundesanstalt, Land-Forstwirtschaft* 383, 133–141.
- Rizzolli W. & Acler A., 2013. Grobtropfige Applikation mit Injektordüsen (ID). *Obstbau Weinbau* 6, 192–197 et 718, 232–236.
- Schweizer S., Naef A. & Höhn H., 2014. Driftreduzierende Massnahmen im Praxisversuch. *Schweizer Z. Obst-Weinbau* 150 (1), 12–15.
- Siegfried W., Wolf S. & Wohlhauser R., 2005. Erfahrungen mit ID-Düsen im Obstbau. *Schweiz. Z. Obst-Weinbau* 141 (3), 10–13.
- Triloff P., Knoll M., Lind K., Herbst E. & Kleisinger S., 2012. Verlustarm sprühen. *Obstbau* 10, 535–541.

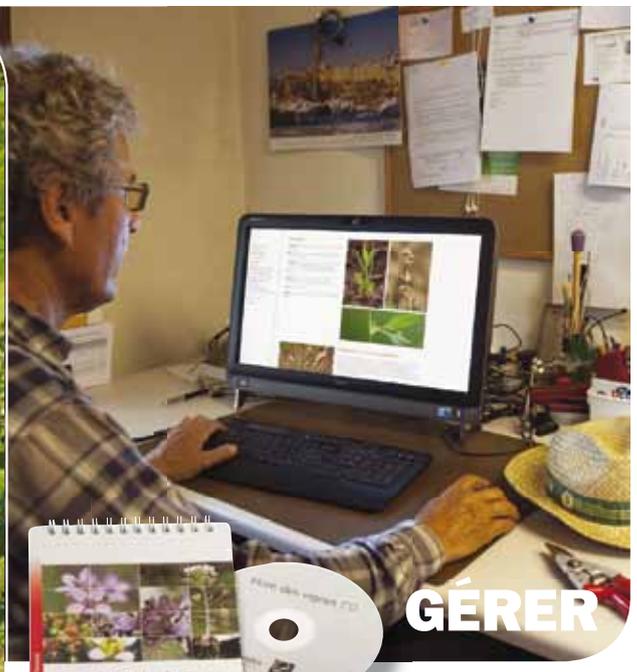


Flore des vignes

Ce petit livre de terrain présente les 33 plantes les plus fréquemment observées et leur impact (favorable, neutre ou indésirable) sur le vignoble. Le CD joint aborde la gestion écologique de cette flore.

Français, allemand ou italien, 72 pages, CHF 50.-

Tél. +41 79 659 48 31 | antoinette.dumartheray@agroscope.ch



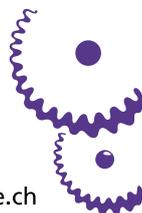
AMTRA
ASSOCIATION POUR
LA MISE EN VALEUR DES TRAVAUX
DE LA RECHERCHE AGRONOMIQUE
www.revuevitiarbohorti.ch

CHÂSSIS RÉGLABLES POUR TRACTEURS ET CHENILLETES

Compatibles avec différents outils de travail du sol
Etoiles de désherbage • Disques crénelées • Lames mobiles

RACINE
CENTRE AGROMÉCANIQUE

Rue de Soleure 18
2525 Le Landeron
Tél. 032 751 21 57
Fax 032 751 49 59
www.mecaniqueracine.ch




JACQUES ISELY

MATÉRIEL VITI-VINICOLE

Le spécialiste de l'armature



- Piquets métalliques
- Fil nylon, BAYCO
(ne se tend qu'une seule fois)
- Amarres
- Engrais

Chemin de Jorattez 3 Tél. 021 653 67 66
1052 Le Mont-sur-Lausanne Fax 021 652 20 24
jacques.isely@bluewin.ch Natel 079 206 54 14
www.jacquesiselymaterielviticolearboricole.ch



Filtration de vins



Traitement d'eau



Micro-oxygénation

www.keller.ch

KELLER FLUID PRO AG • 8049 Zürich • ☎ 044 341 09 56 depuis 1982



PANECO TECH GMBH

MACHINES ET INSTALLATIONS DE CAVE

PATRICK NEHER
079 301 76 43

de franceschi
ADVANCED BEVERAGE EQUIPMENT WORLDWIDE

patrick.neher@panecotech.ch / www.panecotech.ch

Alphatec



1350 Orbe Tél. 024 442 85 40
8165 Oberweningen ZH Tel. 044 853 06 46

Gérard Nellen
1897 Les Evouettes
Tél. 024 481 32 74
Fax 024 481 39 24
bgnellen@gmail.com

Simon Schweizer: de l'électronique à la pomologie

Rentabilité, fruits sains et protection de l'environnement – on se trouve là, selon Simon Schweizer, en terrain conflictuel. Cet ingénieur en environnement de 37 ans a pour tâche, à l'Agroscope de Wädenswil, de proposer des solutions qui tiennent compte de ces divergences d'intérêts.

Les problèmes de replantation en arboriculture fruitière l'illustrent bien: si un paysan veut continuer d'utiliser ses coûteuses installations de filets anti-grêle, il doit planter ses nouveaux arbres à la place des anciens, avec le risque que les jeunes arbres se développent mal. «La désinfection chimique des sols pourrait être efficace, mais elle n'est pas autorisée car elle est trop nuisible à l'environnement; le traitement du sol à la vapeur serait une autre possibilité, mais il nécessite beaucoup d'énergie», explique Simon Schweizer, qui oriente ses recherches dans d'autres directions. Son but est de vérifier si l'on peut tenir en échec les agents pathogènes indésirables dans le sol, de manière économique et respectueuse de l'environnement, en recourant à du compost, des préparations de micro-organismes ou d'autres méthodes. L'ingénieur entretient des échanges réguliers sur ces questions avec des spécialistes d'Allemagne, d'Autriche ou d'Italie.

Et le goût alors?

En production intégrée, les traitements chimiques ne sont utilisés que lorsqu'il n'y a pas d'autre solution. Simon Schweizer s'investit pour que les tests ne portent pas seulement sur les variantes chimiques, par exemple dans l'éclaircissage, mais qu'on examine également les méthodes mécaniques, qui permettent souvent de réguler avec succès le nombre de fruits par arbre et d'atteindre une bonne qualité. Ce que recouvre exactement le terme de «bonne qualité», pour un fin palais comme Simon Schweizer, mérite d'être débattu: «Ce serait un gain pour tous les intéressés si, au lieu d'un aspect irréprochable sur les étalages, on privilégiait la qualité en bouche.»

150 variétés de poires dans son jardin secret

C'est par le biais d'un emploi de quatre ans dans une exploitation agricole que cet électronicien de formation a pris goût à la culture fruitière. Cette expérience l'a incité à poursuivre des études d'horticulture à la ZHAW de Wädenswil. Ingénieur en environnement



Simon Schweizer (photo Carole Parodi, Agroscope)

fraîchement émoulu, il a ainsi décroché son poste actuel à Agroscope. Simon Schweizer travaille à des projets pratiques pour le groupe de recherche Extension arboriculture. Il participe également à un projet de l'OFAG sur les mesures de réduction des risques dans la protection des plantes (voir l'actualité en page 134). Enfin, pendant son temps libre, il se consacre à un autre projet, soigner et entretenir 150 variétés de poires sur une parcelle. Il s'enthousiasme à l'idée de se plonger au printemps dans une mer de fleurs ou de récolter à l'automne des fruits délicieux. Pour engranger les fruits de son travail à Agroscope – atténuer les conflits d'intérêts entre rentabilité, fruits sains et protection de l'environnement – il faudra toutefois plus d'une saison.

Carole Enz, Agroscope



www.felco801.com

Outil idéal pour la vigne
rapide, léger, ergonomique
diamètre de coupe 30 mm

FELCO 801

FELCO SA - Marché Suisse
2206 Les Geneveys-sur-Coffrane
www.felco.ch - felcosuisse@felco.ch



Les valeurs de l'entreprise familiale, le respect du métier

**JEAN-CLAUDE
FAY**
PÉPINIÈRES
VITICOLES

Qualité, conseil, service

- . Plus de 50 ans de savoir-faire
- . Références depuis plus de 40 ans en Suisse
- . Respect strict des normes, traitement à l'eau chaude
- . Possibilité de plantation à la machine
- . Livraison assurée par nos soins
- . Capacité de réponse personnalisée en fonction de vos besoins

Rencontrons-nous :
Plus d'informations :
00 33 (0)4 79 28 54 18
www.pepinieres-viticoles-fay.fr

**CAEB
INTERNATIONAL**

**M
P
5
5
0**

**Presses pour motofaucheuses,
motoculteurs et chenilles**

IMPORTATEUR EXCLUSIF POUR LA SUISSE

SNOPEX Machines agricoles - Motoneiges - Quads
Via Motta 3 - 6828 Balerna sales@snopex.com
☎ 091 646 17 33 ☎ 091 646 42 07

Bouchons en liège
Capsules à vis · Bouchons couronne
Capsules de surbouchage · Bondes silicone
Barriques · Supports porte-barriques · Tire-bouchons

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



Heureuse retraite, Philippe Dupraz!

Après trente-deux ans de bons et loyaux services, Philippe Dupraz a décidé de prendre sa retraite; c'était il y a quelques mois, le 30 novembre dernier.

Passion, professionnalisme et persévérance sont trois qualités qui ne font en tout cas pas défaut à ce nouveau retraité de CHANGINS.

Philippe Dupraz a marqué des générations entières d'étudiants en leur dispensant avec une grande générosité ses connaissances en viticulture, en ampélographie, en sélection et multiplication de la vigne et également en dégustation. Plusieurs centaines de professionnels ont également bénéficié de ses compétences. Quant à ses collègues, ils ont toujours pu compter sur lui, sur sa disponibilité et son savoir.

L'ampélographie est une science difficile, maîtrisée par un nombre restreint de spécialistes; Philippe Dupraz fait partie de cette élite et a co-écrit, en 2010, un ouvrage de référence en la matière, *Cépages – Principales variétés de vigne cultivées en Suisse*.

Engagé comme professeur de viticulture en 1982, Philippe Dupraz a été nommé doyen de l'école spécialisée en 2000, devenue depuis l'école supérieure de CHANGINS.



Philippe, tu quittes CHANGINS et le monde de l'enseignement. Mais je sais que tu ne perdras pas le lien avec la pratique grâce à la culture de ta vigne familiale, à laquelle tu vas enfin pouvoir dédier tout le temps nécessaire. Et je sais aussi que tu vas garder des relations étroites avec ce monde de la viticulture romande et suisse que tu affectionnes tout particulièrement.

Au nom de tous les collaborateurs de l'école et de tous les étudiants, je tiens, cher Philippe, à te transmettre nos chaleureux remerciements. Que ces années à venir te permettent de continuer de cultiver ta vigne et tes passions, entouré de tes proches! Et que parfois tu trouves le temps de passer par CHANGINS, pour qui tu restes l'un des meilleurs ambassadeurs. ■

Conrad Briguet,
directeur

Stades phénologiques des fruits à pépins en grand format!

Après deux ans de patients relevés photographiques au verger, à guetter les moments caractéristiques du développement des arbres fruitiers, l'AMTRA se réjouit de proposer le cycle complet du pommier (cv. Gala) et du poirier (cv. William's) aux arboriculteurs professionnels et aux amateurs de fruits, en format poster et dans la langue nationale de leur choix. Du débourrement du bourgeon hivernal au fruit prêt à être récolté, l'année végétative se déroule ainsi en dix-huit étapes magnifiquement illustrées, codifiées selon le système international BBCH applicable à toutes les plantes cultivées. Les photographies originales ont été prises dans des parcelles d'Agroscope, à Changins. Ces documents sont destinés aux producteurs, aux instances agricoles et aux formateurs, mais constituent aussi une très belle décoration pour stands d'exposition, salles de réunion ou espaces de vente.

Deux posters de 100 x 70 cm, en français, allemand ou italien

Stades phénologiques repères du pommier

Auteurs: Bernard Bloesch et Olivier Viret, Agroscope, 1260 Nyon

0 Repos hivernal

Bourgeon d'hiver (dormance)
00 (A)

Stades	
0 = Repos hivernal	
5 = Apparition des inflorescences	
6 = Floraison	
7 = Développement des fruits	
8 = Maturation des fruits	
Code BBCH	Code Baggioini
00	(A)
51 → 59	(B → E2)
61 → 69	(F → H)
71 → 77	(I → J)
81 → 89	

Sources
 • Baggioini M., 1952. Les stades repères dans le développement annuel de la vigne et leur utilisation pratique. *Revue suisse d'arboriculture et d'arboriculture* 8 (1), 4-6.
 • Lancashire P. D., Biecholder H., Van Den Boom T., Langsdörfer P., Staus R., Weber E. & Witzemberger A., 1991. A uniform decimal code for growth stages of crops and weeds. *Ann. appl. Biol.* 119, 561-601.
 • Hack H., Biecholder H., Buhl L., Meier U., Schneck-Fricke U., Weber E. & Witzemberger A., 1992. Einheitliche Codierung der phänologischen Entwicklungsstadien mono- und dikotyler Pflanzen. - Erweiterte BBCH-Skala. *Allgemein. Nachrichtenbl. Deut. Pflanzenschutz* 44 (12), 265-270.

Photographies: Carole Parodi

5 Apparition de l'inflorescence

Gonflement des bourgeons
51 (B)

Eclatement des bourgeons
53 (C)

Oreille de souris
54 (C3)

Bouton vert
56 (D)

Bouton rose
57 (E)

Ballonnets
59 (E2)

6 Floraison

Début floraison
61 (F)

Pleine floraison
65 (F2)

Floraison déclinante
67 (G)

Fin floraison
69 (H)

7 Développement des fruits

Nouaison
71 (I)

Taille noisette
72 (J)

Stade T
74

Croissance des fruits
77

8 Maturation des fruits

Début maturation
81

Maturité avancée
85

Récolte maturité gustative
87-89

Stades phénologiques repères du poirier

Auteurs: Bernard Bloesch et Olivier Viret, Agroscope, 1260 Nyon

0 Repos hivernal

Bourgeon d'hiver (dormance)
00 (A)

Stades	
0 = Repos hivernal	
5 = Apparition des inflorescences	
6 = Floraison	
7 = Développement des fruits	
8 = Maturation des fruits	
Code BBCH	Code Baggioini
00	(A)
51 → 59	(B → E2)
61 → 69	(F → H)
71 → 77	(I → J)
81 → 89	

Sources
 • Baggioini M., 1952. Les stades repères dans le développement annuel de la vigne et leur utilisation pratique. *Revue suisse d'arboriculture et d'arboriculture* 8 (1), 4-6.
 • Lancashire P. D., Biecholder H., Van Den Boom T., Langsdörfer P., Staus R., Weber E. & Witzemberger A., 1991. A uniform decimal code for growth stages of crops and weeds. *Ann. appl. Biol.* 119, 561-601.
 • Hack H., Biecholder H., Buhl L., Meier U., Schneck-Fricke U., Weber E. & Witzemberger A., 1992. Einheitliche Codierung der phänologischen Entwicklungsstadien mono- und dikotyler Pflanzen. - Erweiterte BBCH-Skala. *Allgemein. Nachrichtenbl. Deut. Pflanzenschutz* 44 (12), 265-270.

Photographies: Carole Parodi

5 Apparition de l'inflorescence

Gonflement des bourgeons
51 (B)

Eclatement des bourgeons
53 (C)

Oreille de souris
54 (C3)

Bouton vert
56 (D)

Bouton rose
57 (E)

Ballonnets
59 (E2)

6 Floraison

Début floraison
61 (F)

Pleine floraison
65 (F2)

Floraison déclinante
67 (G)

Fin floraison
69 (H)

7 Développement des fruits

Nouaison
71 (I)

Taille noisette
72 (J)

Stade T
74

Croissance des fruits
77

8 Maturation des fruits

Début maturation
81

Maturité avancée
85

Récolte maturité gustative
87-89

Les affiches peuvent être commandées au prix de CHF 30.- le poster (port inclus) à: AMTRA, M^{me} Antoinette Dumartheray, route de Duillier 50, case postale 1006, 1260 Nyon 1, tél. +41 79 659 48 31, e-mail: info@revuevitiarbohorti.ch ou sur www.revuevitiarbohorti.ch

mazout

Chauffage

refroidissement

Ventilation

climatisation

Sanitaire

Un seul partenaire

Depuis 1853, nous concevons et réalisons des systèmes thermiques, des réseaux d'eau et d'air dans les bâtiments répondant à toutes les attentes.

Actifs sur la partie vaudoise de l'Arc lémanique, nous vous conseillons et vous assistons très volontiers. Nous proposons notre service d'entretien en fonction de vos exigences.

Chez **Von Auw SA**, vous trouverez 85 professionnels attentifs à vos besoins de chaud, de froid ou d'installations sanitaires.



bureau technique • installations • entretien

1028 PRÉVERENGES • Route de Genève 3 • Tél. 021 804 83 00 • Fax 021 804 83 01 • www.vonauw.ch

bois

air

eau

gaz

géothermie

solaire

Les Formes du passé

associées aux matières du futur

Cuvage
Macération
carbonique
Elevage
Assemblage
Collage
Affinage
Stockage

Refroidir-réchauffer
sans choc thermique
(le soleil ou le vent
du nord)

Tracé selon le
Nombre d'Or

La dynamique
des jus est
favorisée en
période de
fermentation

Les lies sont
maintenues en
suspension

Micro
oxygénation

Pied
indépendant
avec passage
«palettes»

Fabrication
suisse

Matière synthétique neutre PEHD (sans bisphénol)
Couvercle et robinetterie inox 316L
Vanne de vidange 11/2"
Nettoyage simple
Déplaçable plein (transpalette)

Poids: env. 40kg (à vide)

Volume: 580 litres

Dimension: hauteur avec pieds 180 cm

Encombrement au sol: 99 x 99 cm

Option: Ceinture de basculage

Cuve Ovoïde Serex™

Poids plume pour un œuf



Construction Plastique

CH-1070 Puidoux [t] 021 946 33 34

www.ovoide.ch cs@serex-plastics.ch

