

R E V U E S U I S S E D E

VITICULTURE ARBORICULTURE HORTICULTURE



M A I - J U I N 2 0 1 5 | V O L . 4 7 | N ° 3



Agroscope | Agora | Agridea | AMTRA | CHANGINS

Fiches techniques

Drosophila suzukii: recommandations 2015 en viticulture / petits fruits / fruits à noyau **Page 161**

Arboriculture

Optimisation de l'irrigation des jeunes vergers **Page 168**

Viticulture

Maladies virales dans le vignoble de La Côte **Page 186**



ETICOLLE
L'étiquette autocollante

Selbstklebeetiketten | Etichette autocollanti



la sérigraphie

Sous le vernis... l'élégance

Le vernis sérigraphique est un vernis très épais et de haute qualité qui embellit son support.

A plat ou en relief, son épaisseur donne alors une nouvelle dimension à l'étiquette.

alliancegraphique

027 452 25 26 - info@eticolle.ch - www.eticolle.ch - Sierre

DEPUIS 120 ANS À VOTRE SERVICE

Dupenloup SA
9, chemin des Carpières
1219 Le Lignon - GE
Tél. 022 796 77 66
contact@dupenloup.ch



MAISON FONDÉE EN 1888
DUPENLOUP SA
FABRIQUE DE POMPES
MATÉRIEL POUR L'INDUSTRIE



NOUVEAUTÉS

100% hygiénique

- Smile Inox H

- Smile A inversée



**POMPES, GESTION DES TEMPÉRATURES,
RACCORDS ET ACCESSOIRES INOX**

**Afin de mieux vous servir:
Partenariat commercial et technique
entre Dupenloup SA et Oeno-Pôle Sarl**



**RÉCEPTION, PRESSURAGE,
FLOTTATION, VINIFICATION,
CONDITIONNEMENT**



Oeno-Pôle Sarl
CP 57, 1183 Bursins
Tél. 078 716 40 00
Mail: info@oeno-pole.ch

**OENO
PÔLE**
Au service de la qualité

Et bien plus sur: **WWW.OENO-POLE.CH**

Sommaire

Mai–Juin 2015 | Vol. 47 | N°3



Photographie de couverture:

Dans toute l'Europe, des solutions écologiques sont actuellement développées pour lutter contre les ravageurs des petits fruits. Ici, pose de pièges attractifs en culture de framboises à Bruson (VS) (voir l'éditorial en p. 149 et l'article de Baroffio *et al.* en p. 152).

(Photo Catherine Baroffio, 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 + En ligne + App
		Imprimé + App	PROMOTION 2015
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

149 Editorial

Protection des végétaux

152 Comment attirer deux ravageurs des framboises dans un même piège?

Catherine A. Baroffio, Anna K. Borg-Karlsson, Jerry Cross, Michelle Fountain, Virginie Guibert, David Hall, Baiba Ralle, Pauline Richoz, Aude Rogivue, Lene Sigsgaard, Nina Trandem et Atle Wibe

Fiches techniques

161 *Drosophila suzukii* en viticulture. Recommandations 2015

Christian Linder, Patrik Kehrli, Stefan Kuske et Olivier Viret

163 Stratégie de lutte contre *Drosophila suzukii* dans les fruits à noyau

Stefan Kuske, Markus Hunkeler, Othmar Eicher et Patrik Kehrli

165 *Drosophila suzukii*. Stratégie 2015 pour les petits fruits

Catherine Baroffio, Benno Huber, Max Kopp, Cristina Marazzi, Jimmy Mariéthoz, Florian Sandrini, Hagen Thoss et Matthias Zurflüh

Arboriculture

168 Optimisation de l'irrigation des jeunes vergers

Sven Knieling et Philippe Monney

Viticulture

178 Fumure azotée en viticulture: influence de la période d'application

Jean-Laurent Spring, Thibaut Verdenal, Vivian Zufferey et Olivier Viret

186 Distribution des maladies virales dans le vignoble de La Côte (VD)

Jean-Sébastien Reynard, Justine Brodard et Olivier Viret

192 Dosage en continu des sucres et de l'alcool pendant les fermentations par spectroscopie proche infrarouge

Arnaud Pernet, Ramón Mira de Orduña Heindinger, Danielle Widmer, Anik Riedo, Muriel Mertenat, Marilyn Cléroux, Jean-Pascal Bourgeois, Olivier Vorlet et Charles Frohman

Actualités

198 SOA 2014: régulation de la charge et comparaison des variétés

Esther Bravin et Dominique Dietiker

203 Portrait

205 La page de CHANGINS

Le spécialiste de vos installations vinicoles

Distributeur officiel des marques:



Le système d'égrenage et de tri révolutionnaire!

DELLA TOFFOLA



Pressoirs et matériel de cave



Élévateurs de vendange et matériel de réception

Moeschle
Behälterbau GmbH



Cuverie de haute Qualité



Vinificateurs automatisés

KREYER



Thermorégulation

KIESEL



Pompes et flottateurs

Logics & Controls

SIRIO ALBERTI

AZZINI



BIEFFE

molan

FIVER

bertolaso

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



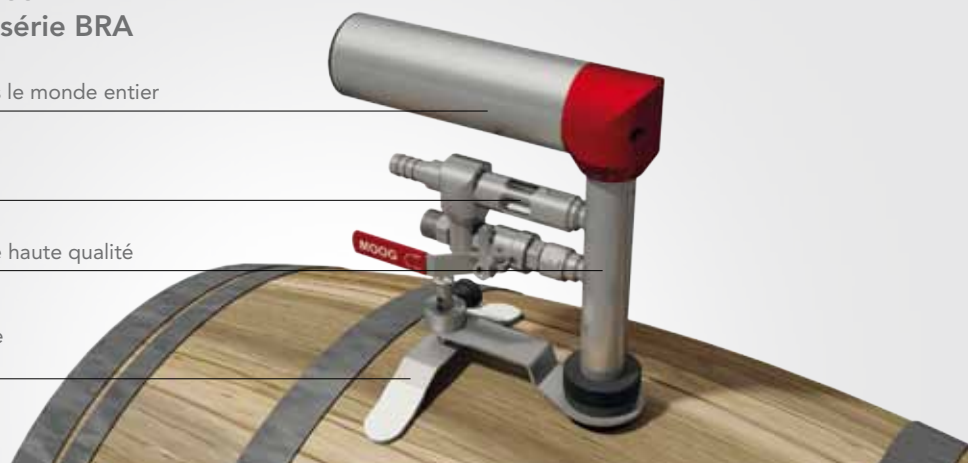
Elégante et sophistiquée - découvrez la nouvelle série BRA

Nouveau moteur, utilisable dans le monde entier

Verre indicateur intégré

Nouvelle conception robuste de haute qualité

Appui de fûts amélioré, réglable
et stable



Nouveauté 2015

Le nettoyeur de fûts par excellence sur le marché

Visitez notre site Internet
www.moog.ch

Petits fruits: la recherche met le cap au nord



Catherine Baroffio

Agroscope

catherine.baroffio@agroscope.admin.ch

La Suisse cultive actuellement 850 ha de petits fruits et les surfaces de plantation, toutes espèces confondues, continuent de croître: en cinq ans, elles ont augmenté de 20 % jusqu'en 2013, puis se sont stabilisées. Les producteurs investissent dans des formes de culture modernes à rendement élevé et la tendance est à l'allongement de la fenêtre de production de baies indigènes pour approvisionner le marché le plus longtemps possible.

La Suisse collabore depuis de nombreuses années avec les pays voisins dans la recherche sur les petits fruits: les sélections françaises et italiennes de fraises et de framboises sont examinées chaque année dans les essais variétaux d'Agroscope. Les techniques hors sol de nos voisins hollandais sont testées et les chercheurs participent régulièrement aux journées nationales françaises, allemandes ou italiennes.

Ces cinq dernières années, les spécialistes suisses se sont intéressés à la longue tradition de culture de baies des pays d'Europe septentrionale, en testant des sélections finlandaises de fraises et en échangeant des résultats d'essais en protection des végétaux avec la Norvège, le Danemark et le Royaume-Uni, comme en témoigne la mise au point d'un piège sémi-chimique pour lutter contre le ver des framboises. Le Danemark, notamment, possède une grande expérience dans la lutte biologique avec des auxiliaires.

Ce rapprochement a mis aussi en lumière la similarité des problèmes rencontrés dans les cultures de montagne et sous les latitudes septentrionales: une saison courte, la lutte contre le gel, le manque de lumière...

Le projet Softpest

L'organisation européenne Core Organic 2 travaille à la recherche de solutions innovantes pour la production biologique. Dans ce cadre, le projet «Softpest-Multitrap» a fait plancher pendant trois ans des spécialistes de divers pays sur une approche de grande importance pratique: attirer deux ravageurs différents dans un même piège (voir l'article de Baroffio *et al.* en p. 152). L'idée est partie du centre de recherche norvégien Bioforsk, qui a coordonné ce projet. L'Institut royal de technologie de Stockholm a fourni ses connaissances en écologie chimique pour isoler les composés volatils de plantes et le Natural Resources Institute du Kent a mis au point les mélanges de phéromones. Le centre de protection des plantes de Riga (LT) a testé dans les fraises les substances développées par les Suédois, tandis que l'Université de Copenhague et la Norvège expérimentaient les combinaisons d'attractifs en culture de fraises, la Suisse (Agroscope) et la Norvège faisant de même pour les framboises. De son côté, le piégeage de masse a été testé en Angleterre (East Malling) et en Norvège sur les fraises, la Suisse et la Norvège se chargeant des essais sur les framboises.

La collaboration a été optimale, avec de belles synergies à la clé. Ce projet européen a permis à la recherche suisse d'étendre son réseau et de travailler à renforcer la production de petits fruits, toujours plus appréciés des consommateurs.



**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 barbu et le tuteur.



VITICULTEURS! HORTICULTEURS! ARBORICULTEURS!

Pour vos cires et paraffines, ainsi que votre matériel viticole (**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



La glace carbonique de PanGas pour les vigneron.
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

Courant tranquille sans Botrytis



Moon[®]
PRIVILEGE



Une excellente efficacité
surtout lors d'une ap-
plication précoce juste
avant la fermeture de la
grappe.

Bayer (Schweiz) AG
CropScience · 3052 Zollikofen
Tél.: 031 869 16 66
www.agrar.bayer.ch

Moon Privilege contient du Fluopyram. Observer les risques
de danger et les mesures de sécurité sur les emballages.



Bayer CropScience

Comment attirer deux ravageurs des framboises dans un même piège?

Catherine A. BAROFFIO¹, Anna K. BORG-KARLSSON², Jerry CROSS³, Michelle FOUNTAIN³, Virginie GUIBERT¹, David HALL⁴, Baiba RALLE⁵, Pauline RICHOZ¹, Aude ROGIVUE¹, Lene SIGSGAARD⁶, Nina TRANDEM⁷ et Atle WIBE⁸
¹Agroscope, 1964 Conthey, Suisse, ²KTH Royal institute of technology, Stockholm, Suède, ³East Malling Research, Kent, Royaume-Uni, ⁴Natural resources institute, Kent, Royaume-Uni, ⁵Latvian plant protection research Centre, Riga, Lettonie, ⁶University of Copenhagen, Frederiksberg, Danemark, ⁷Bioforsk, As, Norvège, ⁸Bioforsk, Tingvoll, Norvège

Renseignements: Catherine Baroffio, e-mail: catherine.baroffio@agroscope.admin.ch, tél. +41 58 481 35 11, www.agroscope.ch



Anthonome du framboisier (à gauche) et byturus, adulte du ver de la framboise (à droite). (Photos Arnaud Conne, Agroscope.)

Introduction

L'anthonome du framboisier *Anthonomus rubi* (Herbst 1795) et le ver des framboises *Byturus tomentosus* (De-Geer 1774) sont deux ravageurs importants dans les cultures de framboises d'Europe septentrionale et centrale. L'anthonome, un charançon de 3 à 3,5 mm, accomplit deux générations par an en Suisse (Stäubli et Höhn 1989), où il est présent principalement dans les cultures d'altitude. L'adulte sort de diapause au mois d'avril et s'accouple au mois de mai. Il se nourrit des feuilles et des fleurs de framboisier. La femelle pond 20 à 30 œufs dans les boutons floraux dont elle sectionne le pédoncule. Elle peut détruire autant de boutons que d'œufs

pondus puisque 65 à 85 % des boutons coupés contiennent un seul œuf (Popov 1996; Aasen *et al.* 2004). La destruction des boutons floraux cause une perte directe due à la non-production de fruits. Localement en Suisse, les attaques peuvent détruire jusqu'à 30 % des boutons floraux et atteignent même 80 % en Norvège (Nina Trandem, comm. pers.). Le seuil d'intervention actuellement utilisé en Suisse est celui de Linder *et al.* (2012), fixé à 10 % d'inflorescences attaquées en contrôlant 100 inflorescences/1000 m². Contrairement au fraisier, auquel ce ravageur inflige aussi de sévères dégâts, le framboisier ne compense pas la perte de boutons en produisant des fruits plus gros (Mittaz *et al.* 2002; Carlen *et al.* 2004). Le ver des framboises *Byturus tomento-*

sus est un coléoptère de 4 à 5 mm, qui apparaît en avril et se reproduit au mois de mai (Antonin 1984). Les femelles pondent une centaine d'œufs dans les fleurs ou les jeunes fruits à raison de un à trois œufs par jour (Fassotte *et al.* 2011). La larve se développe dans le fruit en creusant le réceptacle. Les variétés d'été sont plus attaquées que celles d'automne car les cycles du ravageur et de la plante sont synchrones (Grassi et Pertot 2003). Le seuil d'intervention est de un adulte pour 100 inflorescences contrôlées. Les pièges blancs de type Rebell® permettent de détecter la présence d'adultes avec un seuil de dix captures par piège par semaine. Une méthode sémiachimique a été développée en Ecosse pour lutter contre le ver des framboises (Birch *et al.* 2009), un piège basé sur un attractif floral imitant la fleur de framboisier. Il a été testé avec succès en Suisse depuis 2008 (Baroffio et Mittaz 2011). Le piège doit être placé au moins quatre semaines avant le début de la floraison pour éviter la compétition entre l'attractif et les fleurs de framboisier (Baroffio *et al.* 2012).

Des traitements chimiques de la famille des esters phosphoriques (chlorpyrifos), des néonicotinoïdes (thiacloprid), des produits de fermentation (spinosad) et divers pyréthrianoïdes sont homologués pour lutter contre ces deux ravageurs en Suisse (OFAG 2015). La pression exercée par les grandes surfaces et les consommateurs pour disposer de fruits sans résidus poussent à chercher de nouvelles méthodes de lutte (en production biologique ou conventionnelle).

Le projet Core Organic «Softpest Multitrap» s'est déroulé dans ce contexte entre 2012 et 2014 avec la participation de six pays (Norvège, Suède, Danemark, Lettonie, Angleterre et Suisse). Son but était de valider la mise en place d'un seul piège de masse sémiachimique pour deux ravageurs différents, à savoir *Lygus rugulipennis* et *Anthonomus rubi* dans les fraises et *Byturus tomentosus* et *Anthonomus rubi* dans les framboises (Wibe *et al.* 2012). L'article résume les résultats obtenus avec ces derniers dans les cultures de framboisiers en Suisse. Les travaux ont d'abord porté sur l'observation

Résumé L'anthonome des framboises (*Anthonomus rubi*) et le ver des framboises (*Byturus tomentosus*) causent de grosses pertes dans les cultures biologiques de framboises. Dans le cadre du projet européen Core Organic 2, le projet «Softpest Multitrap» a testé une nouvelle approche pour contrôler simultanément ces deux ravageurs avec un piège commun, afin de proposer une alternative aux insecticides. Le but a été de définir la hauteur du piège, son design et la combinaison de leurres optimale. Nos essais ont montré que le piège doit être posé au sol en combinant une agrégation de phéromones et des composés volatils de fleurs de framboisier pour capturer ces deux insectes. Les pièges doivent être mis en place dès le départ de la végétation (stade BBCH 45–47). Le design du piège doit encore être amélioré pour intensifier les captures. Cette approche innovante offre de nouvelles perspectives pour la lutte contre ces ravageurs.

des distributions saisonnières des deux insectes et la détermination de la hauteur optimale des pièges pour les capturer. Puis des essais ont été effectués pour établir la densité de piégeage la plus favorable ainsi que pour tester différentes combinaisons de leurres. Si ces essais démontrent l'efficacité d'un piège de masse pour ces deux ravageurs, celui-ci permettra de remplacer les insecticides et de favoriser le développement de cultures de framboises biologiques, peu répandues jusqu'ici à cause des problèmes liés à ces ravageurs.

Matériel et méthodes

Les essais se sont déroulés entre 2012 et 2014 en Valais dans des parcelles de framboises de Glen Ample en plein champ situées en altitude (tabl. 1).

Tableau 1 | Description des parcelles d'essai de 2012 à 2014 en Valais sur framboises Glen Ample en plein champ

Année	Localisation	Altitude (m)	Surface (m ²)	Année plantation	Production	Couverture du sol avec Mypex	Densité des cannes par m ²	Essai	
2012	Bruson	1060	1000	2005	Intégrée	Oui	3	N° 1	Hauteur de piège
2012	Saint-Sébastien	1000	3000	2004	Intégrée	Non	3	N° 1	Hauteur de piège
2012	Les Bioleys	1000	2000	2005	Intégrée	Non	3	N° 1	Hauteur de piège
2013	Bruson	1060	1000	2005	Intégrée	Oui	3	N° 2	Design du piège
2013	Chardonney	1000	1500	2006	Intégrée	Oui	3	N° 3	Combinaison de leurres
2014	Salins	750	3000	2009	Intégrée	Non	3	N° 3	Combinaison de leurres

Pièges et leurres

Le piège est composé d'un récipient vert surmonté de deux plaques blanches disposées en croix et munies d'un couvercle (fig. 1). Les leurres, contenant chacun un attractif déterminé, sont placés sous le couvercle. Les insectes sont attirés par la couleur blanche des plaques et par l'odeur des leurres. Ils tombent dans le récipient rempli d'eau additionnée d'un mouillant (Triton X100) à raison de 5 ml pour 5 l d'eau. L'eau est changée toutes les semaines. Une grille est placée au-dessus du récipient pour éviter la capture d'insectes plus gros, tels que les abeilles et autres pollinisateurs. Les leurres sont changés toutes les huit semaines (Baroffio et Mittaz 2010). Le piège a été testé en différentes variantes de design: la forme et la hauteur des plaques blanches et la couleur ont été comparées, ainsi que le positionnement du piège en hauteur. Différents types de leurres sont utilisés (tabl. 2): des composés volatils floraux ou bien des phéromones, utilisés seuls ou en combinaison en fonction des pièges.



Figure 1 | Piège standard utilisé dans les essais pour les framboises.

Trois types d'essais ont été mis en place afin de définir la hauteur optimale du positionnement du piège, son design et la meilleure combinaison d'attractifs.

Essai 1: hauteur du piège

Cet essai a pour but d'explorer l'effet de la hauteur du piège sur l'efficacité des captures de l'anthonome dans les framboisiers. Trois hauteurs ont été comparées: 0,00, 0,75 et 1,50 m. Les pièges standard ont été montés avec les deux attractifs du mélange anthonome et disposés début avril 2012 sur trois parcelles (Bruson, Saint-Sébastien et Bioleys), en ligne avec un intervalle de 3 m entre chaque piège à trois endroits différents dans chaque parcelle et dans une disposition différente. Les pièges ont été relevés toutes les semaines et les captures décomptées.

Essai 2: design du piège

Le design du piège a été testé sur la parcelle de Bruson en 2013: les modalités concernaient des variations sur les plaques blanches: sans plaque, des plaques carrées, une double hauteur de plaques carrées, des plaques trapézoïdales (le piège standard), un piège standard entièrement blanc (fig. 2). Les pièges contenaient les trois leurres (tabl. 2): l'attractif pour le byturus avec un composé volatil de fleur de framboisier (*raspberry volatile: rv*) et les deux composants de l'attractif pour l'anthonome avec une agrégation de phéromones et un composé volatil de fleur de fraiser pv2 (agg ph + pv2). Les pièges ont été mis en place à la semaine 25 (2013) avec six répétitions distribuées au hasard sur les six lignes à une distance de 7 m entre les pièges et 2,15 m entre les lignes. Les pièges ont été relevés toutes les semaines et les captures décomptées.

Essai 3: combinaison de leurres

Les combinaisons de leurres ont été testées sur les parcelles de Chardonney en 2013 et Salins en 2014. Les pièges étaient placés dans la parcelle à raison de un tous les 10 m. Différentes combinaisons de leurres (tabl. 2) ont été examinées avec six répétitions et une répartition randomisée sur la parcelle (tabl. 3). Les captures ont été comptées et déterminées chaque semaine. Les dégâts dus à l'anthonome ont été estimés en con-

Tableau 2 | Composition des leurres utilisés dans les essais et sources bibliographiques

Nom du lure	Description
RV	Raspberry volatile: composé volatil de fleur de framboisier attirant <i>B. tomentosus</i> (2 g) (Woodford <i>et al.</i> 2003; Birch <i>et al.</i> 2009)
Agr. Ph.	Agrégation de phéromones mâles de <i>A. rubi</i> (100 µl normal 1:4:1 mélange de grandlure 1: grandlure 2: lavandulol) (Wibe <i>et al.</i> 2014)
PV2	Composé volatil de fleur de fraiser à faible dosage attirant <i>A. rubi</i> 200 mg de composé volatil de fleur de fraiser (1,4-diméthoxybenzène) (Innocenzi <i>et al.</i> 2001; Cross <i>et al.</i> 2006; Wibe <i>et al.</i> 2014)

trôlant 20 inflorescences autour de chaque piège durant les stades phénologiques BBCH 60, 61 et 63 (Schmid *et al.* 2001), soit du début de la floraison jusqu'à 30 % de fleurs ouvertes. Les dégâts dus au byturus étaient évalués en contrôlant 120 fruits prélevés au hasard autour de chaque piège à trois dates: début, milieu et fin de récolte. Les statistiques ont été exécutées avec le logiciel R.

Résultats et discussion

Les premières captures d'anthonomes ont eu lieu dès les semaines 17 à 20 (stades BBCH 45–47), bien avant le développement des boutons floraux (fig. 3). Les anthonomes ont été significativement plus attirés (Kruskal-Wallis, $p < 0,001$) par les pièges posés au sol munis du mélange de leurre standard que par les autres placés à

Tableau 3 | Combinaisons de leurres testées en 2013 et 2014

Combinaison	Insecte ciblé	Année
Agrégation de phéromones (Agg ph) + PV2 (= combinaison standard)	<i>A. rubi</i>	2013, 2014
PV2 (un des composants de l'attractif anthonome)	<i>A. rubi</i>	2014
Raspberry volatile (RV) (attractif byturus)	<i>B. tomentosus</i>	2013, 2014
RV + Agg ph + PV2 (la somme des trois attractifs)	<i>A. rubi</i> , <i>B. tomentosus</i>	2013, 2014
RV + PV2 (attractif Byturus et un des composants anthonomes)	<i>A. rubi</i> , <i>B. tomentosus</i>	2013
RV + Agg ph (attractif Byturus et un des composants anthonomes)	<i>A. rubi</i> , <i>B. tomentosus</i>	2013, 2014
Agrégation de phéromones (Agg ph) + PV2high + RV (les deux attractifs mais avec le composant anthonome dosé plus fort)	<i>A. rubi</i> , <i>B. tomentosus</i>	2014

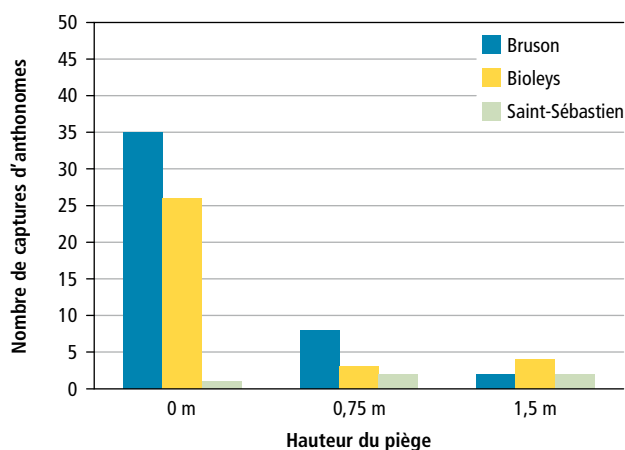


Figure 2a | Essai n° 1. Hauteur de piège: captures d'anthonomes en fonction de la hauteur du piège à Bruson, Bioleys et Saint-Sébastien en 2012, dans des parcelles de framboises Glen Ample. Moyenne de trois répétitions par parcelle.

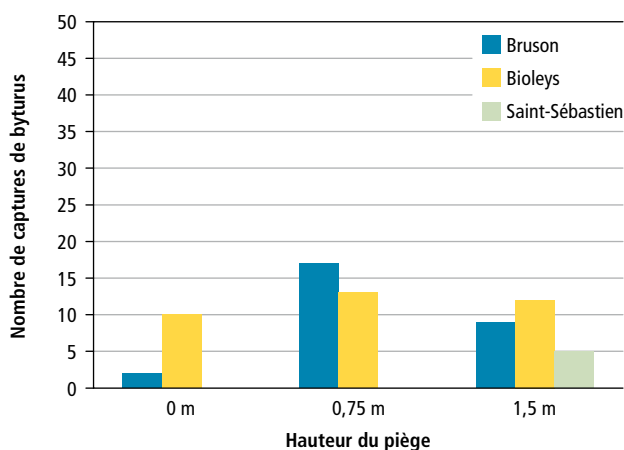


Figure 2b | Essai n° 1. Hauteur de piège: captures de byturus en fonction de la hauteur du piège à Bruson, Bioleys et Saint-Sébastien en 2012, dans des parcelles de framboises Glen Ample. Moyenne de trois répétitions par parcelle.



Figure 3 | Essai n° 2. Design du piège: modèles testés en 2013 à Bruson. Moyenne de six répétitions. De gauche à droite: 1 sans plaques blanches; 2 plaques blanches rectangulaires; 3 double étage de plaques blanches rectangulaires; 4 plaques trapézoïdales (piège standard); 5 piège standard tout blanc.

0,75 et 1,5m. Les byturus ont été capturés aux trois hauteurs sans différence significative, alors que le piège ne contenait pas leur leurre spécifique (seulement le mélange standard anthonome). Les résultats de cet essai effectué en Suisse sur trois parcelles sont corroborés par les résultats norvégiens (non montrés ici) et indiquent que le piège commun doit être posé à même le sol dès le départ de la végétation, afin de capturer le vol de la génération hivernante d'anthonomes et celui du byturus.

Concernant les designs et couleurs des pièges, l'anthonome n'a pas montré de préférence significative entre les variantes, mais le nombre de captures était peu élevé en Suisse comme en Norvège. Le piège standard à plaques trapézoïdales et le modèle à plaques carrées ont capturé les deux insectes, tandis que le modèle à deux étages capturerait beaucoup d'anthonomes et peu de byturus et que les modèles 1 et 5 ne captureraient pas de byturus (fig. 4). Le modèle standard

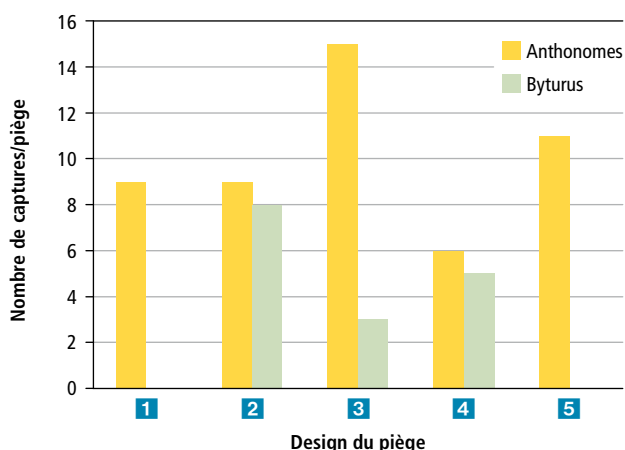


Figure 4 | Essai n° 2. Design du piège: nombre d'anthonomes capturés selon le design à Bruson en 2013. **1** Sans plaques blanches; **2** plaques blanches rectangulaires; **3** double étage de plaques blanches rectangulaires; **4** plaques trapézoïdales (piège standard); **5** piège standard tout blanc.

Tableau 4 | Comparaison des leurres en 2013 (Saint-Sébastien) et 2014 (Salins): captures d'anthonomes et de byturus sur piège standard

	Anthonome		Byturus	
	2013	2014	2013	2014
agg ph + pv2	13	4	18	0
rv	3	1	68	8
rv+agg ph + pv2	8	1	67	3
rv+pv2	0	–	52	–
rv+agg ph	18	4	72	7
pv2	–	0	–	0
rb + agg ph + pv2 high	–	3	–	8

s'est donc révélé approprié pour tester les combinaisons de leurres.

Le tableau 4 présente les captures en 2013 et 2014 pour l'anthonome et le byturus en fonction des combinaisons de leurres. En 2014, les captures ont été très peu nombreuses. La figure 5 différencie les captures de 2013 entre la génération hivernante et la génération de l'année. Les résultats montrent que les pièges attirent plus d'anthonomes de l'année en cours. Le nombre d'insectes capturés entre les deux générations est significativement différent (Kruskal-Wallis: $p = 0,0024$). En les testant séparément, on voit que la génération hivernante n'est pas significativement influencée par les combinaisons de leurres ($p = 0,1248$), contrairement à la génération de l'année ($p = 0,0012$). Les résultats de 2013 et 2014 montrent que la combinaison «rv+agg ph» est celle qui a attiré le plus d'anthonomes et de byturus. Cette combinaison se distingue significativement des variantes «rv» et «rv + pv2» pour l'anthonome. Les dommages causés par l'anthonome (fig. 6) n'ont pas été influencés par la combinaison de leurres (Kruskal-Wallis: $p = 0,84$). Les dégâts augmentent avec le temps entre le début et la mi-floraison, comme le montre la figure 6: au stade BBCH 63 correspondant à plus de 30% de fleurs ouvertes, les dégâts atteignent 50 boutons coupés pour 100 inflorescences. Les captures de byturus sont influencées par la combinaison de leurres (Kruskal-Wallis: $p = 0,0082$). Quant à leurs dégâts, la combinaison «rv + agg ph» tend à réduire les dommages dans les fruits sans être significativement différente, ceux-ci se produisant seulement en fin de récolte (fig. 6).

Les résultats suisses sont similaires aux résultats norvégiens (non présentés dans cette publication), bien

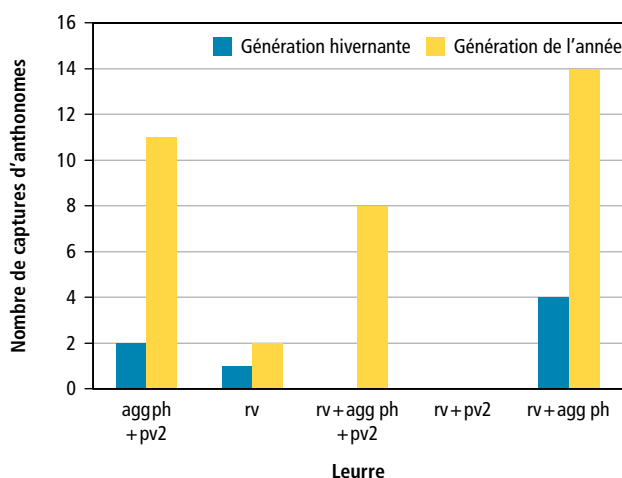


Figure 5 | Essai n° 3. Combinaisons d'attractifs: nombre d'anthonomes capturés selon les variantes en 2013 à Chardonney et répartition des captures entre la génération hivernante et la génération de l'année. Moyenne de six répétitions.

que ces derniers reposent sur une population plus importante. Nos résultats montrent qu'il est possible d'attirer deux ravageurs différents dans un même piège et que la meilleure combinaison est l'attractif floral destiné au byturus (rv) avec l'agrégation de phéromones (l'un des deux composants du mélange standard) pour l'anthonome, que ce soit pour le nombre de captures ou l'estimation des dégâts.

Le design du piège doit être encore amélioré: une concentration d'insectes a été observée autour des pièges, prouvant la forte attractivité des leurres, mais les insectes ne rentraient pas nécessairement dans le piège. Les dégâts mesurés dans nos essais sont encore trop importants. Il n'y a pas une bonne relation entre le nombre de captures et les dégâts mesurés, ce qui signifie que l'attractivité du piège doit être améliorée. Des essais sont en préparation pour améliorer ces aspects. Ce projet ouvre néanmoins une voie intéressante pour le contrôle biologique de ces ravageurs avec des pièges sémiocchimiques.

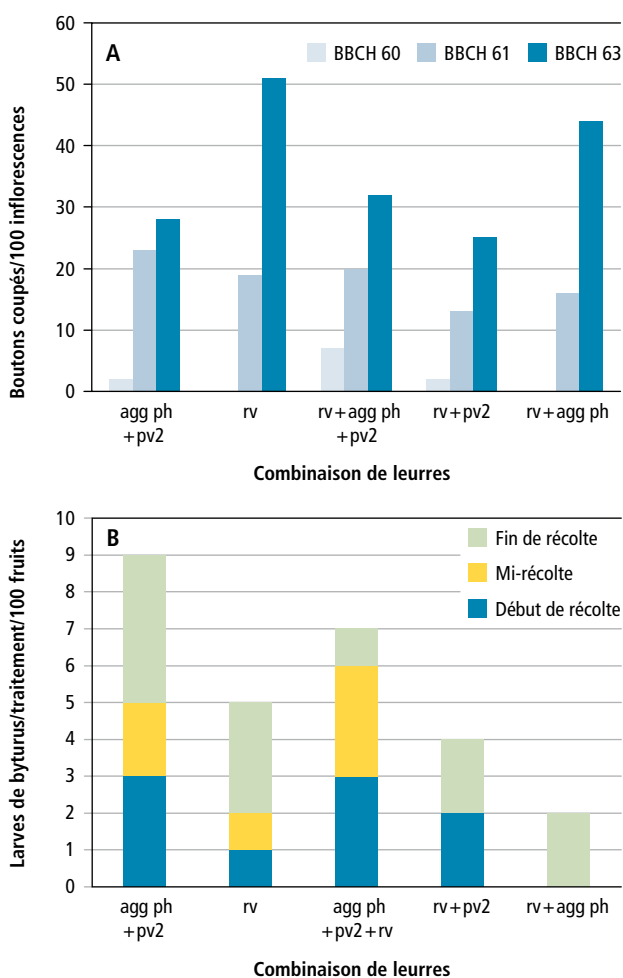


Figure 6 | Estimation des dégâts de l'anthonome (A) et du byturus (B) en fonction de l'attractif en 2013.

Conclusions

- Le piège combiné contre l'anthonome et le ver des framboises doit être mis en place dès le départ de la végétation, au stade BBCH 45–47.
- Le piège doit être posé sur le sol avec une distance de 10 m entre les pièges à travers la parcelle.
- La meilleure combinaison de leurres est l'agrégation de phéromones et le composé volatil de fleur de framboisier. Les attractifs doivent être changés après huit semaines.
- Durée du piégeage: les pièges restent en place depuis le mois d'avril, pour capturer la génération hivernante de l'anthonome et le vol du byturus, jusqu'à la récolte des fruits, pour capturer la génération de l'année de l'anthonome et les byturus qui continuent à être actifs jusqu'en septembre. ■

Remerciements

Les auteurs remercient la Confédération pour son soutien financier au projet Core Organic 2 «Softpest Multitrap» ainsi que les producteurs (Pierre Loye, Fridolin Gisler et Fernand Mariéthoz) qui ont mis leur parcelles à disposition en prenant le risque de devoir assumer certains dégâts.

Bibliographie

- Aasen S. S., Hagvar E. & Trandem N., 2004. Oviposition pattern of the strawberry blossom weevil *Anthonomus rubi* Herbst (Coleoptera: Curculionidae) in Eastern Norway. *Norwegian Journal of Entomology* 51 (2), 175–182.
- Antonin P., 1984. Le ver des framboises, *Byturus tomentosus*. *Revue suisse Vitic., Arboric., Hortic.* 16, 103–105.
- Baroffio C. & Mittaz C., 2010. *Byturus tomentosus*, raspberry beetle flight monitoring and controlling with semiochemical traps. *IOBC wprs Bulletin* 54, 397–400.
- Baroffio C. & Mittaz C., 2011. Pièges attractifs floraux dans la lutte contre le ver des framboises. *Revue suisse Vitic., Arboric., Hortic.* 43 (2), 106–112.
- Baroffio C. & Trandem N., 2012. Efficiency of Attractive Traps in the Fight against *Byturus tomentosus* in Raspberries: Examples from Switzerland, Scotland and Norway. *IOBC wprs Bulletin* 946, 213–217.
- Birch A. N. E., Gordon S., Shepherd T., Griffith W., Robertson G. & Brennan R., 2009. Development of semiochemical attractants, lures and traps for raspberry beetle, *Byturus tomentosus* at SCRI; from fundamental chemical ecology to testing IPM tools with growers. *IOBC wprs Bulletin* 41, 75–78.
- Carlen C., Mittaz C. & Carron R., 2004. Importance of simulated damage to flower buds by strawberry blossom weevil on raspberries. *IOBC wprs Bulletin* 27 (4), 161–166.
- Cross J. V., Hall D. R., Innocenzi P. J., Hesketh H., Jay C. N. & Burgess C. M., 2006. Exploiting the aggregation pheromone of strawberry blossom weevil *Anthonomus rubi* (Coleoptera: Curculionidae): Part 2. Pest monitoring and control. *Crop Protection* 25 (2), 155–166.
- Fassotte C., Tomme M. & Zini J., 2011. Avertissement concernant le ver des framboises *Byturus urbanus* (= *Byturus tomentosus*). *Fraisiers et petits Fruits ligneux* 2011/01, Accès: <http://www.cra.wallonie.be>.
- Grassi A. & Pertot I., 2003. Guida al riconoscimento et alla gestione integrata e biologica delle principali avversità dei piccoli frutti in trentino: Lampone e Mora. Provincia autonoma di Trento, Dipartimento Agricoltura, 144 p.
- Innocenzi P. J., Hall D. R. & Cross J., 2001. Components of male aggregation pheromone of strawberry blossom weevil, *Anthonomus rubi* Herbst. (Coleoptera: Curculionidae). *Journal of Chemical Ecology* 27 (6), 1203–1218. ➤

Summary

How to attract two strawberry pests in the same trap?

In the absence of effective control measures, the strawberry blossom weevil (*Anthonomus rubi*) (SBW) and the raspberry beetle (*Byturus tomentosus*) (RB) cause large (10 → 80 %) losses in yield and quality in organically grown raspberry. Attractive lures were combined into a single multitrapp for economic management of these pests simultaneously. This is one of the first approaches to manage non-lepidopteran insect pests of horticultural crops using semiochemicals in the EU, and probably the first to target multiple species from different insect orders. The aim is to develop optimized lures and cost effective designs for mass trapping and to determine the optimal density as well as spatial and temporal patterns of deployment of the optimized traps to control these pests. The combination between an aggregation of pheromone attracting *Anthonomus rubi* and a raspberry flower volatile compound attracting *Byturus tomentosus* seems to give the best results.

Key words: raspberry, *Anthonomus rubi*, *Byturus tomentosus*, semiochemical trap.

Zusammenfassung

Wie können zwei Himbeerschädlinge gemeinsam mit einer einzigen Falle kontrolliert werden?

Der Himbeerblütenstecher (*Anthonomus rubi*) und der Himbeerkäfer (*Byturus tomentosus*) verursachen im biologischen Anbau von Himbeeren grosse Verluste. Im Rahmen des europäischen Projektes Core Organic 2, ist mit dem Projekt «Softpest Multitrapp» ein neuer Ansatz zur Bekämpfung der beiden Schädlinge mittels einer einzigen gemeinsamen Falle getestet worden, damit eine Alternative zu Insektiziden vorgeschlagen werden kann. Ziel war es, die Höhe der Falle, deren Design sowie die optimale Kombination der Lockstoffe zu bestimmen. Unsere Versuche haben gezeigt, dass die Fallen auf dem Boden aufgestellt werden müssen, und der Lockstoff aus einer Mischung von Pheromonen und flüchtige Komponenten der Himbeerblüte bestehen muss, um diese beiden Insekten zu fangen. Die Fallen müssen zu Beginn der Vegetationszeit aufgestellt werden (Stadium BBCH 45–49). Das Design der Fallen muss noch verbessert werden, um die Fänge zu intensivieren. Dieser innovative Ansatz bietet neue Perspektiven in der Schädlingsbekämpfung.

Riassunto

Come attirare due parassiti del lampone con la medesima trappola?

L'antonomo del lampone (*Anthonomus rubi*) e il verme del lampone (*Byturus tomentosus*) sono causa di forti perdite nelle colture biologiche di lampone. Nel quadro del progetto europeo Core Organic 2, il progetto «Softpest Multitrapp» ha provato un nuovo approccio per il controllo simultaneo dei questi due parassiti mediante un'unica trappola, così da proporre delle alternative agli insetticidi. Lo scopo è stato quello di definire l'altezza della trappola, il suo disegno e la combinazione ottimale delle esche. Le nostre prove hanno mostrato che per la cattura di questi due insetti, la trappola deve essere posata al suolo con una combinazione tra un'aggregazione di feromoni e di sostanze volatili di fiori di lampone. Le trappole devono essere attivate dall'inizio del periodo vegetativo (stadio BBCH 45–47). Il disegno della trappola dev'essere ancora migliorato per aumentare le catture. Questo approccio innovativo offre nuove prospettive per la lotta contro questi parassiti.

- Linder C., Baroffio C. & Mittaz C., 2012. Nouvelle méthode de contrôle des dégâts de l'anthonome du framboisier. *Revue suisse Vitic., Arboric., Hortic.* **44** (3), 162–166.
- Mittaz C., Antonin P., Terretaz R., Carron R. & Carlen C., 2002. Incidence des dégâts simulés de l'anthonome sur les boutons floraux du framboisier. *Revue suisse Vitic., Arboric., Hortic.* **34** (5), 311–314.
- OFAG, 2015. Index des produits phytosanitaires. version: 01.04.2015.
- Popov S. Y., 1996. Possibility of Monitoring the Population Density of the Strawberry Blossom Weevil, *Anthonomus rubi* Herbst (Coleoptera, Curculionidae), on Strawberry by Two Methods: Counting Clipped Buds and Using. *Entomological Review* **75** (9), 104–109.
- Schmid K., Höhn H., Graf B. & Höpli H. U., 2001. Phenological growth stages of raspberry (*Rubus idaeus* L.). *Agrarforschung* **8** (5), 215–222.
- Stäubli A. & Höhn H., 1989. Anthonome du fraisier et du framboisier *Anthonomus rubi* Hbst. Agroscope. **Fiche 017**.
- Wibe A., Baroffio C., Borg-Karlson A. K., Cross J., Hall D., Sigsgaard L. & Trandum N., 2012. Softpest Multitrapp. Management of strawberry blossom weevil and European tarnished plant bug in organic strawberry and raspberry using semiochemical traps. VII International Strawberry Symposium ISHS Beijing China, 18–22 February 2012.
- Wibe A., Borg-Karlson A. K., Cross J., Bichao H., Fountain M., Liblikas M. & Sigsgaard L., 2014. Combining 1,4-dimethoxybenzene, the major flower volatile of wild strawberry *Fragaria vesca*, with the aggregation pheromone of the strawberry blossom weevil *Anthonomus rubi* improves attraction. *Crop Protection* **64**, 122–128.
- Woodford A.T., Birch A. N.E., Gordon S., Griffith W., Ms Nicol J. & Robertson G., 2003. Controlling raspberry beetle without insecticide. Integrated plant production in orchards. *IOBC wprs Bulletin* **26** (2), 87–92.



Flavy FX

La filtration tangentielle Bourbes **et** Vins



La solution "2 en 1" pour filtrer toute l'année.

Fort de son expertise en filtration des vins, Bucher Vaslin développe la technique de filtration tangentielle pour le traitement des bourbes pendant les vendanges.

Bourbes et Vins sont ainsi traités avec le même filtre, pour un fonctionnement toute l'année.

Cette nouvelle solution "2 en 1" présente plusieurs atouts : une valorisation du produit fini, un gain économique indéniable et une réelle valeur ajoutée pour la cave.

Nos concessionnaires agréés :

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

Gigandet SA
1853 Yvorne
Tél. 024/466 13 83

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

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

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

Minipelle ES 18 ZT de 1750 kg: que des atouts!



SCHALLER S A

DEPUIS 50 ANS À VOTRE SERVICE

1072 Forel-Lavaux
Tél. ++41 21 781 17 11
Fax ++41 21 781 18 55
www.schaller-sa.ch
info@schaller-sa.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®

Drosophila suzukii en viticulture Recommandations 2015

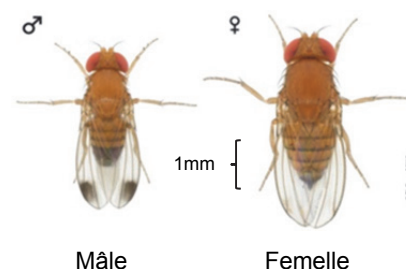
Auteurs: Christian Linder, Patrik Kehrl, Stefan Kuske, Olivier Viret
En collaboration avec les offices viticoles et phytosanitaires cantonaux



Mars 2015

Principaux facteurs de risque

Facteurs favorables +	Facteurs défavorables -
Uniquement dès véraison	Avant véraison
Cépages rouges, roses	Cépages blancs non aromatiques
Cépages précoces	Cépages tardifs
Pellicule fine	Pellicule épaisse
Grappes compactes	Grappes lâches
Ombre, humidité, fraîcheur, haie foliaire dense, entassement des grappes, forte vigueur	Lumière, chaleur, sec, haie foliaire aérée, effeuillage et égrappage, vigueur équilibrée
Enherbement haut	Enherbement court
Proximité de forêts, haies, fruits à noyaux, baies, environnement hétérogène	Grandes zones viticoles uniformes



Mesures prophylactiques indispensables

- Effeuilage adapté de la zone des grappes
- Régulation de la charge avant véraison
- Enherbement court
- Eviter les blessures des grappes
- Eviter les apports de marcs frais dans les parcelles non-vendangées



Mesures complémentaires

Le **piégeage de masse** peut constituer une mesure complémentaire pour les petites parcelles isolées. Il **permet de retarder le développement** de l'insecte mais **ne suffit généralement pas à le contrôler**. La mise en place doit intervenir au plus tard au début de la véraison. Pièges en PET avec une dizaine de trous de 3 mm ou pièges du commerce (Becherfalle, Landi, Andermatt Biocontrol, Profatec) disposés tous les 2 m en bordure et tous les 5 à 6 mètres dans la parcelle. Le mélange est constitué de 1/3 de vinaigre de pomme, 1/3 de vin rouge et 1/3 d'eau + quelques gouttes de savon. Veillez à placer les pièges à l'ombre et à les vider toutes les deux semaines au moins, en dehors de de parcelles. D'autres techniques comme l'usage de **filets à mailles fines** sont en cours d'évaluation.



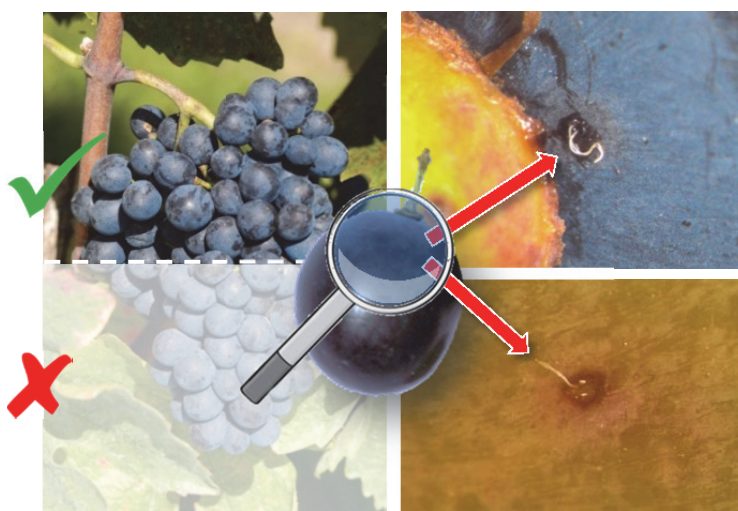
Stratégie 2015

Contrôles hebdomadaires des pontes

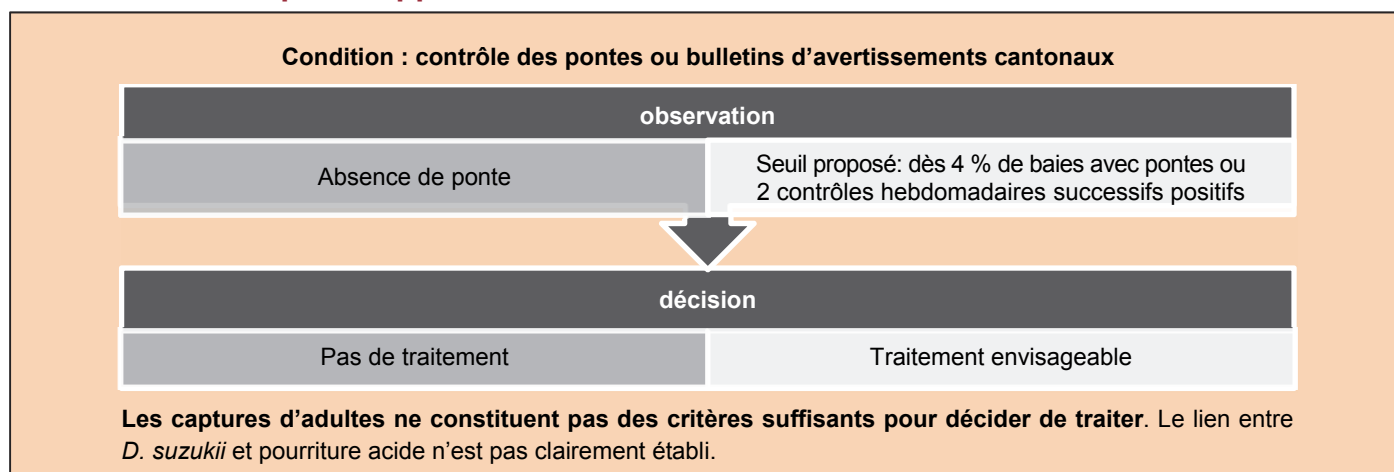
Les **contrôles** doivent être effectués dans les **parcelles touchées en 2014** et particulièrement dans les cépages rouges/roses précoces.

Dès la **véraison**, contrôler hebdomadairement 50 baies saines par parcelle de 1000m²; 1 baie par grappe prélevée dans la moitié supérieure.

Les œufs, reconnaissables à la présence de filaments blancs, s'observent à proximité du pédicelle avec une loupe grossissant 10 à 25X.



Prise de décision pour l'application d'un traitement



Précisions importantes concernant les produits autorisés

Les traitements insecticides doivent être évités. Les interventions préventives avant véraison ou après la récolte sont inutiles et inefficaces. Seuls les produits autorisés peuvent être utilisés en cas de nécessité en alternant les matières actives. L'efficacité des produits autorisés n'est pas garantie.

Produits autorisés de la véraison à fin octobre 2015		Matières actives (Noms commerciaux)	Durée d'action	Remarques	
	Bio / PI		kaolin = argile (Surround)	Pas documentée	Renouveler en cas de pluie, zone des grappes
			spinosad (Audienz)	7 à 10 jours	Max. 4x, zone des grappes, délai d'attente 7 jours
			pyrèthre (Parexan N, Pyrethrum FS)	3 à 5 jours	Max. 4x, zone des grappes, délai d'attente 3 jours
PI		acétamipride (Gazelle SG, Basudin SG)	7 jours	Max. 1x, zone des grappes, délai d'attente 7 jours	

Les conditions d'utilisation de ces produits doivent être impérativement respectées et peuvent être consultés sur www.blw.admin.ch

Informations complémentaires : www.drosophilasuzukii.agroscope.ch et auprès des Stations cantonales

Impressum

Éditeur:	Agroscope Route de Duillier 50 ; 1260 Nyon 1 www.agroscope.ch
Informations:	www.drosophilasuzukii.agroscope.ch
Rédaction:	Christian Linder, Patrik Kehrl, Stefan Kuske Olivier Viret
Copyright:	© Agroscope 2015

Stratégie de lutte contre *Drosophila suzukii* dans les fruits à noyau

Auteurs: Groupe de travail Drosophile du cerisier
(Groupe d'accompagnement Arboriculture)

Mars 2015



En 2014, la drosophile du cerisier (DC) a occasionné d'importants dégâts dans les cultures de fruits à noyaux en Suisse. On peut s'attendre à de nouveaux dommages pour 2015. **Seule une combinaison réfléchie de mesures prophylactiques et de stratégies de lutte ciblées permet de protéger les cultures de fruits à noyaux.** Les plus importantes mesures de protections recommandées sont présentées ci-dessous. **Objectif: limiter le développement des populations de DC tôt dans l'année et ne pas créer des conditions de multiplication favorables.** La responsabilité du choix des mesures prises incombe au producteurs.

1. Surveillance: Pour la détection précoce de DC, les arbres situés en bordure et proches d'habitats naturels (haies, forêts, etc.) peuvent être surveillés à l'aide de plusieurs pièges Riga ou modèles comparables et contrôlés hebdomadairement pour la présence de l'insecte. Dès la fin de la floraison, dès que le filet est fermé, surveillance complémentaire à l'intérieur de la culture. En cas de capture à l'intérieur de la culture, il faut s'attendre à des dégâts sur les fruits. Tamiser le liquide, faire tomber les insectes dans une cuvette blanche et diluer avec de l'eau. Identifier les mâles à leurs caractéristiques et les compter. Le niveau des captures peut également être comparé à celles enregistrées régulièrement sur www.drosophilasuzukii.agroscope.ch.

2. Filets anti-insectes: Les mailles ≤ 1.3 mm ont un effet de barrière efficace, amélioré en combinaison avec les filets anti-grêles + couverture. Fermer les filets latéraux immédiatement après floraison et les garder ainsi jusqu'à la récolte. Tournière avec filets, monter des sas aux points d'entrée pour faciliter les travaux dans la parcelle. Lors de la mise en place de nouvelles parcelles placer les ancrages des constructions sur le bord de la parcelle pour que les travaux (protection des cultures, récolte etc.) puissent être réalisés sans gêne (uniquement des sas d'entrée).

3. Contrôles d'attaque: Des contrôles réguliers d'au moins 50 fruits par échantillon aident à détecter les infestations précoces et permettent d'adapter rapidement la gestion de la récolte et de la protection phytosanitaires, d'intensifier les mesures d'hygiène et d'anticiper la récolte si nécessaire. Contrôler les échantillons pour les pontes et les piqûres de pontes et/ou les placer 2h dans de l'eau tiède salée et contrôler les asticots.



Femelle en train de pondre



Surveillance avec des pièges jaunes (Mouche de la cerise) piège Agroscope (*Drosophila suzukii*)



Dégâts sur cerise

4. Gestion de la récolte: Les fruits mûrs sont particulièrement attractifs. Planifier exactement le moment de la récolte en fonction des variétés. Les blocs de chaque variété doivent être récoltés dans les délais (pas de fruits surmaturés). Suivant la taille des blocs, prévoir suffisamment de personnel de récolte.

5. Hygiène de récolte et froid: Récolte à temps, complète et propre de tous les fruits par arbre/parcelle. Les parcelles récoltées ne doivent plus porter de fruits. Eliminer correctement les fruits tombés au sol et le matériel attaqué (fosse à lisier, tonneau de fermentation, usine d'incinération, installation de biogaz; **ne pas composter!**). Refroidir immédiatement les fruits récoltés et respecter la chaîne du froid jusqu'à la commercialisation.

6. Piégeage de masse: Le piégeage de masse est une mesure complémentaire dans les cultures de fruits à noyaux et efficace uniquement lorsque des fruits mûrs ne sont pas disponibles. La méthode peut se justifier pour réduire les populations de DC après l'hivernation au printemps, pour „vider“ les parcelles sous filets, lorsque les fruits sont verts et non attractifs pour la ponte ou dans les parcelles récoltées.

7. Lutte chimique : Uniquement en cas de présence avérée de DC dans la parcelle ou ses alentours. Seuls les produits pour les fruits à noyaux figurant sur la **Décision de portée générale concernant l'autorisation d'un produit phytosanitaire dans des cas particuliers** sont homologués. Les conditions d'utilisation doivent être obligatoirement respectées. Conseil : La stratégie DC dans les cerises est en phase avec la lutte contre la mouche de la cerise (efficacité secondaire sur DC). Lors de captures dans les pièges de surveillance ou en cas de dégâts sur fruits, planifier des traitements ciblés contre DC spécifiques à la culture.



Les mouches se tiennent à l'ombre durant la journée



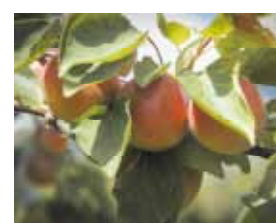
Ponte et exsudat de jus lors d'une légère pression



Fruits coulants et au sol = foyer de multiplication pour DC



Identification simple de ♂



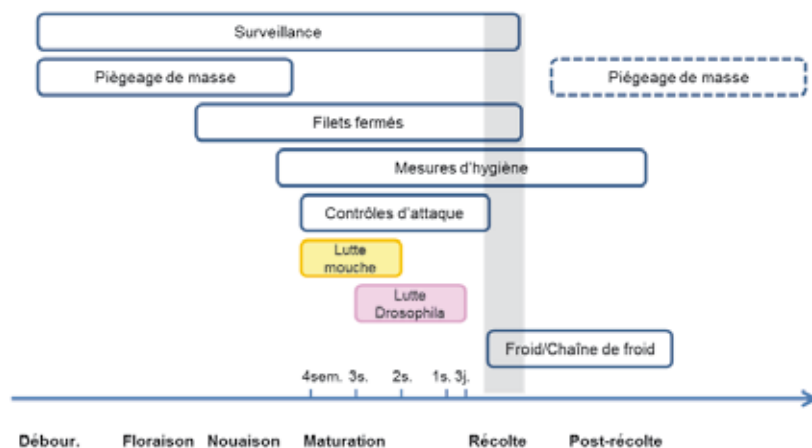
Les abricots et les pêches sont également attaqués

Produits autorisés selon Décision OFAG 2015	Matière active (Nom commercial)		Cultures	Utilisation	Remarques (Traitements / Délai d'attente)	
	Bio / PI	pyréthrine				- Parexan N, - Pyrethrum FS
		spinosad	Audienz	Fruits à noyaux	0.32 l/ha, 0.02%	max. 2 / 7 jours
	PI	acétamipride	Gazelle SG, Basudin SG	cerises prunes, pêches, abricots	0.32 kg/ha, 0.02% 0.32 kg/ha, 0.02%	max. 2 / 7 jours max. 2 / 14 jours
thiaclopride		Alanto	Fruits à noyaux	0.4 l/ha, 0.025%	max. 2 / 14 jours	

Les conditions d'utilisation doivent être strictement respectées; elles sont disponibles sous www.blw.admin.ch

Informations complémentaires : www.drosophilasuzukii.agroscope.ch et près des stations cantonales.

Stratégie contre *Drosophila suzukii* Cerises 2015



Impressum

Editeur: Agroscope
Schloss 1
8820 Wädenswil
www.agroscope.ch
Informations: www.drosophilasuzukii.agroscope.ch
Rédaction: Stefan Kuske, Markus Hunkeler,
Othmar Eicher, Patrik Kehrl
Copyright: © Agroscope 2015

Drosophila suzukii

Stratégie 2015 pour les petits fruits

Auteurs: Groupe de travail Baies



Mars 2015

Situation dans les petits fruits

Depuis son arrivée en Suisse en 2011, la population de la drosophile du cerisier (*Drosophila suzukii*, DS) ne cesse d'augmenter. L'année 2014 a été marquée par une apparition du ravageur dès le début des récoltes au printemps avec les premiers dégâts sur fraises, framboises d'été et mûres pour finir en automne avec des dégâts importants sur framboises d'automne, myrtilles et aronia.

La surveillance du ravageur et la mise en place des stratégies préconisées doivent intervenir dès le printemps au niveau de chaque région et chaque exploitation.

BUTS :

1. maintenir le niveau de population aussi bas que possible
2. éviter l'augmentation des populations en cours de saison

Surveillance

Des pièges de surveillance doivent être mis en place dans les régions et exploitations où le ravageur a été identifié l'année précédente.

Les pièges doivent être mis dans les haies, les cerisiers, le lierre, dans des endroits abrités, ombragés où la drosophile peut se réfugier dans l'environnement des cultures.

Actuellement le liquide standardisé Riga est le plus efficace. Le contenu de 2 ou 3 pièges peut être versé dans des récipients plus grands tels que le pièges Drosotrap ou un piège fait maison.

D'autres attractifs sont en tests mais pas commercialisables pour le moment.

Le mélange maison est utile dans les jardins familiaux (voir fiche technique *D. suzukii* dans les jardins).

Intervalle de surveillance :

Janvier – Février	30 jours	Vider le contenu de manière sûre et pas directement dans le champ
Mars	15 jours	
Avril – Octobre	07 jours	
Novembre – Décembre	15 jours	



Drosotrap



Piège Riga



Piège maison : Bouteille PET

Lutte

Le succès de la lutte passe par une combinaison de mesures :

1. Les mesures d'hygiène sont le premier et le plus important des critères pour le succès de la lutte
2. L'adjonction de mesures de lutte prophylactiques / mécaniques suivantes selon le type de culture va renforcer l'efficacité :
 - a. L'installation du piégeage de masse
 - b. La pose de filets (particulièrement pour les myrtilles, mûres et framboises d'automne)
3. Au moment du changement des pièges ou lors de l'augmentation du nombre de fruits attaqués, un traitement chimique peut aider à baisser la population du ravageur

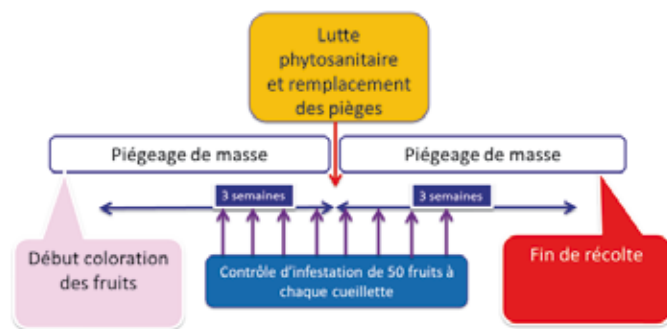
1. Mesures d'hygiène (le plus important)

- Ne rien laisser au sol
- Eliminer les fruits abimés ou trop mûrs de manière sûre : remplir un tonneau et fermer hermétiquement pour 48 heures au frais (pour éviter la dispersion des adultes quand on ouvre le couvercle) ou vider les fruits dans de l'eau savonneuse : mort des larves sans oxygène ; élimination dans la fosse à purin et remuer.
- Courts intervalles de récolte : 2 jours
- Livraison immédiate aux centres de ramassage (baisser la température au plus vite en dessous de 7°C). Délais courts entre récolte et consommation

2a. Piégeage de masse :

Dès les 1ères captures dans la région, mettre en place le dispositif de lutte dans les cultures prêtes à entrer en récolte (pièges à l'ombre)

Culture	Lutte	Contrôle pièges	Contrôle fruits
Début de coloration des fruits	Mise en place des pièges tous les 2m en périmètre	Après 3 à 7 jours	
Récolte	Changement des pièges après 3 semaines	Contrôle tous les 3 – 7 jours	50 fruits à chaque récolte
Après récolte	Laisser les pièges en place	Contrôle tous les 7 jours	Refroidissement rapide des fruits



2b. Filets

Dès les premiers fruits verts ou dès la présence confirmée du ravageur dans la région de production :

Pose des filets 1.3 x 1.3 mm au maximum

Mettre des pièges à l'intérieur de la parcelle pour contrôler l'efficacité du filet et contrôler 50 fruits à chaque récolte

3. Lutte chimique

Autorisations exceptionnelles 2015

Voir www.blw.admin.ch

Tenir compte de la période maximale de 7 jours de protection des fruits par un traitement chimique



Liens :

Fiche technique jardins familiaux :

<http://www.agroscope.admin.ch/publikationen/07717/index.html?lang=fr>

Pièges :

www.becherfalle.ch; www.profatec.ch; www.biocontrol.ch; www.biobest.com

Filets : Firmes commercialisant des filets :

K. Waldis ; Biocontrol ; GVZ Rossat ; Netzteam ; Arrigoni

Impressum

Editeur: Agroscope ; Route des Vergers 18
1964 Conthey

Informations: www.drosophilasuzukii.agroscope.ch

Rédaction: Catherine Baroffio ; Benno Huber; Max Kopp; Cristina Marazzi
Jimmy Mariéthoz / Florian Sandrini; Hagen Thoss; Matthias Zurflüh

Copyright: © Agroscope 2015

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



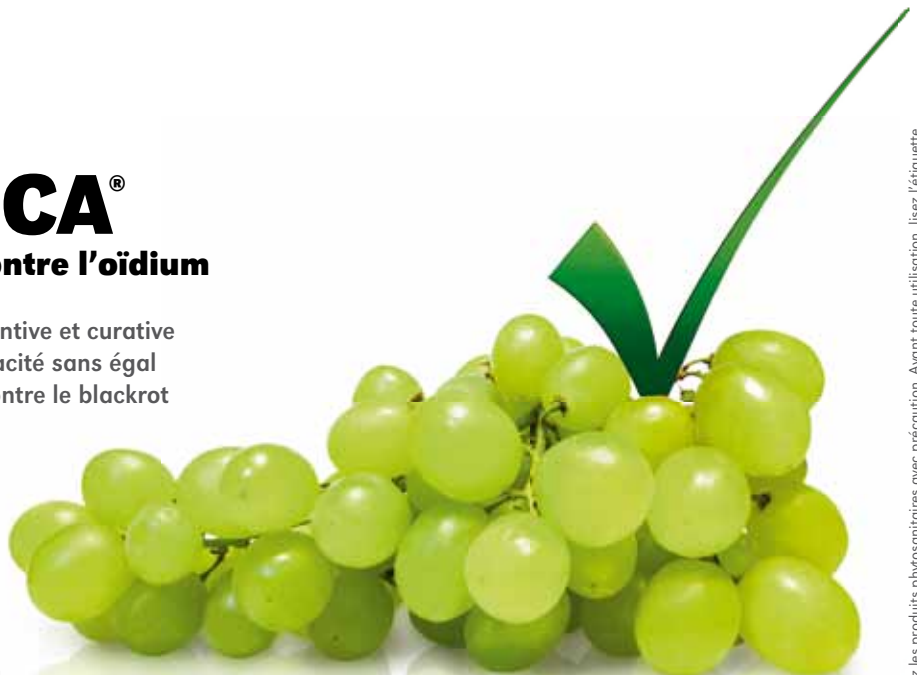
Blumig
Besonders
Beeindruckend

Votre partenaire pour la qualité

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



CH-4665 Oftringen, TEL. 062 789 23 41
www.omya-agro.ch

Utilisez les produits phytosanitaires avec précaution. Avant toute utilisation, lisez l'étiquette et les informations sur le produit. Tenez compte des avertissements et des symboles de mise en garde.

Optimisation de l'irrigation des jeunes vergers

Sven KNIELING¹ et Philippe MONNEY²

¹Service cantonal de l'agriculture du Valais, Office d'arboriculture et cultures maraîchères

²Agroscope, 1964 Conthey

Renseignements: Philippe Monney, e-mail: philippe.monney@agroscope.admin.ch, tél. +41 58 481 35 45, www.agroscope.ch



L'irrigation au goutte-à-goutte convient mieux que l'aspersion sur frondaison aux vergers de pommiers à haute densité et permet de grandes économies d'eau, surtout durant les premières années de culture (Golden Orange sur M9 à 3290 arbres/ha, photo Sven Knieling).

Introduction

A l'échelle planétaire, l'agriculture est de loin le secteur économique qui consomme le plus d'eau (Aquatat, FAO). A ce sujet, les statistiques de l'Union européenne (UE) situent cette part à 24 % sur la moyenne du territoire européen et jusqu'à 80 % dans certaines régions méridionales. Le goutte-à-goutte est actuellement le moyen le plus performant d'améliorer l'efficacité de l'irrigation, en évitant les pertes considérables engendrées par l'aspersion ou l'irrigation gravitaire.

Malgré ce grand potentiel d'économie, le goutte-à-goutte ne couvrait en 2000 que 2 % des surfaces mondiales irriguées (projection de Ayars *et al.* 1999) et 22 % en Europe (Eurostat 2012), dont vignes et vergers se taillent la part du lion. Dans l'UE, par exemple, les cultures de baies ou les vergers d'agrumes sont irrigués à plus de 90 % au goutte-à-goutte (Eurostat 2012) et, en Californie, les cultures à haute valeur ajoutée (fruits et légumes) représentent 62 % des surfaces américaines irriguées par ce moyen (Postel 2012). Selon ce même auteur, l'irrigation localisée est le système qui

connaît la plus forte croissance dans le monde; il a été multiplié par 88 en Chine et par 111 en Inde ces vingt dernières années. Le goutte-à-goutte progresse aussi très fortement dans les cultures annuelles en rangs (tomate, maïs, pomme de terre).

En Suisse, la plupart des vergers équipés de goutte-à-goutte sont dans la région lémanique, où ce système domine en cultures fruitières irriguées. Les vergers du Valais et de la vallée du Rhin sont en revanche presque tous équipés d'un système fixe avec aspersion sur frondaison, servant à la fois à l'arrosage et à la lutte contre le gel printanier. Dans de tels cas, l'adoption du goutte-à-goutte implique d'installer un deuxième système. En dépit de cet investissement supplémentaire et de l'effort nécessaire pour maîtriser la gestion de l'irrigation localisée, plusieurs producteurs ont franchi le pas, convaincus de l'efficacité d'une technique qui suit au plus près les besoins hydriques et nutritionnels de leurs vergers, mais qui est aussi plus économique et plus respectueuse de l'environnement. En effet, les arguments écologiques et économiques ne manquent pas: changements climatiques qui pourraient limiter les ressources en eau, restriction des produits phytosanitaires et des herbicides, diminution des risques de dissémination du feu bactérien, des frais de pompage de l'eau ou encore des coûts d'application des engrais, dont une partie peut être apportée par fertigation.

Dans la pratique, les jeunes vergers sont généralement raccordés au même secteur que les parcelles voisines. Par conséquent, ils sont souvent irrigués à une fréquence et à des doses répondant aux besoins de vergers adultes. Jusqu'en deuxième ou troisième année, ces plantations sont donc soumises à des régimes peu efficaces, avec des apports trop massifs, qui se perdent en partie par percolation, mais également trop espacés pour maintenir une humidité constante dans la couche superficielle du sol.

Deux essais sont présentés dans cet article: le premier, conduit sur le domaine de Châteauneuf de l'Office d'arboriculture et cultures maraîchères du Valais, compare l'efficacité de l'aspersion et du goutte-à-goutte et le second, mené par Agroscope à Conthey, porte sur une gestion complètement automatisée de l'irrigation, appliquée à un verger de pommiers en première et deuxième année après la plantation.

Matériel et méthodes

Sites, systèmes d'irrigation et matériel végétal

Les deux essais sont situés à quelques centaines de mètres l'un de l'autre, dans le Valais central, à une altitude de 480 m.

Résumé

Le premier de deux essais consacrés à l'irrigation des jeunes vergers de pommier comparait l'aspersion et le goutte-à-goutte sur la variété Golden Orange dans un verger à haute densité, avec un seuil pour l'irrigation de 40 à 60 cbar mesuré à 30 cm de profondeur du sol. L'essai 2 testait le goutte-à-goutte automatique avec quatre fréquences d'irrigation sur la variété Braeburn cultivée en verger standard, avec un seuil pour l'irrigation de 25 cbar mesuré à 30 cm de profondeur. Dans l'essai 1, le goutte-à-goutte a légèrement réduit la vigueur par rapport à l'aspersion, a augmenté de 54 % le rendement en fruits et a permis une économie d'eau de 65 à 75 % selon l'année. Dans l'essai 2, l'automatisation s'est révélée intéressante pour favoriser la vigueur des jeunes arbres.

Le goutte-à-goutte permet ainsi de grandes économies d'eau sans pénaliser le rendement en fruits, tandis que l'automatisation permet d'adapter les apports aux besoins de la culture. Dans les conditions de l'essai, deux à quatre apports quotidiens automatisés ont répondu de manière optimale aux fluctuations de la demande du verger.

Essai 1, Châteauneuf

Sur une parcelle de 2568 m², la variété Golden Orange sur porte-greffe M9 clone T337 a été plantée au printemps 2010 à une distance de 3,8 x 0,8 m, soit 3290 arbres/ha, une densité assez élevée liée à la faible vigueur de la variété. Le sol est sablo-limoneux, faiblement à moyennement graveleux. La nappe phréatique, située à 2–3 m de profondeur, est hors d'atteinte pour une jeune culture.

Sur le bloc irrigué par aspersion, des asperseurs débitant chacun 1600 l/h à 4,5 bar sont disposés à raison de 25 unités/ha environ, assurant une pluviométrie horaire de 4 mm. La fumure est apportée en épandant du compost et des engrais minéraux sous forme solide.

Le bloc arrosé au goutte-à-goutte est équipé de rampes à goutteurs intégrés (une rampe par ligne, CNL Uniram, 50 cm, 1,6 l/h, Netafim Ltd., Tel-Aviv, Israël), fournissant une pluviométrie fictive de 0,84 mm/h. La même fumure organique n'a été appliquée que sur le bloc avec aspersion, mais avec un complément minéral distribué par le réseau d'irrigation (fertigation).

Essai 2, Agroscope

L'essai a été mis en place au printemps 2010 sur une parcelle de 970 m² avec la variété Braeburn sur porte-greffe M9 (Clone Pajam 2) et la variété pollinisatrice Golden sur porte-greffe M9 (Clone T337). Les arbres ont été plantés à 3,75 m x 1,2 m, soit une densité de 2220 arbres/ha. Les arbres pollinisateurs ont été disposés autour du verger et entre les blocs, soit un rang sur chaque côté de la parcelle, un arbre à chaque bout de rang et deux arbres tampons au milieu des rangs. Le sol est limono-sableux, avec des teneurs en argile, silt et sable de 25, 42 et 33 %. Le pH est alcalin (7,7) et la matière organique, abondante, varie de 2,8 % dans le sous-sol (20–40 cm) à 3,3 % dans le sol (2–20 cm). Des profils à différents points de la parcelle font apparaître un horizon très caillouteux à une profondeur de 30 à 100 cm (fig. 1 et 2). Ces variations n'ont pas eu d'influence visible sur la croissance végétative du verger (différences non significatives entre trois des quatre blocs). L'hétérogénéité du sol a cependant provoqué



Figure 1 | La parcelle de l'essai 2 est traversée par deux bancs de gravier presque affleurants. Les sondes placées à ces endroits ont posé des problèmes de mesure surtout en fin de saison, lorsque le sous-sol se vide de ses réserves d'eau.



Figure 2 | Dans des zones de l'essai 2, la profondeur utile atteint près d'un mètre. Ici, des racines sont visibles à près de 80 cm en fin de 2^e année après la plantation.

d'importants écarts entre les trois répétitions de mesure d'humidité du sol de chaque procédé. La nappe phréatique se situe à 2,3–2,5 m de profondeur, sous la limite supérieure de la couche graveleuse, et, comme dans l'essai 1, reste hors de portée des racines du verger.

L'irrigation est assurée par un système comprenant un goutteur par arbre débitant 2 l/h, monté en dérivation (type bouton, PC2, autorégulant 0,5–4,0 bar, Netafim Ltd., Tel-Aviv, Israël).

Procédés et dispositif expérimental

Essai 1

L'aspersion a été utilisée sur tout le verger en 2010, puis comparée au goutte-à-goutte de 2011 à 2013, de la deuxième à la quatrième année de plantation, sur deux blocs sans répétition (1252 m² avec aspersion et 1316 m² avec goutte-à-goutte). Les doses d'irrigation ont été calculées à partir de la durée des apports et du débit nominal de l'installation. Les apports d'eau pour la lutte contre le gel et pour la fertigation n'ont pas été inclus dans le bilan saisonnier: identiques et relativement modestes pour les deux blocs dans le premier cas et jugés insignifiants dans le second.

Dans le bloc aspersion, les irrigations ont été déclenchées selon les données d'humidité du sol récoltées dans une parcelle voisine et le seuil critique fixé à environ 80 cbar mesuré à 30 cm de profondeur.

Le bloc avec goutte-à-goutte a été géré avec six sondes de type Watermark® SS200 placées à 25 et 15 cm de distance des goutteurs respectivement pour les sondes de surface (30 cm) et de profondeur (60 cm). Le seuil d'humidité critique a été fixé à 40 cbar jusqu'à fin juin, 60 cbar en juillet et août, puis ramené à 40 cbar jusqu'à la récolte.

Essai 2

L'essai comprenait quatre procédés d'irrigation, dont un géré manuellement et trois de manière automatisée (tabl. 1). Pour le témoin manuel (M1x), la dose jour-

Tableau 1 | Essai 2. Procédés expérimentaux et paramètres d'irrigation. Pour le procédé M (manuel), la fréquence est fixe et indépendante de l'humidité du sol. Pour les procédés A (automatiques), le déclenchement de chaque apport dépend de l'humidité du sol

Procédé	Fréquence journalière ¹	Seuil (cbar) ²	Quantité par apport (l/arbre)		Quantité journalière totale (l/arbre)	
			2010	2011	2010	2011
M1x	1	25–35	0,7–1,3	1,5–3,0	0,7–1,3	1,5–3,0
A2x	2	25	0,7–1,3	1,0–2,0	1,3–2,7	2,0–4,0
A4x	4	25	0,3–0,7	0,5–1,0	1,3–2,7	2,0–4,0
A8x	8	25	0,2–0,3	0,25–0,5	1,3–2,7	2,0–4,0

¹Nombre de déclenchements (pulses) programmés.

²Seuil de tension pour le déclenchement de l'irrigation dans les procédés automatisés.

nalière a été apportée en une seule fois, en réglant l'heure et la durée des apports sur un programmeur. Cette durée a été ajustée une fois par semaine, en fonction des tensions mesurées dans le sol par six sondes (3 à 30 cm de profondeur et à 25 cm du goutteur et trois à 60 cm de profondeur et à 15 cm du goutteur). Les données ont été enregistrées une fois par heure sur un datalogger de type Monitor 900M (Irrrometer, Riverside, Californie, Etats-Unis). Le seuil de modification de la dose journalière a été fixé à 25–30 cbar. Par principe, l'irrigation n'a pas été stoppée lors de pluies inférieures à 20 mm.

Pour les variantes automatisées, deux à huit apports ont été programmés à intervalle régulier entre 4 et 22 h. Pour suivre l'évolution saisonnière des besoins en eau des plantes, une modification de la durée des apports a été programmée début mai, fin mai et début juillet.

La figure 3 illustre le fonctionnement d'un secteur géré automatiquement. Un module autorise ou interdit le déclenchement des irrigations programmées (WEM-B, Irrrometer, Riverside, Californie, Etats-Unis) lorsque le sol est trop sec (valeur mesurée en cbar > seuil) ou trop humide (valeur mesurée en cbar < seuil). Le réglage du seuil, gradué de 1 à 9, correspond à des valeurs de 2 à 50 cbar. Pour les trois procédés automatisés, le seuil de 25 cbar a été choisi. La mesure d'humidité du sol est assurée par trois sondes de gestion $G_{1,3}$ placées à 30 cm de profondeur. Trois fois par heure, le statut ouvert/fermé imposé par l'appareil est remis à jour. Chacune des deux options possède une tension

électrique spécifique, qui permet de comptabiliser les signaux «ouvert» à l'heure où chaque irrigation a été programmée et ainsi de calculer la dose journalière pour chaque procédé. L'appareil n'étant pas équipé pour enregistrer la tension des trois sondes auxquelles il est relié, le même dispositif que dans la variante manuelle a été installé en parallèle dans les trois variantes automatisées (fig. 3, sondes $M_{1,3}$). Ainsi, il a été possible d'obtenir une courbe de tension et de vérifier que les valeurs restaient proches des seuils fixés sur le WEM-B.

Résultats et discussion

Quantités d'eau

Essai 1

Le tableau 2 montre que, de 2011 à 2013, les quantités utilisées ont été variables avec l'aspersion et plutôt constantes avec le goutte-à-goutte. Les apports par aspersion ont fluctué selon les seuils d'humidité durant toute la saison 2011 et jusqu'à fin juillet en 2012. Le tableau 3 montre que les irrigations déclenchées selon ce principe coïncident assez bien avec le déficit pluviométrique. En août-septembre 2012 et durant la saison

Tableau 2 | Essai 1. Quantités d'eau absolues et relatives de l'irrigation par aspersion et au goutte-à-goutte

Année	Quantité d'irrigation totale			
	Aspersion		Goutte-à-goutte	
	mm	%	mm	% ¹
2011	315	100	79	25
2012	191	100	69	38
2013	99	100	87	88

¹Quantité d'eau appliquée en % de l'aspersion.

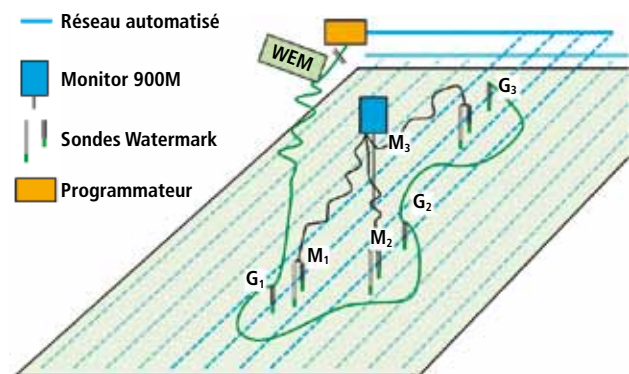


Figure 3 | Schéma d'un secteur d'irrigation automatisé. L'appareil recevant les données des trois sondes de gestion G_1 , G_2 et G_3 est relié au programmeur. Il suspend le programme d'irrigation aussi longtemps que la valeur moyenne des trois sondes reste inférieure au seuil fixé par l'opérateur (réglable de 2 à 50 cbar). Les trois sondes de mesure (M_1 , M_2 et M_3), reliées à un boîtier d'enregistrement, suivent l'évolution de l'humidité dans le sol.

Tableau 3 | Essai 1. Déficit hydrique calculé et part du déficit couvert par l'irrigation à fin juillet et en août-septembre

Année	Déficit hydrique			Déficit couvert par l'irrigation					
	au 31.07	du 1.08 au 5.09	Total	au 31.07		du 1.08 au 5.09		Total	
	mm	mm	mm	1%	2%	1%	2%	1%	2%
2011	176	109	285	88	12	147	52	111	26
2012	175	130	305	109	23	0	22	63	27
2013	110	136	246	37	48	43	21	40	35

¹Quantité d'eau appliquée en % du déficit hydrique pour l'aspersion.

²Quantité d'eau appliquée en % du déficit hydrique pour le goutte-à-goutte.

2013, le déclenchement des irrigations a été décidé par appréciation subjective et n'a couvert qu'une partie du déficit. Les quantités d'eau appliquées en 2012 et 2013 ont ainsi été sous-évaluées de 40 à 60 %.

L'économie d'eau réalisée avec le goutte-à-goutte par rapport à l'aspersion telle qu'elle aurait dû être appliquée se situe entre 75 (2011) et 65 % (2013), ce pourcentage diminuant logiquement avec l'augmentation de la surface foliaire de la culture.

Essai 2

L'essai proprement dit a débuté à la fin de juin 2010, après deux mois d'irrigation par aspersion destinés à favoriser une reprise homogène des arbres et de l'enherbement de l'interligne. Par la suite, la quantité d'eau distribuée au goutte-à-goutte sur deux des trois procédés automatisés diffère assez peu du témoin géré manuellement. Les différences de 50 et 30 % (en 2010 et 2011) enregistrées dans le procédé A4x s'expliquent surtout par l'hétérogénéité du sol de la parcelle. Dans les deux autres procédés, les écarts dans le cumul des deux années sont de -7 % et +8 % pour A2x et A8x et varient peu d'une année à l'autre.

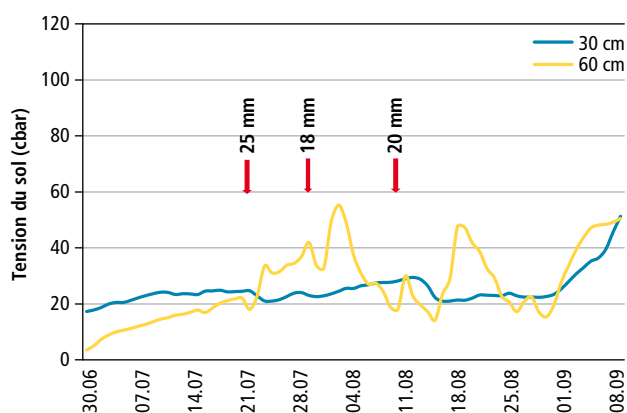


Figure 4 | Essai 2, 1^{re} année (2010). Evolution de l'humidité du sol dans la variante automatisée permettant jusqu'à huit irrigations/jour.

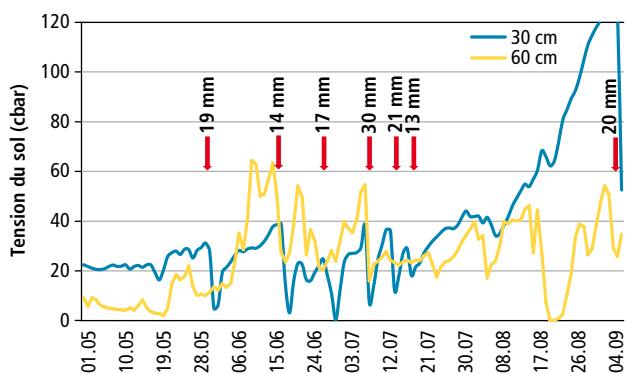


Figure 5 | Essai 2, 2^e année (2011). Evolution de l'humidité du sol dans la variante automatisée permettant jusqu'à huit irrigations/jour.

Les figures 4 et 5 illustrent l'évolution de l'humidité du sol en 2010 et 2011 pour le procédé A8x. Les irrigations ont été programmées de manière à ne pas dépasser un seuil de 25 cbar à 30 cm de profondeur jusqu'à fin août en 2010 et mi-août en 2011, puis progressivement restreintes dans tous les procédés pour favoriser l'aoûtement des rameaux. La figure 4 montre que la consigne d'irrigation de 25 cbar a été bien respectée en 2010, un peu moins en 2011 (fig. 5). Les sondes pour la gestion automatique de l'irrigation et celles pour l'enregistrement des données d'humidité n'étant pas installées exactement au même endroit, l'hétérogénéité du sol peut être à l'origine du décalage entre les pics mesurés à 30 cm de profondeur, qui atteignent 40 cbar au lieu des 25 cbar consignés en 2011. Ce décalage intervenait dans tous les procédés.

En moyenne, l'automatisme a bloqué l'irrigation durant 14 jours complets sur 73 en 2010 et 12 jours sur 133 en 2011. Les épisodes pluvieux expliquent plus des deux tiers des interruptions, qui sont généralement d'autant plus courtes que la dose journalière est fractionnée en petits apports. Ainsi, c'est dans le procédé A8x que les journées d'interruption sont les moins nombreuses et que la courbe d'humidité est la plus stable à 30 cm, mais aussi que les signes d'assèchement du sous-sol sont les plus visibles (fig. 5). Le bilan d'un fractionnement très poussé est mitigé en termes d'efficacité de l'eau: en limitant le front d'humectation à la couche superficielle du sol, il réduit les pertes par percolation mais favorise les pertes par évaporation (zone du goutteur constamment ré-humectée en surface).

Comparaison entre les deux essais

Seule la deuxième année de culture (2011) a permis de comparer les deux essais. Dans l'essai 1, les consignes d'irrigation des sondes situées à 30 cm de profondeur établissaient un seuil de tension à 40 cbar jusqu'à fin juin, puis à 60 cbar jusqu'à mi-août, pour revenir à 40 cbar jusqu'à la

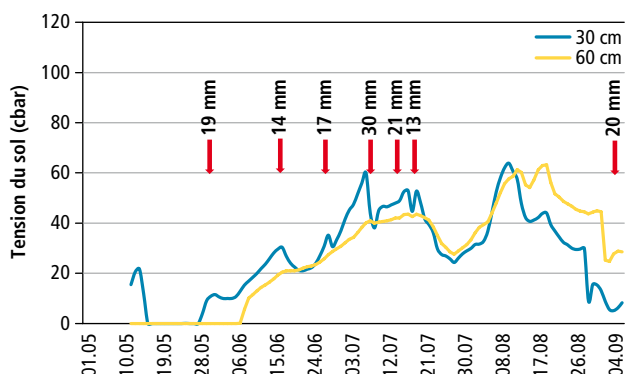


Figure 6 | Essai 1, 2^e année (2011). Evolution de l'humidité du sol dans la variante avec goutte-à-goutte.

récolte. La figure 6 présente l'évolution des tensions dans le sol à 30 et 60 cm et le bon respect de ces consignes.

La comparaison des apports d'eau dans les deux essais durant ces trois périodes montre que la quantité journalière d'irrigation (mm/jour) a été en moyenne deux fois moins importante dans l'essai 1 (tabl. 5). Cette différence provient en partie des caractéristiques de sol des deux parcelles car, dans l'essai 1, des apports journaliers très modestes au printemps ont pu maintenir une humidité du sol plus importante que dans l'essai 2. En revanche, durant l'été, cette différence est due à la stratégie de restriction décidée par le producteur: les tensions atteignent 50–60 cbar par moments en juillet et août dans l'essai 1 (fig. 6), mais ne dépassent pas 40 cbar dans l'essai 2, sauf à 60 cm de profondeur. Le retour aux valeurs plus basses (20–30 cbar) souhaitées dans l'essai 1 du 11.08 au 6.09 exige des volumes relativement importants mais, même dans ce cas, les apports journaliers restent inférieurs à ceux de l'essai 2.

Concernant les quantités journalières, la différence entre les deux essais doit être relativisée, car la saison 2011 a été marquée par six épisodes pluvieux de 15 à

30 mm entre fin mai et fin juillet. Compte tenu du développement réduit du verger, une partie des pluies jugée équivalente au taux de couverture de la culture (environ 25 %) a été retenue. Ainsi, pour les trois périodes, la consommation du verger de l'essai 1 est estimée à 60–65 % du verger de l'essai 2.

Développement végétatif et production de fruits

Essai 1

Malgré les apports inférieurs aux besoins en 2012 et 2013, le développement végétatif (m de pousses cumulées/arbre) des arbres irrigués par aspersion a dépassé ceux du goutte-à-goutte de 22 et 31 % respectivement. Pourtant, durant cette même période, le goutte-à-goutte se montrait plus productif de 54 % (tabl. 6). L'aspersion a en effet favorisé une part assez élevée de rameaux végétatifs longs, tandis qu'avec le goutte-à-goutte la pousse était surtout constituée de brindilles couronnées, de productivité plus élevée. Dans cette variante, l'irrigation légèrement déficitaire durant l'été et la charge élevée en fruits ont toutes deux mené à une vigueur modérée et à une productivité élevée, sans induire d'alternance et sans nuire à la qualité des fruits. >

Tableau 4 | Essai 2. Quantités d'eau utilisées par variante. Les valeurs relatives sont calculées d'après l'irrigation manuelle (M1x = 100 %)

Procédé	Seuil (cbar)	Quantité eau cumulée (mm)		Quantité eau cumulée (%)		Irrigation moyenne (l/jour/arbre)		Fréquence moyenne (nombre d'irrigations/jour)	
		2010 ¹	2011 ²	2010	2011	2010	2011	2010	2011
M1x	25–35	20	96	100	100	1,0	2,6	1,0	1,0
A2x	25	25	83	123	86	1,3	2,3	1,1	1,3
A4x	25	31	125	153	130	1,6	3,3	2,8	3,7
A8x	25	21	105	103	110	1,1	2,8	3,5	6,2

¹Nombre de jours d'observation en 2010: 73 jours (du 30.06 au 10.09).

²Nombre de jours d'observation en 2011: 133 jours (du 1.05 au 10.09).

Tableau 5 | Comparaison entre les deux essais pour l'année 2011 (2^e année de culture): quantités d'eau, coefficient cultural et tension mesurée dans le sol durant trois périodes de la saison

Essai	Indicateur	16.05–20.06	21.06–10.08	11.08–6.09
Essai 1 Châteauneuf	Irrigation journalière (mm)	0,32	0,27	0,55
	Litres/arbre (moyenne)	0,96	0,81	1,66
	I+P/Etp ¹	0,19	0,17	0,26
	Tension du sol à 30 cm (cbar) ²	12	39	30
Essai 2 Fougères	Irrigation journalière (mm)	0,63	0,80	0,79
	Litres/arbre (moyenne)	2,37	3,00	2,95
	I+P/Etp ¹	0,29	0,30	0,41
	Tension du sol à 30 cm (cbar) ²	24	28	84

¹Coefficient cultural mesuré a posteriori (= K_{opt}). Pour éviter une surestimation de la contribution des pluies à l'alimentation du verger, 25 % des précipitations ont été prises en compte, proportion jugée conforme au taux d'occupation de la culture. L'Etp de référence est calculée sur une période de trente ans (1978–2007).

²Valeur moyenne pour la période considérée.

Thalheimer et Paoli (2004) rapportent une réduction de la croissance végétative après une phase estivale d'irrigation déficitaire réglée au seuil de 50 cbar. Les résultats de l'essai 1 confirment l'hypothèse d'une forte dépendance de la croissance végétative du pommier vis-à-vis de l'humidité du sol.

Essai 2

Toutes les variantes ayant été éclaircies manuellement de manière similaire et plutôt sévère pour favoriser au maximum la croissance végétative, la production de fruits n'a pas été prise en compte. Le procédé A8x se démarque par une pousse annuelle cumulée significativement plus faible, avec un nombre et une longueur moyenne de rameaux annuels inférieurs aux autres procédés (tabl. 7). Ce résultat peut être mis en relation avec le fractionnement important de la ration journalière qui limite peu à peu la profondeur du front d'humectation et ainsi la réserve d'eau facilement utilisable.

Cependant, les différences de croissance végétative doivent être interprétées avec prudence car, entre les trois valeurs d'humidité mesurées dans chaque variante, l'écart peut dépasser 50 cbar durant l'été. Ainsi, l'hétérogénéité de la parcelle pourrait avoir joué un rôle plus important que le régime d'irrigation. Par ailleurs, la longueur des pousses et la section des troncs ne sont pas corrélées (tabl. 6) et les quantités d'eau apportées durant la période de forte contrainte climatique – qui coïncide avec un fort allongement des pousses – sont analogues dans les cinq variantes.

Ce constat ne met en cause ni la précision ni la fiabilité du système, mais incite à la prudence lors du choix des réglages. Pour favoriser la vigueur, le nombre de

déclenchements potentiels par jour devrait être suffisant pour répondre aux variations de la demande climatique, mais rester limité à 2–4 pour permettre au front d'humectation d'atteindre le sous-sol. Le seuil de déclenchement est aussi un facteur important, dont l'optimum dépend de l'espèce fruitière et de la période de la saison, mais également du type de sol (Thompson *et al.* 2007). La valeur de référence de 25–30 cbar utilisée ici est parfois considérée comme universelle, mais elle convient aux sols légers à moyens. Pour les sols sableux, la limite devrait plutôt être fixée à 15–20 cbar et, pour les sols argileux, à 35–45 cbar.

Conclusions

- Comparée à un système par aspersion, l'irrigation au goutte-à-goutte a permis d'économiser en moyenne 65 % d'eau entre la 2^e et la 4^e année dans un verger de pommiers situé en Valais central.
- Le goutte-à-goutte, géré de manière restrictive (seuil de 40–60 cbar), a limité la croissance végétative et, par la présence de plus de rameaux courts terminés par un bourgeon fructifère, a généré des récoltes de 54 % supérieures par rapport à l'aspersion.
- Grâce à un dispositif qui ajuste automatiquement le nombre d'apports journaliers à la demande hydrique, l'irrigation automatisée est optimale pour les jeunes vergers.
- Le système expérimenté s'est montré fiable durant les deux saisons d'essai. Pour une bonne efficacité, la fréquence maximale recommandée est de quatre apports par jour. ■

Tableau 6 | Essai 1. Rendement en fruits en 2012 et 2013

Système d'irrigation	Rendement 3 ^e année (T/ha)		Rendement en 4 ^e année (T/ha)		Total en %
	Fruits de table	Fruits d'industrie	Fruits de table	Fruits d'industrie	
Aspersion	19,2	1,0	19,2	2,0	100
Goutte-à-goutte	25,5	1,3	32,8	4,0	154

Tableau 7 | Développement végétatif moyen de chaque variante en fin de 2^e année (2011)

Procédé	Section du tronc (cm ²) ¹	Longueur totale de la pousse annuelle/arbre (m) ¹	Nombre de pousses/arbre ¹	Longueur moyenne des pousses (cm) ¹
Manu 1X	7,9 A	4,8 AB	19,2 A	25,6 A
Auto 2X	8,3 A	5,4 A	21,4 A	25,8 A
Auto 4X	8,6 A	4,8 AB	20,3 A	24,8 A
Auto 8X	8,9 A	4,3 B	17,9 A	24,1 A

Remarque: n'ont été prises en compte que les pousses d'une longueur > 4 cm.

¹Les valeurs suivies de lettres différentes indiquent des différences significatives entre variantes d'irrigation (Newman-Keuls, P < 0,05).

Summary**Optimisation of the irrigation management in young apple orchards**

The first of two experiments aimed to optimise the irrigation in young orchards and compared the overhead irrigation with drip irrigation on the cultivar Golden Orange with a threshold value for watering of 40 to 60 cbar at 30 cm soil depth. In the second experiment, the drip irrigation was automated and different irrigation frequencies per day were tested on cv. Braeburn with a threshold for irrigation of 25 cbar measured at 30 cm soil depth. In the first experiment, the drip irrigation increased the fruit yield by 54 % while water savings reached 65 to 75 % in comparison with the overhead irrigation. The second experiment showed that the automation of irrigation promotes the vigor of the young trees. In conclusion, drip irrigation permitted significant water savings and automation allowed to optimally adapt the watering to the needs of the crop. Under the experimental conditions, 2–4 automated water applications per day responded perfectly to the fluctuation of daily plant water demand.

Key words: apple, overhead irrigation, drip irrigation, automated irrigation system.

Zusammenfassung**Optimierung der Bewässerung in jungen Apfelanlagen**

Der erste von zwei Versuchen zur Optimierung der Bewässerung in jungen Apfelanlagen verglich die Überkopfbewässerung mit der Tropfbewässerung auf der Sorte Golden Orange unter Berücksichtigung des Schwellenwertes für die Bewässerung bei 40 bis 60 cbar in 30 cm Bodentiefe. Im 2. Versuch wurde die Tropfbewässerung automatisiert und dabei unterschiedliche Bewässerungsfrequenzen pro Tag auf der Sorte Braeburn getestet, wobei der Schwellenwert für die Bewässerung bei 25 cbar in 30 cm Tiefe lag. Im 1. Versuch hat die Tropfbewässerung den Fruchtertrag aber um 54 % erhöht und Wassereinsparungen von 65 bis 75 % ermöglicht im Vergleich zur Überkopfberegnung. In 2. Versuch wurde gezeigt, dass die Automatisierung der Bewässerung die Wuchskraft der jungen Bäume fördert. Die Tropfbewässerung lässt also bedeutende Wassereinsparungen zu und die Automatisierung ermöglicht es die Wassergaben optimal an den Bedarf der Kultur anzupassen. Unter den Versuchsbedingungen scheinen 2–4 automatisierte Wassergaben pro Tag ideal zu sein, um dem wechselnden Bedarf einer jungen Obstanlage gerecht zu werden.

Riassunto**Ottimizzare l'irrigazione dei giovani frutteti**

La prima delle due prove incentrate sull'irrigazione di giovani frutteti di melo, confrontava l'aspersione e il goccia a goccia sulla varietà Golden Orange in un frutteto ad alta densità con una soglia per l'irrigazione di 40–60 cbar alle 30 cm di profondità. La seconda prova testava il goccia a goccia automatico con 4 frequenze d'irrigazione e una soglia di 25 cbar a 30 cm di profondità sulla varietà Braeburn coltivata in un frutteto standard. Nella prova 1 il goccia a goccia ha leggermente ridotto il vigore rispetto all'aspersione, aumentato del 54 % la resa in frutti e permesso, a dipendenza dell'anno, di raggiungere un risparmio idrico del 65–75 %. Nella prova 2, l'automatizzazione si è rivelata interessante per il vigore dei giovane alberi. Alle nostre condizioni 2–4 apporti quotidiani automatizzati erano ottimi per rispondere alle fluttuazioni della richiesta del frutteto.

Bibliographie

- Agri-environmental indicator – irrigation 2012, Eurostat, European commission. Accès: http://epp.eurostat.ec.europa.eu/statistics_explained/index.php/Agri-environmental_indicator_-_irrigation. [10.04.2014].
- Ayars J. E., Phene C. J., Hutmacher R. B., Davisa K. R., Schoneman R. A., Vail S. S. & Mead R. M., 1999. Subsurface drip irrigation of row crops: a review of 15 years of research at the Water Management Research Laboratory. *Agricultural Water Management* 42, 1–27.
- Irrigation water requirement and water withdrawal by country, Aquastat, FAO. Accès: http://www.fao.org/nr/water/aquastat/water_use_agr/print1.stm [10.04.2014].
- Postel S., 2012. Drip Irrigation Expanding Worldwide. National Geographic. Accès: <http://newswatch.nationalgeographic.com/2012/06/25/drip-irrigation-expanding-worldwide/> [10.04.2014].
- Thalheimer M. & Paoli N., 2004. Zur Bewässerung in Obstbau. *Obstbau Weinbau* 5, 162–165.
- Thompson R. B., Gallardo M., Valdez L. C. & Fernandez M. C., 2007. Using plant water status to define threshold values for irrigation management of vegetable crops using soil moisture sensors. *Agricultural Water Management* 88, 147–158.

Irrigation goutte à goutte de la vigne



Peut-être
nouvelle
annonce
à venir

NETAFIM™ UniWine
**Goutte à goutte
PROFESSIONNEL**
Dès 0.57 ct/ml

- Très grande résistance au colmatage.
- Autorégulant (diff. de hauteur 35 m).
- Posé au sol ou suspendu au fil.
- Goutteurs intégrés.



Chemin de l'Autoroute 5, 1926 FULLY
Tél. 027 746 33 03 - Fax. 027 746 33 11
www.ccdsa.ch Mail: ccdsa@bluewin.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 vigne pour 2016.**

Le meilleur du monde pour l'agriculture suisse



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.**

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



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

VITICULTURE VITICULTURE VITICULTURE

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

Les produits peuvent léser la santé ou l'environnement. Absolument écarter les mesures de précaution sur les emballages.
Cavris Star: 40 g/l Pyraclostrobin / 400 g/l Fipronil / Vivando: 500 g/l Metconazole / Mildicut: 25 g/l Oxadiazolone / Forum Star: 11,3 % Diméthomorphe + 60 % Fipronil / Cantus: 50 % Bassacalil / Silwet: 77,840 g/l Heptaméthylsiloxane / Olycaro: 50 % Aluminiumoxyde + 25 % Fipronil + 4 % Cyromazine / Pyrinex: 250 g/l Cyperméthrin / Roundup: 450 g/l Glyphosate / Oscar: 220 g/l Duran: 220 g/l Glyphosate / Faltner: 300 g/l Cyperméthrin / Switch: 37,5 % Cyperméthrin, 25 % Fluopyram.

- **Cabrio® Star**
- **Vivando®**
- **Mildicut®³**
- **Forum® Star**
- **Cantus® + Silwet® L-77**
- **Cyrano®**
- **Pyrinex®**
- **Roundup® Profi**
- **Oscar**
- **Glifonex®**
- **Switch®**

- efficace contre toutes les maladies importantes
- le fongicide contre l'oïdium
- le fongicide anti-mildiou hautement actif
- le fongicide combiné pénétrant contre le mildiou
- protection inédite contre le botrytis
- le fongicide systémique contre le mildiou
- idéal contre les ravageurs
- pour des vignes propres
- herbicide à action systémique et résiduaire
- un glyphosate avec conditions super intéressantes
- 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

PANECO TECH GMBH

MACHINES ET INSTALLATIONS DE CAVE



PATRICK NEHER
079 301 76 43

de franceschi
ADVANCED BEVERAGE EQUIPMENT WORLDWIDE



WFT
WEINTECHNOLOGIE

METALINOX
M

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



INVICTUS
K400 ou K600



- Le nouveau modèle pour la vigne
- Monodirectionnel ou réversible
- Avec moteur diesel Kubota 4 cylindres V1505-E3B 35,6 CV ou V2203 4,5 CV

IMPORTATEUR EXCLUSIF POUR LA SUISSE

SNOPEX
www.snopex.com

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

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 compteur
- 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

Fumure azotée en viticulture: influence de la période d'application

Jean-Laurent SPRING, Thibaut VERDENAL, Vivian ZUFFEREY et Olivier VIRET, Agroscope, Institut des sciences en production végétale (IPV), 1009 Pully

Renseignements: Jean-Laurent Spring, e-mail: jean-laurent.spring@agroscope.admin.ch, tél. +41 58 468 65 63, www.agroscope.ch



Les apports d'urée foliaire effectués autour de la véraison sont deux fois plus efficaces pour l'augmentation de l'azote assimilable des moûts que ceux appliqués lors du pic principal d'absorption de l'azote, autour de la floraison.

Introduction

L'azote assimilable par les levures dans le moût (acides aminés libres et ammonium) joue un rôle essentiel dans le déroulement de la fermentation alcoolique et le développement des arômes, en particulier pour les vins blancs et rosés. Sa teneur naturelle dans le moût dépend de la nutrition azotée de la vigne et varie notamment selon les conditions inhérentes au terroir (Zufferey *et al.* 2010; Reynard *et al.* 2011). Certains sols, difficiles à coloniser par les racines de la vigne à cause d'horizons fortement compactés (moraines de fond), sensibilisent effectivement la vigne à ces problèmes d'alimentation azotée. De même, une contrainte hydrique importante survenant au deuxième pic d'absorption de l'azote autour de la véraison (Lönhertz 1988) peut perturber l'accumulation de l'azote assimilable dans les raisins. Les choix techniques du vigneron, comme l'association cépage/porte-greffe, l'entretien du sol, la fertilisation ou le rapport feuille-fruit, jouent également un rôle important (Maigre *et al.* 1995; Porro *et al.* 2006; Garde-Cerdan *et al.* 2009).

Une teneur minimum de 200 mg/l de moût garantit une bonne cinétique de fermentation (Aerny 1996; Bell et Henschke 2005). Pour le Chasselas, en particulier, un seuil critique de 140 mg/l a été défini par Lorenzini (1996), en-dessous duquel le moût est considéré comme fortement carencé. Dans les vignobles sensibles, le choix d'enherbements peu concurrentiels (Spring et Delabays 2006; Delabays *et al.* 2006), la localisation de la fumure azotée sur le cavillon desherbé (Spring 2003) ou encore une gestion adaptée de la haie foliaire (Spring *et al.* 2012) peuvent contribuer à limiter les carences en azote assimilable. Lorsque les carences persistent malgré l'optimisation des choix techniques, la pulvérisation d'urée sur le feuillage à la véraison permet d'améliorer significativement la teneur en azote assimilable des moûts et la qualité des vins (Spring et Lorenzini 2006; Dufourcq *et al.* 2009; Spring *et al.* 2014; Verdenal *et al.* 2015). Dans un essai mis en place en 2004 sur le domaine expérimental d'Agroscope

à Changins (VD), nous avons étudié la valorisation par la plante (variation de l'azote assimilable dans les moûts) d'apports d'azote foliaire sous forme d'urée au premier pic d'absorption d'azote, à la floraison/nouaison (BBCH 61–71), ou au deuxième, à la véraison (BBCH 81–85), en la comparant à un apport au sol classique sous forme de nitrate d'ammonium à mi-mai. Cet article rend compte des principaux résultats de cette expérimentation sur les indicateurs d'alimentation azotée ainsi que sur le comportement agronomique de la vigne.

Matériel et méthodes

Site expérimental, sol et climat, dispositif expérimental

L'essai a été mené sur une parcelle de Chasselas cl. 800 greffé sur 3309C, plantée en 2000 et conduite en Guyot simple (200 x 85 cm). Le domaine de Changins (VD) est situé sur une moraine de fond compacte dont le sol (0–20 cm) est moyen, peu calcaire (0–9 % de CaCO₃) et contient un taux de matière organique satisfaisant. L'analyse chimique montre que ce sol est riche en phosphore et en potassium et normalement pourvu en magnésium. La température moyenne durant la période de végétation (du 15 avril au 15 octobre) s'élève à 14,9 °C et les précipitations annuelles moyennes à 1009 mm.

L'essai à quatre répétitions de 20 ceps chacune a été conduit en blocs randomisés selon le protocole suivant:

- A = témoin sans fumure azotée;
- B = application au sol de 40 kg N/ha à mi-mai (ammonitrates localisés sur le cavaillon désherbé, environ un tiers de la surface);
- C = application foliaire de 40 kg N/ha autour de la période de floraison/nouaison (quatre applications hebdomadaires de dix unités N/ha, une juste avant floraison et trois après floraison avec de l'urée pauvre en biuret Folur®);
- D = application foliaire de 40 kg N/ha autour de la véraison (quatre applications hebdomadaires de dix unités N/ha de début à fin août avec de l'urée pauvre en biuret Folur®);
- E = application foliaire de 40 kg N/ha autour de la floraison/nouaison et autour de la véraison (huit applications hebdomadaires de cinq unités N/ha aux périodes décrites pour les variantes C et D avec de l'urée pauvre en biuret Folur®);
- F = application foliaire de 80 kg N/ha autour de la floraison/nouaison et autour de la véraison (huit applications hebdomadaires de dix unités N/ha au périodes décrites pour les variantes C et D avec de l'urée pauvre en biuret Folur®).

Résumé Une expérimentation conduite par Agroscope à Changins (VD) avec le cépage Chasselas a montré que, à dose équivalente d'azote, l'application d'urée foliaire au deuxième pic d'absorption d'azote (autour de la véraison) augmentait de plus du double l'azote assimilable des moûts par rapport à l'application au stade floraison/nouaison (premier pic d'absorption d'azote). L'azote apporté au sol au printemps (ammonitrates) a mené à une vigueur significativement plus élevée que les modalités de fertilisation foliaire.

Le dispositif a été mis en place en 2004 et les contrôles effectués de 2005 à 2009.

Contrôles

Rendement et vigueur

Fertilité des bourgeons contrôlée sur la base de dix ceps par répétition, poids des baies (contrôle du poids de 50 baies par répétition), poids des grappes (calculé à partir du poids de récolte et du nombre de grappes par cep), rendement total. L'essai a été conduit avec une limitation uniforme de la charge en raisin (maintien systématique d'une grappe par bois). La vigueur a été contrôlée par le pesage des bois de taille de dix ceps par répétition.

Analyse des moûts

Détermination de la teneur en sucre, pH, acidité totale (exprimée en acide tartrique), acide tartrique et acide malique ainsi que de l'azote assimilable (Aerny 1996).

Pourriture et dessèchement de la rafle

L'attaque de *Botrytis cinerea* à la vendange a été évaluée sur 50 grappes selon une échelle représentant la proportion de la grappe affectée (0, 1/10, 1/4, 1/2, 3/4, 9/10, 1/1). L'intensité du dessèchement de la rafle à la vendange a été évaluée selon le même protocole.

Diagnostic foliaire

Les teneurs en N, P, K, Ca, Mg du feuillage ont été mesurées dans des échantillons de 30 feuilles (limbes + pétioles) prélevés à la véraison.

Résultats et discussion

Indicateurs d'alimentation azotée

Les résultats sur la concentration en azote assimilable dans les moûts sont réunis dans la figure 1. L'apport de 40 kg N/ha au sol à mi-mai (variante B) ainsi que les quatre applications foliaires d'urée durant la période du premier pic d'absorption d'azote défini par Lönhertz (1988) autour de la floraison/nouaison (variante C) ont entraîné des concentrations similaires d'azote assimilable dans les moûts à la vendange. Par rapport au témoin sans fumure azotée, le gain moyen sur les cinq années d'expérimentation s'élève à environ 40 mg/l d'azote assimilable, soit près de 1 mg/l d'azote assimilable dans les moûts par kg N/ha apporté. Cette correction n'a toutefois pas amélioré suffisamment la teneur en azote assimilable dans cet essai, puisque ces deux variantes et le témoin sans fumure azotée sont qualifiés de fortement carencés en azote assimilable. La variante D avec apports foliaires de 40 kg N/ha autour de la véraison présente un effet positif nettement plus marqué que les variantes B et C sur la teneur en azote assimilable des moûts, à dose équivalente. Sur les cinq années d'essai, le gain moyen de 90 mg/l d'azote assimilable par rapport au témoin sans fumure azotée représente une augmentation de 2,25 mg/l d'azote assimilable par kg N/ha

apporté et une efficacité dans l'amélioration du taux d'azote assimilable dans les moûts plus que doublée par rapport à l'azote au sol et à l'apport foliaire au premier pic d'absorption. La variante E, avec apport foliaire de 40 kg N/ha réparti sur les deux pics d'absorption d'azote, occupe logiquement une position intermédiaire entre les modalités C et D. La variante F, avec apport d'azote doublé (80 kg N/ha) et réparti sur les deux pics d'absorption, fournit les valeurs les plus élevées en azote assimilable, mais n'offre qu'une faible amélioration par rapport à la variante D, avec 40 kg N/ha autour de la véraison. Seuls ces deux procédés s'approchent de la valeur optimale d'azote assimilable recherchée dans les moûts.

Cette expérimentation confirme l'intérêt d'apports foliaires tardifs (autour de la véraison) pour corriger le taux d'azote assimilable dans les moûts insuffisamment approvisionnés. Les apports foliaires effectués plus tôt dans la saison, durant la période de croissance active de la vigne, ne présentent pas le même intérêt.

Le diagnostic foliaire N effectué à la véraison est très bien corrélé avec les taux d'azote assimilable mesurés dans les moûts (fig. 2). L'approvisionnement optimal en azote assimilable des moûts de 200 mg/l correspond à une concentration d'azote dans les feuilles de 2,3 % de la matière sèche.

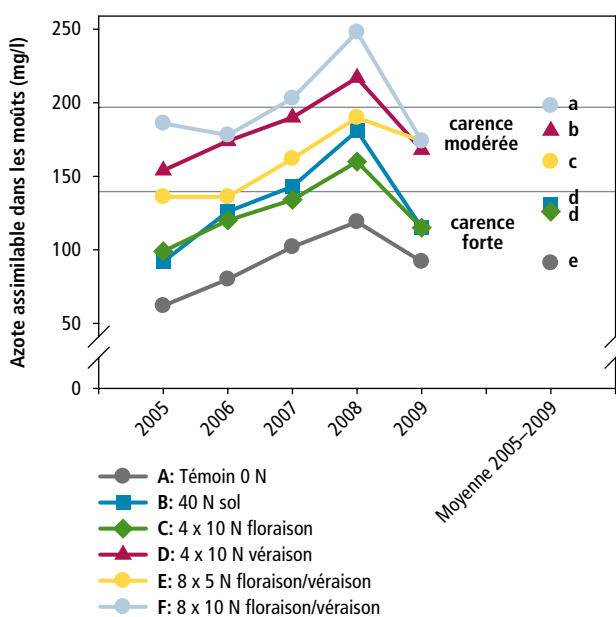


Figure 1 | Essai de fumure azotée à Changins. Azote assimilable dans les moûts, 2005–2009 et moyenne des cinq ans (les variantes portant la même lettre ne sont pas significativement différentes les unes des autres, $p = 0,05$). Le seuil inférieur recommandé pour le Chasselas se situe à 140 mg/l.

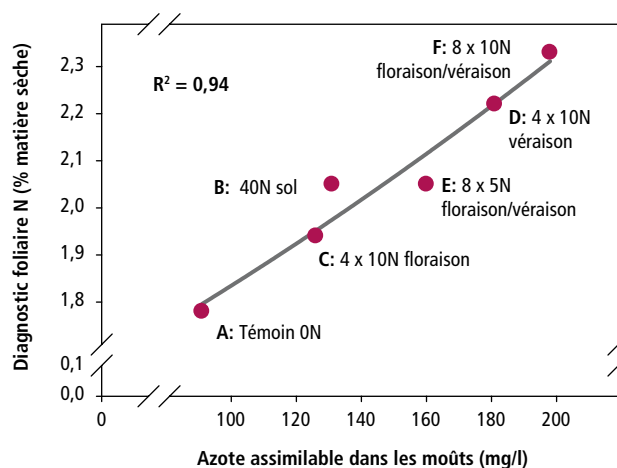


Figure 2 | Essai de fumure azotée à Changins. Corrélation entre le diagnostic foliaire N et la teneur en azote assimilable des moûts. Valeurs moyennes 2005–2009.

Vigueur

La figure 3 réunit les données concernant le poids des bois de taille. La variante sans apport d'azote est logiquement la moins vigoureuse. A l'opposé, la variante avec apport d'azote au sol (variante B) est la plus vigoureuse, tandis que les modalités avec apports foliaires occupent une situation intermédiaire. Il est intéressant de relever que même la variante où l'apport d'azote a été doublé (variante F, 80 kg N/ha) est moins vigoureuse que celle avec apport de 40 kg N/ha d'azote au sol.

Composantes du rendement

Les observations relatives aux composantes du rendement sont réunies dans le tableau 1. Seule la variante

témoin n'ayant pas reçu de fumure azotée se distingue par un poids des grappes et un niveau de rendement inférieur. En revanche, les modalités d'apport d'azote ne se distinguent pas significativement.

Pourriture et dessèchement de la rafle

La pourriture du raisin occasionnée par *Botrytis cinerea* et le dessèchement de la rafle, dont l'occurrence est souvent fortement liée au niveau d'alimentation azotée, ne se sont pas manifestés notablement dans cet essai (tabl.2). Les taux d'attaque tendent à être légèrement plus faibles dans la variante témoin sans fumure azotée, mais les différences ne sont pas significatives.

Tableau 1 | Essai de fumure azotée à Changins. Composantes du rendement, moyennes 2005–2009

Variante	Fertilité des bourgeons (nombre de grappes/bois)	Poids des baies (g)	Poids des grappes (g)	Rendement (kg/m ²)
A (0 N)	1,9 a	3,0 a	378 b	1,2 b
B (40 U N sol)	1,9 a	3,2 a	449 a	1,4 a
C (4 x 10 U N floraison)	1,9 a	3,2 a	441 a	1,4 a
D (4 x 10 U N véraison)	1,9 a	3,2 a	435 a	1,4 a
E (8 x 5 U N floraison-véraison)	1,8 a	3,2 a	436 a	1,4 a
F (8 x 10 U N floraison-véraison)	1,9 a	3,2 a	454 a	1,4 a

Les moyennes signalées par une lettre commune ne se distinguent pas significativement ($p = 0,05$).

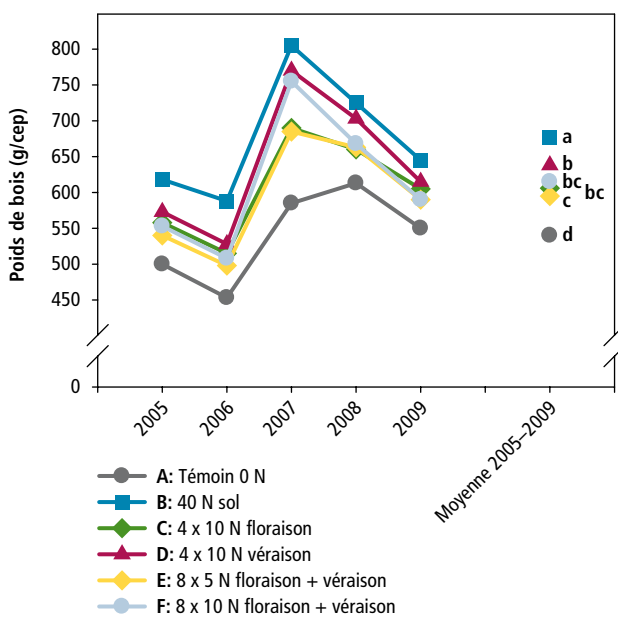


Figure 3 | Essai de fumure azotée à Changins. Poids des bois de taille, 2005–2009 et moyenne des cinq ans (les variantes portant la même lettre ne sont pas significativement différentes les unes des autres, $p = 0,05$).

Tableau 2 | Essai de fumure azotée à Changins. Attaque de *Botrytis cinerea* et incidence du dessèchement de la rafle à la vendange, moyennes 2005–2009

Variante	Botrytis (% attaque)	Dessèchement de la rafle (% attaque)
A (0 N)	6 a	1 a
B (40 U N sol)	9 a	1 a
C (4 x 10 U N floraison)	11 a	1 a
D (4 x 10 U N véraison)	8 a	2 a
E (8 x 5 U N floraison-véraison)	10 a	2 a
F (8 x 10 U N floraison-véraison)	10 a	3 a

Les moyennes signalées par une lettre commune ne se distinguent pas significativement ($p = 0,05$).

Qualité des moûts

Les teneurs en sucre et en acidités des moûts sont résumées dans le tableau 3. Les différences sont faibles et touchent essentiellement l'acidité des moûts, notamment l'acide malique, et le pH. Concernant l'acidité des moûts, les valeurs sont plus faibles pour le témoin sans fumure azotée (variante A) et plus élevées pour les variantes avec apports d'azote foliaires tardifs (D, E et F).

Diagnostic foliaire

Les résultats sont présentés dans le tableau 4. Mis à part l'azote, dont les résultats ont été discutés plus haut, on peut signaler une teneur supérieure en phosphore dans la variante témoin sans fumure azotée (variante A), phénomène déjà signalé pour des modalités fortement carencées en azote par Maigre *et al.* (1995). Enfin, la variante avec apport d'azote au sol (variante B) se distingue des autres modalités par un taux de potassium inférieur et de magnésium supérieur.

Conclusions

L'influence de la date de complémentation azotée foliaire au moyen d'urée a été étudiée sur une parcelle de Chasselas du domaine expérimental d'Agroscope à

Changins (VD) et comparée à une variante non fertilisée et à un apport d'azote classique au sol. Les observations effectuées de 2005 à 2009 ont permis de tirer les conclusions suivantes:

- L'urée foliaire apportée lors du premier pic d'absorption d'azote (floraison/nouaison) s'est révélée deux fois moins efficace pour augmenter la teneur en azote assimilable des moûts que lorsqu'elle est appliquée au deuxième pic, autour de la véraison;
- L'apport d'azote au sol a augmenté l'azote assimilable dans les moûts dans les mêmes proportions que la modalité avec apport foliaire au stade floraison/nouaison;
- La vigueur s'est accrue de manière significativement plus importante avec l'apport d'azote au sol;
- La fumure azotée a contribué à augmenter le potentiel de production de la vigne, sans différence toutefois entre les modalités d'apport;
- Les différentes variantes d'apport d'azote n'ont que peu influencé les autres paramètres étudiés;
- L'intérêt d'apporter de l'urée foliaire tardivement (autour de la véraison) est confirmé lorsque l'objectif est de corriger un taux d'azote assimilable insuffisant dans les moûts. ■

Tableau 3 | Essai de fumure azotée à Changins. Analyses des moûts, moyennes 2005–2009

Variante	Sucres (°Oe)	Acidité totale ¹ (g/l)	Acide tartrique (g/l)	Acidité malique (g/l)	pH
A (0 N)	80 a	5,4 c	5,5 a	1,7 d	3,23 b
B (40 U N sol)	79 a	5,5 bc	5,4 a	1,9 c	3,24 b
C (4 x 10 U N floraison)	80 a	5,5 bc	5,5 a	2,0 c	3,25 b
D (4 x 10 U N véraison)	79 a	5,7 b	5,4 a	2,2 b	3,29 a
E (8 x 5 U N floraison-véraison)	79 a	5,7 b	5,4 a	2,2 b	3,29 a
F (8 x 10 U N floraison-véraison)	79 a	5,9 a	5,5 a	2,4 a	3,29 a

Les moyennes signalées par une lettre commune ne se distinguent pas significativement ($p = 0,05$).

¹Exprimée en acide tartrique.

Tableau 4 | Essai de fumure azotée à Changins. Diagnostic foliaire à la véraison, moyennes 2005–2009

Variante	Diagnostic foliaire (% matière sèche)				
	N	P	K	Ca	Mg
A (0 N)	1,78 c	0,19 a	1,16 a	2,74 a	0,25 bc
B (40 u N sol)	2,05 b	0,15 b	0,98 b	2,89 a	0,30 a
C (4 x 10 u N floraison)	1,94 b	0,17 b	1,15 a	2,76 a	0,27 b
D (4 x 10 u N véraison)	2,22 a	0,17 b	1,06 ab	2,65 a	0,26 bc
E (8 x 5 u N floraison-véraison)	2,05 b	0,17 b	1,20 a	2,70 a	0,24 bc
F (8 x 10 u N floraison-véraison)	2,33 a	0,17 b	1,15 a	2,60 a	0,23 c

Les moyennes signalées par une lettre commune ne se distinguent pas significativement ($p = 0,05$).

Summary **Influence of the period of application of nitrogen fertilization in viticulture**
Experiments conducted from 2005 to 2009 at Agroscope Changins (Switzerland) on the cultivar Chasselas demonstrated that yeast assimilable nitrogen concentration in the must is strongly dependent on the timing of foliar urea treatment. When urea application took place at veraison, the assimilable nitrogen concentration measured in the must was twice greater than the equivalent treatment at flowering. The soil nitrogen application in spring (ammonium nitrate) led to significantly greater vigour than that induced by the foliar urea fertilisation.

Key words: grapevine, foliar urea, yeast assimilable nitrogen.

Zusammenfassung **Einfluss des Zeitpunktes der Stickstoffgaben im Weinbau**
Ein auf dem Versuchsbetrieb von Agroscope in Changins (VD) durchgeführter Versuch bei der Rebsorte Chasselas zeigte, dass der Gehalt an verwertbarem Stickstoff im Most stark vom Zeitpunkt der Blattharnstoffbehandlung abhängt. Erfolgt diese bei Reifebeginn, wird bei gleich dosierter Stickstoffgabe doppelt so viel verwertbarer Stickstoff im Most gemessen, als wenn die Behandlung im Stadium Blüte bis Fruchtausatz erfolgt. Die Stickstoffgabe über den Boden im Frühling (Ammoniumnitrat) hat zu einem signifikant höheren Wuchs geführt als die Blattdüngung mit Harnstoff.

Riassunto **Influenza del periodo d'applicazione di complementi azotati in viticoltura**
Una sperimentazione condotta nel vigneto sperimentale di Agroscope a Changins (VD) con vitigno Chasselas ha dimostrato che, a parità di dose di azoto apportato sotto forma di urea fogliare, l'aumento di azoto assimilabile misurato nei mosti risultava essere più del doppio in caso di apporto durante il secondo picco di assorbimento dell'azoto (in prossimità dell'invaiaitura) rispetto alle applicazioni durante la fioritura/allegazione (primo picco di assorbimento dell'azoto). L'apporto di azoto nel suolo in primavera (ammonitrati) ha comportato un aumento della vigoria significativamente più importante rispetto alle modalità fogliare sotto forma di urea.

Remerciements

L'ensemble des collaborateurs des groupes de recherche viticulture, œnologie et d'analyse des vins qui ont participé à cette expérimentation sont vivement remerciés pour leur collaboration.

Bibliographie

- Aerny J., 1996. Composés azotés des moûts et des vins. *Revue suisse Vitic., Arboric., Hortic.* **28** (3), 161–165.
- 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.
- Delabays N., Spring J.-L. & Mermillod G., 2006. Essai d'enherbement de la vigne avec des espèces peu concurrentielles: aspects botaniques et malherbologiques. *Revue suisse Vitic., Arboric., Hortic.* **38** (6), 343–354.
- 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 rosé wines. 16th International GiESCO Symposium, Davis (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.
- Lönhertz O., 1988. Untersuchungen zum zeitlichen Verlauf der Nährstoffaufnahme bei *Vitis vinifera* (cv Riesling). Dissertation, Universität Giessen, 228 p.
- Lorenzini F., 1996. Teneur en azote et fermentescibilité des moûts. *Revue suisse Vitic., Arboric., Hortic.* **28** (3), 169–174.
- Maigre D., Aerny J. & Murisier F., 1995. Entretien des sols viticoles et qualité des vins de Chasselas: influence de l'enherbement permanent et de la fumure azotée. *Revue suisse Vitic., Arboric., Hortic.* **27** (4), 237–251.
- 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.
- 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.
- Spring J.-L., 2003. Localisation de la fumure azotée sur l'intercep dans les vignes enherbées. Résultats d'un essai dans le bassin lémanique. *Revue suisse Vitic., Arboric., Hortic.* **35** (2), 113–119.
- Spring J.-L. & Delabays N., 2006. Essai d'enherbement avec des espèces peu concurrentielles: aspects agronomiques. *Revue suisse Vitic., Arboric., Hortic.* **38** (6), 355–359.
- 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 Vitic., Arboric., Hortic.* **38** (2), 105–113.
- Spring J.-L., Verdenal T., Zufferey V. & Viret O., 2012. Nitrogen dilution in excessive canopies of Chasselas and Pinot noir cvs. *J. int. Sci. Vigne Vin*, **46** (3), 233–240.
- Spring J.-L., Zufferey V., Dienes-Nagy A., Lorenzini F., Frey U., Thibon C., Darriet P. & Viret O., 2014. Effet de l'alimentation azotée sur le comportement et la typicité des vins de l'Arvine. *Revue suisse Vitic., Arboric., Hortic.* **46** (4), 244–253.
- 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 ¹⁵N 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 vaudois. *Revue suisse Vitic., Arboric., Hortic.* **42**, 376–383.



La pépinière romande à votre disposition

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



**VITICULTEURS!
HORTICULTEURS!
ARBORICULTEURS!**

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

Ne passez pas commande avant de demander une offre à:

Jean-François Kilcherr

Grand-Rue 8
1297 Founex

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



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

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



GIGANDET SA 1853 YVORNE

Atelier mécanique

Tél. 024 466 13 83

Machines viticoles, vinicoles et agricoles

Fax 024 466 43 41

Votre spécialiste **BUCHER-VASLIN** depuis plus de **35 ans**

**VENTE
SERVICE
RÉPARATION
RÉVISION**

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



Pressoirs

Pompes

Egrappoirs

Fouloirs

BUCHER
vaslin

**Réception
pour
vendange**

Prolectus®

le nouveau botrycide

La clé du succès pour des grappes de raisin saines

Puissante efficacité préventive et curative
Excellente action translaminaire

**Omya (Schweiz) AG
AGRO**

CH-4665 Oftringen, Tél. 062 789 23 41
www.omya-agro.ch

Utilisez les produits phytosanitaires avec précaution. Avant toute utilisation, lisez l'étiquette et les informations sur le produit. Tenez compte des avertissements et des symboles de mise en garde.

Distribution des maladies virales dans le vignoble de La Côte (VD)

Jean-Sébastien REYNARD, Justine BRODARD et Olivier VIRET, Agroscope, 1260 Nyon

Renseignements: Jean-Sébastien Reynard, e-mail: jean-sebastien.reynard@agroscope.admin.ch, tél. +41 58 460 43 69, www.agroscope.ch



Rougisement du feuillage dû à la maladie virale de l'enroulement sur Galotta (malade à droite, sain à gauche).

Introduction

La vigne est probablement l'espèce ligneuse qui abrite le plus grand nombre de virus, qui vivent en parasite à l'intérieur de ses cellules. Plus de 60 virus différents ont été décrits à ce jour sur *Vitis vinifera*. Les viroses les plus graves nuisent à la vigueur et à la longévité d'un cep et peuvent affecter gravement la quantité et la qualité de la récolte. Les symptômes associés à ces viroses se confondent souvent avec des carences ou d'autres affections et c'est pourquoi il reste difficile et aléatoire de diagnostiquer une maladie virale uniquement sur la base de symptômes visuels. Afin de déterminer la pré-

sence de certains virus et leur abondance dans le vignoble, Agroscope a entrepris un monitoring en choisissant comme modèle le vignoble vaudois de La Côte. Des outils de diagnostic de laboratoire ont été utilisés afin d'évaluer de manière fiable la prévalence des différents virus dans ce vignoble. En épidémiologie, la prévalence équivaut à la proportion de la population infectée par un pathogène à un moment donné.

Chaque virus est désigné par un nom officiel en anglais et par l'acronyme qui en résulte. Par exemple, le virus du court-noué est le *Grapevine fanleaf virus* et son acronyme le GFLV. Différentes viroses de la vigne sont décrites dans l'encadré.

Matériel et méthodes

Récolte des échantillons

Le protocole de récolte des échantillons a été réalisé en janvier 2012 sur 60 microparcelles (de 500m² environ chacune) choisies au hasard sur l'ensemble de la région de La Côte. A l'intérieur d'une parcelle, 30 ceps ont été échantillonnés au hasard. L'échantillonnage, effectué à l'aveugle, ne s'est pas basé sur l'observation de symptômes. Les virus étant parfois répartis de manière hétérogène au sein d'un cep de vigne, chaque échantillon était constitué de trois sarments différents provenant d'un même cep.

Diagnostic

La reconnaissance des maladies virales sur la base de symptômes visuels n'est pas fiable et est très imprécise. Des tests de diagnostic en laboratoire sont donc nécessaires pour confirmer l'origine virale de l'infection et déterminer l'agent impliqué. La technique de détection principale utilisée dans cette étude a été le test ELISA (*Enzyme-Linked Immunosorbent Assay*), particulièrement adapté aux analyses en série. Lorsque les réactifs sérologiques (anticorps) n'étaient pas à disposition, les infections virales ont été identifiées en ciblant le matériel génétique du virus par une analyse PCR (*Polymerase Chain Reaction*).

ELISA

Les tests ELISA ont été réalisés comme décrit par Guggerli *et al.* (1984), avec les réactifs de la firme Bioreba AG sur les 1800 échantillons récoltés. Les virus diagnostiqués par ELISA étaient ceux de l'enroulement (GLRaV-1, GLRaV-2, GLRaV-3 et GLRaV-4), de la marbrure (GFkV) et du court-noué (ArMV et GFLV).

PCR

La méthode par PCR étant peu adaptée aux analyses en série, la taille de l'échantillonnage a dû être réduite. Par conséquent, 30 ceps d'une parcelle ont ainsi été groupés en un échantillon analysé pour les virus suivants:

Résumé Certains virus peuvent sévèrement impacter la production viticole. Afin d'évaluer la fréquence de ces pathogènes, un monitoring a été réalisé par Agroscope dans le vignoble de La Côte (VD). Les résultats de cette étude montrent que des viroses graves comme le court-noué et l'enroulement sont fortement répandues dans les vignobles. Le virus émergent *Grapevine Pinot gris-associated virus* (GPGaV) a aussi été identifié pour la première fois en Suisse. Les maladies à virus sont persistantes et incurables, et l'abondance des pathogènes observés dans cette étude démontre bien l'importance de la sélection sanitaire et de la filière de certification dans la lutte contre ces maladies.

GLRaV-7, GRSPaV, GRBaV, GVA, GVB et GPGaV. Ainsi, nous ne disposons pas pour ces virus de données sur le taux d'infection au sein d'une parcelle, mais uniquement de l'information présence ou absence. Le protocole utilisé est décrit en détail par Reynard *et al.* (2015).

Traitement des données

Le traitement statistique des données (comparaison des taux d'infection, par exemple) a été réalisé à l'aide du logiciel libre R.

Résultats et discussion

Les résultats des analyses virologiques sont résumés dans le tableau 1. Les trois virus GRBaV, GLRaV-7 et GVA n'ont pas été détectés dans les parcelles étudiées, alors que le virus GRSPaV y a été identifié partout. De même, le virus responsable de la marbrure (GFkV) a été détecté dans presque toutes les parcelles où plus d'un tiers des ceps analysés étaient infectés. Ces deux pathogènes n'étant pas éliminatoires dans la sélection sanitaire des clones de vigne, il n'est dès lors pas surprenant que ces virus se retrouvent fréquemment dans les vignobles. ➤

Tableau 1 | Résultats des analyses pour les différentes maladies virales avec le(s) virus correspondant(s). Les virus suivants ont été analysés, mais pas détectés dans le vignoble de La Côte: GLRaV-7, GVA et GRBaV.

Maladie virale	Proportion des parcelles où les virus correspondants ont été mis en évidence	Virus et taux d'infection moyen sur l'ensemble des échantillons
Court-noué	57 %	GFLV (10 %), ArMV (1 %)
Enroulement	80 %	GLRaV-1 (4 %), GLRaV-2 (26 %), GLRaV-3 (6 %), GLRaV-4 (1 %)
Marbrure	97 %	GFkV (35 %)
Bois rugueux	36 %	GVB
Bois rugueux	100 %	GRSPaV
Virus du Pinot gris	15 %	GPGaV

Description | Différentes viroses de la vigne

Maladie du court-noué

Le court-noué se manifeste par une série d'anomalies sur divers organes de la vigne, dont les entre-nœuds courts sur les sarments à l'origine du nom de la maladie. En Suisse, deux népovirus (des virus transmis par des nématodes) sont les principaux agents responsables de cette maladie: le virus du court-noué (GFLV: *Grapevine fanleaf virus*) et le virus de la mosaïque de l'arabette (ArMV: *Arabidopsis mosaic virus*). Sur les grappes, les symptômes sont le millerandage et la coulure (fig. 1). Cette virose affecte ainsi à la fois le rendement et la longévité des ceps infectés.

Figure 1 | Millerandage et coulure sur Chasselas, causés par le virus du court-noué (GFLV).



Figure 2 | Cep de Pinot noir atteint d'enroulement viral.

Les symptômes de cette maladie sont un enroulement et une décoloration du limbe foliaire. Chez les cépages rouges, des rougissements apparaissent sur le bas du feuillage dès le mois de juin (fig. 2). Pour les cépages blancs, les ceps infectés présentent des jaunissements plus difficiles à diagnostiquer. La maladie cause un dérèglement de la photosynthèse, un retard de maturation et des pertes qualitatives de la récolte. L'étiologie de cette virose est complexe, car de multiples espèces et variants en sont la cause (Reynard et al. 2015). A ce jour, cinq espèces virales distinctes sont admises comme responsables de l'enroulement de la vigne, *Grapevine leafroll-associated virus* GLRaV: GLRaV-1, GLRaV-2, GLRaV-3, GLRaV-4 et GLRaV-7.

Maladie du bois rugueux

Cette maladie, aussi appelée cannelures, est en fait un complexe de trois syndromes: les cannelures sur la variété indicatrice *V. rupestris* causées par le virus *Grapevine rupestris stem pitting-associated virus* (GRSPaV

(fig. 3), les cannelures sur le porte-greffe 5BB dues au *Grapevine virus A* (GVA) et l'écorce liégeuse liée au *Grapevine virus B* (GVB). Les deux dernières formes, les plus graves, sont dépistées dans le cadre de la sélection sanitaire effectuée par Agroscope et les clones infectés sont éliminés.



Figure 3 | Cannelures sur porte-greffe. Deux plantes infectées (à gauche) et deux plantes saines (à droite).

Maladie de la marbrure

La marbrure est une virose causée par le *Grapevine fleck virus* (GFkV). Chez certaines variétés de porte-greffe, la formation de racines et la reprise au greffage peuvent être considérablement affectées après infection (fig. 4).



Figure 4 | Eclaircissement des nervures d'une feuille de *Vitis rupestris*, causé par le virus de la marbrure.

Virus du Pinot gris

Depuis le début des années 2000, des symptômes similaires à ceux d'autres maladies virales, comme la déformation des feuilles, une chlorose ou des pertes de récolte, ont été observés sur Pinot gris dans le vignoble du Trentino italien. Le *Grapevine Pinot gris-associated virus* (GPGaV) a été identifié comme agent causal potentiel des symptômes décrits (Giampetruzzi et al. 2012). Cette maladie poursuit sa progression dans les vignobles du nord de l'Italie (D' Valeria Gualandri,



Figure 5 | Déformation des feuilles et taches chlorotiques sur du Pinot gris infecté par le virus GPGaV. (Photo D' Valeria Gualandri, IASMA, Italie)

communication personnelle). Pour l'instant, le Pinot gris semble le plus touché, mais les symptômes et le virus ont été identifiés sur d'autres cépages (Chardonnay, Sauvignon, Traminer, Muscat). Afin de consolider la veille sanitaire, ce virus a donc été inclus dans notre monitoring.

Maladie du Red Blotch

Un nouveau virus de la vigne a été récemment identifié dans les vignobles du continent nord-américain (Krenz *et al.* 2012), le *Grapevine Red Blotch-associated Virus* (GRBaV). Les symptômes sur les variétés rouges se rapprochent de ceux de la maladie de l'enroulement (fig. 6). Vu l'importance prise par le phénomène, notamment dans le vignoble californien, il a été décidé de l'inclure dans cette étude et de rechercher son éventuelle présence dans le vignoble suisse.



Figure 6 | Symptômes foliaires sur Gamay dus au virus du Red Blotch.

Concernant les deux virus de la maladie du bois rugueux, le GVA n'a pas été détecté dans notre étude, tandis que le GVB a été diagnostiqué dans 36 % des parcelles examinées.

Le virus GPGaV, récemment identifié en Italie, a été détecté dans plusieurs parcelles, toutes plantées de Chasselas. Les premières observations au vignoble n'ont pas révélé de symptômes particuliers sur les ceps infectés, mais il est vrai que, pour l'instant, les dégâts sont surtout signalés sur le Pinot gris et le Traminer. Aucune donnée n'est donc actuellement disponible sur le Chasselas. L'hypothèse qu'il s'agisse d'une souche latente, c'est-à-dire ne causant aucun symptôme, est aussi à considérer. En effet, plusieurs souches de ce virus ont été observées, dont certaines sont symptomatiques et d'autres non (Saldarelli *et al.* 2015). Des essais sont en cours à Agroscope pour évaluer plus en détail l'impact de ce type d'infection virale et clarifier son étiologie.

L'enroulement est très répandu dans le vignoble, puisque les virus correspondants ont été diagnostiqués dans 80 % des parcelles examinées (tabl.1). Le GLRaV-2 a été le plus fréquemment diagnostiqué en relation avec l'enroulement. Ce virus touche surtout le Chasselas, qui présente un taux d'infection dix fois plus important que les autres cépages (fig. 7).

Différentes catégories ont été définies sur la base du taux d'infection, afin d'estimer l'importance de la contamination au sein d'une parcelle: nulle (aucune infection observée), faible (taux d'infection de 1–10 %),

modérée (11–20 %), élevée (21–50 %) et très élevée (supérieur à 50 %). Les 60 parcelles étudiées ont été classifiées en fonction de ces catégories pour les virus de l'enroulement (fig. 8). Après le GLRaV-2, le GLRaV-3 a été le virus de l'enroulement le plus fréquemment détecté, un tiers des parcelles se trouvant modérément infectées (fig. 8). Le GLRaV-1 était moins fréquent que les précédents, mais 5 % des parcelles étaient néanmoins modérément infectées et deux parcelles présentaient même des taux d'infection très élevés (> 50 %). Le virus GLRaV-4, quant à lui, n'a été diagnostiqué qu'occasionnellement et semble peu répandu dans le vignoble de La Côte.

La maladie du court-noué a été détectée dans plus de la moitié des parcelles. Le GFLV est le principal responsable de cette maladie dans le vignoble (tabl.1). L'ArMV, l'autre agent potentiel du court-noué, a été diagnostiqué de manière occasionnelle et à chaque fois

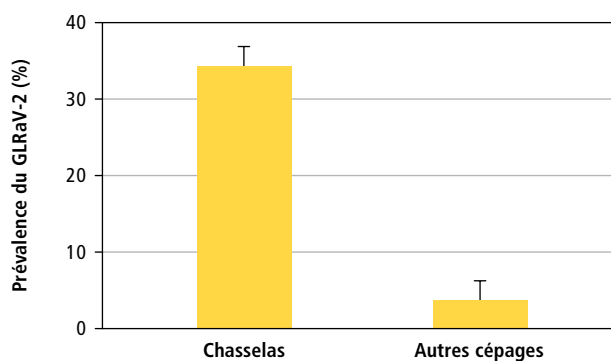


Figure 7 | Taux d'infection (prévalence) du virus 2 de l'enroulement (GLRaV-2) en fonction du cépage. Chasselas: 43 parcelles, autres cépages: 17 parcelles. Intervalles de confiance à 95 %.

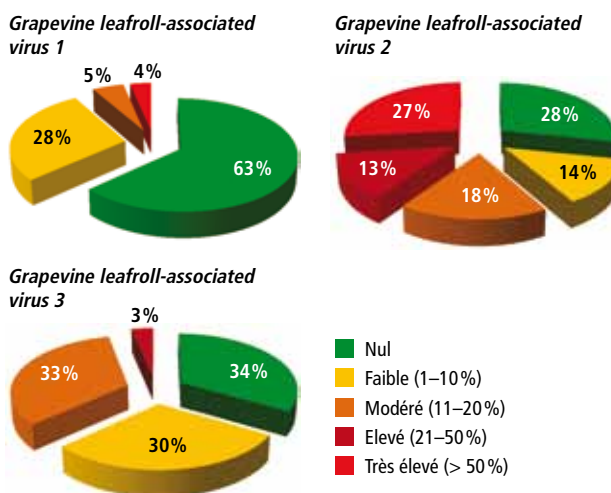


Figure 8 | Classification des 60 parcelles étudiées en fonction de leur taux d'infection par les virus de l'enroulement GLRaV-1, GLRaV-2 et GLRaV-3.

dans des parcelles déjà infectées par le GFLV. Les infections par les virus du court-noué sont très fréquentes: le GFLV, par exemple, a été détecté dans plus de 10 % des échantillons analysés. Dans 14 % des parcelles étudiées, l'infection était élevée ou très élevée (fig. 9).

Sur une même parcelle, plusieurs virus sont présents en général. Ainsi, la plupart des ceps analysés étaient infectés par plusieurs virus. Cette complexité des populations virales au sein d'un cep est encore peu étudiée et l'association de ces différentes populations de même que ses effets sur la symptomatologie sont mal connus.

Le court-noué et l'enroulement viral, les deux viroses viticoles qui ont le plus grand impact économique (Martelli 2014), ont été fréquemment observées dans notre vignoble d'étude de La Côte. La situation et la fréquence des maladies virales décrites dans cette étude sont similaires à celles que mentionnent Besse et Gugerli (2009) pour le vignoble valaisan. Cette dernière étude rapporte que 80 % des parcelles examinées présentaient des infections par les virus de l'enroulement et plus du 30 % des infections de court-noué. Le statut sanitaire du vignoble de La Côte ressemble donc à celui du vignoble valaisan. D'autres études menées à l'étranger mettent également en évidence l'abondance des maladies virales dans les vignobles (Jooste et al. 2015, Akbas et al. 2007, Rayapati et al. 2009).

Les viroses sont bien présentes dans les vignobles et, pour certaines, de manière importante. Du fait qu'il n'existe aucune méthode de lutte curative contre les

maladies virales, l'effort pour maîtriser ces pathogènes et améliorer le statut sanitaire du vignoble doit donc être maintenu. Le moyen de lutte le plus efficace reste d'agir préventivement en plantant des jeunes plants certifiés exempts de virus. Les tests sanitaires (ELISA et indexages) utilisés dans la sélection clonale pratiquée par Agroscope garantissent que les clones proposés sont exempts de viroses graves (Spring et Reynard 2015). La filière de certification garantit ensuite que la qualité sanitaire des plants est maintenue durant la multiplication du matériel végétal en pépinière.

Les maladies virales se propagent principalement lors de la plantation avec l'utilisation de plants de vigne contaminés. Toutefois, les virus peuvent également être transmis d'un cep infecté vers un cep sain par l'intermédiaire d'un organisme tiers, le vecteur. La transmission de la maladie de l'enroulement, par exemple, est assurée par diverses espèces de cochenilles (fig. 10). Depuis quelques années et dans différents vignobles de par le monde, des propagations inquiétantes d'enroulement viral ont été observées, très probablement causées par des cochenilles (Le Maguet et al. 2013). Dans l'éventualité de l'établissement d'un vecteur efficace de l'enroulement dans nos vignobles, il est particulièrement important de maintenir la population de ces pathogènes viraux à de faibles niveaux.

Conclusions

- Des viroses graves de la vigne, le court-noué et l'enroulement, sont fortement répandues dans le vignoble de La Côte vaudoise. Les virus de l'enroulement ont été observés dans 80 % des parcelles étudiées. S'agissant du court-noué, plus de la moitié de ces parcelles sont infectées par cette virose.
- Les virus émergents responsables de nouvelles maladies peuvent, dans certaines conditions, se révéler problématiques. Ils sont de fait encore mal connus, à l'exemple du virus du Pinot gris, qui a été observé pour la première fois dans le vignoble suisse.
- Les virus se propagent principalement par du matériel végétal contaminé. Cependant, des vecteurs naturels comme les cochenilles, en piquant la vigne pour se nourrir, peuvent également transmettre les virus de l'enroulement, propageant ainsi la maladie dans les vignobles.
- La stratégie de lutte contre les viroses de la vigne est exclusivement préventive. Elle se base en premier lieu sur l'utilisation de matériel certifié lors de la plantation, afin de s'assurer que les jeunes vignes sont indemnes de viroses graves. ■

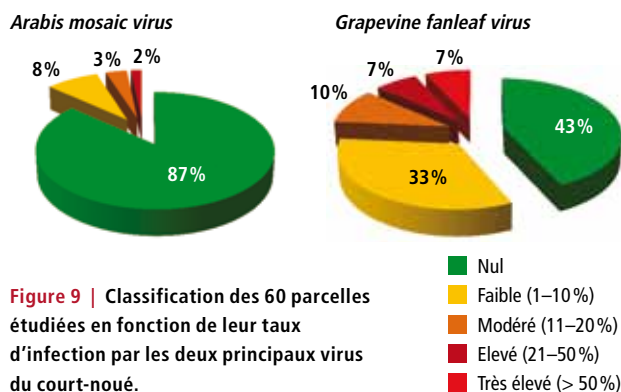


Figure 9 | Classification des 60 parcelles étudiées en fonction de leur taux d'infection par les deux principaux virus du court-noué.



Figure 10 | Cochenille (*Parthenolecanium corni*) sur un sarment de vigne dans une parcelle à Begnins (VD).

Summary

Current status of major grapevine viruses in La Côte vineyards of Switzerland

Viral diseases are reported to cause several detrimental effects on grape and wine production. In order to evaluate the distribution of these pathogens, a survey was undertaken in the vineyards of La Côte in the Swiss canton of Vaud. Results from this survey showed that major viral diseases are widespread in vineyards, particularly leafroll and fanleaf. A recently described virus, *Grapevine Pinot gris-associated virus* (GPGaV), has been detected for the first time in Swiss vineyards. Considering those results, there is little doubt that it is important to use virus free plant from certificated material and that grapevine certification program is of paramount importance for a sustainable wine production.

Key words: grapevine virus, epidemiology, distribution of viruses.

Zusammenfassung

Studie zur Verteilung von Viruserkrankungen im Rebberg der La Côte (Waadt)

Viren sind Krankheitserreger, die im schlimmsten Fall die Weinproduktion stark beeinflussen können. Um die Häufigkeit dieser Krankheitserreger im Rebberg beurteilen zu können, wurde eine Studie in den Rebbergen der La Côte (VD) durchgeführt. Die Ergebnisse dieser Untersuchung zeigen, dass die wichtigsten Viruserkrankungen der Rebe (Reisigkrankheit und Blattrollkrankheit) im Rebberg weitverbreitet sind. Daneben wurde ein neuer Virus, der *Grapevine Pinot gris-associated virus* (GPGaV), zum ersten Mal in der Schweiz identifiziert. Viruserkrankungen sind persistent und es existiert keine kurative Behandlungsmöglichkeit. Die weite Verbreitung von Viren belegt die Wichtigkeit der Züchtung von krankheitsfreiem Pflanzenmaterial und der Zertifizierung zur vorbeugenden Bekämpfung dieser Krankheiten.

Riassunto

Distribuzione delle malattie virali nei vigneti di La Côte (VD)

I virus sono agenti patogeni che possono influenzare negativamente la quantità e la qualità della produzione di un vigneto. Per valutare la frequenza di questi agenti patogeni, uno studio è stato effettuato nei vigneti di La Côte (VD). I risultati di questo studio dimostrano che due malattie virali gravi (l'arriccimento e l'accartocciamento) sono altamente prevalenti nei vigneti di La Côte. Inoltre il virus emergente *Grapevine Pinot gris-associated virus* (GPGaV) è stato identificato per la prima volta in Svizzera. I virusi sono malattie persistenti e incurabili. Infatti, l'abbondanza di virus osservati in questo studio dimostra l'importanza della selezione sanitaria e della certificazione delle barbatelle come unico modo di lotta contro questi agenti patogeni.

Remerciements

Les auteurs remercient Nathalie Dubuis pour les très nombreuses analyses nécessaires à la réalisation de cette étude.

Bibliographie

- Akbas B., Kunter B. & Ilhan D., 2007. Occurrence and distribution of grapevine leafroll-associated viruses 1, 2, 3 and 7 in Turkey. *Journal of Phytopathology* **155**, 122–124.
- Besse S. & Gugerli P., 2009. Survey of major grapevine virus disease in the vineyard of Valais (Switzerland). Proc. 16th Congr. Int. Counc. Study Virus Virus-like Dis. Grapevine (ICVG), Dijon, France, 118–119.
- Giampetruzzi A., Roumi V., Roberto R., Malossini U., Yoshikawa N., La Notte P., Terlizzi F., Credi R. & Saldarelli P., 2012. A new grapevine virus discovered by deep sequencing of virus- and viroid-derived small RNAs in Cv Pinot gris. *Virus Research* **163**, 262–268.
- Gugerli P., Brugger J.-J. & Bovey R., 1984. L'enroulement de la vigne: mise en évidence de particules virales et développement d'une méthode immuno-enzymatique pour le diagnostic rapide (Grapevine leafroll: presence of virus particles and development of an immuno-enzyme method for diagnosis and detection). *Revue suisse Vitic., Arboric., Hortic.* **16**, 299–304.
- Jooste A. C., Molenaar N., Maree H., Bester R., Morey L., De Koker W. & Burger J., 2015. Identification and distribution of multiple virus infections in Grapevine leafroll diseased vineyards. *European Journal of Plant Pathology* **137**, 1–13.
- Krenz B., Thompson J. R., Fuchs M. & Perry K. L., 2012. Complete Genome Sequence of a New Circular DNA Virus from Grapevine. *Journal of Virology* **86**, 7715–7715.
- Le Maguet J., Fuchs J. J., Chadoeuf J., Beuve M., Herrbach E. & Lemaire O., 2013. The role of the mealybug *Phenacoccus aceris* in the spread of Grapevine leafroll-associated virus-1 (GLRaV-1) in two French vineyards. *European Journal of Plant Pathology* **135**, 415–427.
- Martelli G. P., 2014. Directory of Virus and Virus-Like Diseases of the Grapevine and Their Agents. *Journal of Plant Pathology* **96**, 1–136.
- Rayapati N., Tefera M., Olufem I. A., Sridhar J., Gandhi K., Gutha L. R. & Martin R. R., 2009. Current status of grapevine viruses in the pacific northwest vineyards of the United States. Proc. 16th Congr. Int. Counc. Study Virus Virus-like Dis. Grapevine (ICVG), Dijon, France, 108–109.
- Reynard J. S., Schneeberger P. H. H., Frey J. E. & Schaerer S., 2015. Biological, serological and molecular characterization of a highly divergent strain of GLRaV-4 causing grapevine leafroll disease. *Phytopathology*, in press.
- Saldarelli P., Giampetruzzi A., Morelli M., Malossini U., Pirolo C., Bianchedi P. & Gualandri V., 2015. Genetic variability of Grapevine Pinot gris virus and its association with grapevine leaf mottling and deformation. *Phytopathology* **105**, 555–563.
- Spring J. L. & Reynard J. S., 2015. Sélection clonale d'Agroscope. *Revue suisse Vitic., Arboric., Hortic.* **47**, 75–78.

Dosage en continu des sucres et de l'alcool pendant les fermentations par spectroscopie proche infrarouge

Une opportunité pour l'automatisation des vinifications et les défis œnologiques actuels

Arnaud PERNET¹, Ramón MIRA DE ORDUÑA HEIDINGER¹, Danielle WIDMER¹, Anik RIEDO¹, Muriel MERTENAT¹, Marilyn CLÉROUX¹, Jean-Pascal BOURGEOIS², Olivier VORLET² et Charles FROHMAN³

¹Haute Ecole spécialisée de Suisse occidentale, Changins – Haute Ecole de viticulture et œnologie, 1260 Nyon, Suisse

²Haute Ecole spécialisée de Suisse occidentale, Haute Ecole d'ingénierie et d'architecture Fribourg

³Takasago International Corporation, Rockleigh, New Jersey, Etats-Unis

Renseignements: Ramón Mira de Orduña Heidinger, e-mail: ramon.mira@changins.ch, www.changins.ch



Tout comme la spectroscopie proche infrarouge employée pour le dosage des sucres et de l'alcool dans cette étude, la thermographie utilise le rayonnement infrarouge. En œnologie, elle permet d'obtenir des informations sur la distribution spatiale des températures, par exemple pour identifier les pertes de chaleur ou de froid dans la cave. Photo prise par Claude Willemin, Haute Ecole du paysage, d'ingénierie et d'architecture de Genève, avec une caméra thermique FLIR Systems T440 BX.

Introduction

Une étude présentée dans la *Revue suisse de Viticulture, Arboriculture, Horticulture* en 2014 a montré qu'une approche novatrice de la fermentation peut générer des opportunités intéressantes (Frohman *et al.* 2014). L'application de stratégies fed-batch qui maintiennent les concentrations en sucre basses et constantes pendant la fermentation augmente la viabilité des levures et réduit de façon significative la production de métabolites associés à leur réponse au stress. La méthode peut donc être utile pour la vinification de vins à haute concentration en sucres, comme ceux élaborés à partir de raisins partiellement ou entièrement passerillés, ou produits en conditions climatiques chaudes. Les fermentations fed-batch ont également fait preuve d'un grand potentiel dans la réduction de l'acide acétique (Frohman *et al.* 2014; Frohman et Mira de Orduña 2013). Pour des moûts à taux élevés d'acide acétique, à l'exemple des cas qui ont été observés en 2014, cette propriété pourrait aussi se relever avantageuse. Cependant, la méthode fed-batch demande de contrôler constamment les taux de sucres pendant la fermentation.

A l'heure actuelle, le contrôle des fermentations alcooliques en œnologie est surtout basé sur le dosage de la densité du moût (le plus souvent manuellement) et se limite à la manutention d'une certaine température. Depuis quelques années, il existe sur le marché des systèmes de suivi de la fermentation par mesure automatique de la densité du moût ou du dégagement de CO₂ (Schmidt 2010). Ces outils apportent un certain confort et permettent de suivre la cinétique de la fermentation alcoolique, et ainsi de mieux (et de façon automatique) gérer la réfrigération et identifier rapidement des fermentations languissantes. Cependant, ces technologies sont imprécises et incapables de fournir des données sur les concentrations en sucres et alcool nécessaires aux techniques de vinification avancées, comme les fermentations fed-batch (Frohman *et al.* 2014). Bien d'autres outils ont été proposés pour le dosage en ligne des sucres, mais qui présentent tous une multitude d'inconvénients, tels que le manque de spécificité, de sensibilité, ou de solidité des sondes, des problèmes de diffusion ou encore l'exigence de prétraiter les échantillons (séparation, filtration, absorption).

La spectroscopie infrarouge est une méthode d'analyse rapide et non destructive déjà utilisée depuis plus d'une dizaine d'années dans les laboratoires d'analyse œnologique pour le dosage de paramètres de pertinence œnologique (Patz *et al.* 2004; Patz et Dietrich 2005; Patz *et al.* 1999, voir Friedel *et al.* 2013 pour une

Résumé La spectroscopie infrarouge à transformée de Fourier (IRTF) est fréquemment utilisée pour l'analyse d'échantillons œnologiques en laboratoire. Le but de ce projet était de développer et valider une méthode d'IRTF permettant le dosage automatique des sucres et de l'éthanol en continu, c'est-à-dire directement dans la cuve de fermentation. Pour cela, une sonde de transfectance submersible a été reliée à un spectromètre IRTF proche infrarouge. Des modèles de calibration pour le glucose, le fructose, les sucres totaux (définis comme glucose + fructose) et l'éthanol ont été développés avec des échantillons d'apprentissage issus de plusieurs fermentations en blanc et en rouge. Une fois validés, ces modèles se sont avérés efficaces pour le dosage en continu des sucres totaux et de l'éthanol pendant les fermentations en conditions de turbidité pratiques, rapprochant ainsi le laboratoire de la cave. La méthode de dosage en ligne permet aussi de réaliser des fermentations fed-batch pour réduire le stress des levures et la production de métabolites secondaires tels que l'acide acétique. Son application sera évaluée pour la fermentation de moûts chargés en acide acétique.

synthèse actuelle). Ces outils, basés sur le spectre moyen infrarouge, qui peuvent quantifier plusieurs paramètres rapidement une fois calibrés, ne sont toutefois pas adaptés à l'application directe dans la cave. Grâce à la plus forte intensité de son rayonnement, la région du spectre infrarouge proche se prête mieux à l'analyse de liquides troubles tels qu'ils se présentent pendant la fermentation alcoolique (Burns et Ciurczak 2013).

Dans le cadre d'un projet financé par la Haute Ecole spécialisée de Suisse occidentale, des chercheurs des écoles d'ingénieurs de Fribourg et de Changins ont développé et validé l'utilisation d'un spectromètre proche infrarouge à transformée de Fourier (proche IRTF) pour le dosage en ligne automatique des principaux paramètres œnologiques (sucres, alcool) durant la fermentation de moûts blancs et rouges. Pour cela, un grand nombre de moûts ont été choisis avec des taux de sucres et des turbidités différentes.

Matériel et méthodes

Différents moûts naturels et semi-synthétiques blancs et rouges, pasteurisés ou non, ont été utilisés pour cette étude. Pour assurer une large variation d'échantillons pour la calibration, les moûts ont été chaptalisés et/ou dilués et leur turbidité variée a été obtenue entre 200 et 20 000 NTU par ajout d'écorces et nutriments de levure. Ensuite, des fermentations alcooliques en mode batch ou fed-batch ont été encouragées par inoculation de *Saccharomyces cerevisiae* EC1118. Pendant les fermentations, des spectres d'absorbance ont été acquis à l'aide d'un spectromètre proche-IRTF de la société Bruker (Multi Purpose Analyzer, Bruker Optics, Allemagne), équipé d'un détecteur à haute sensibilité InGaAs avec une plage de détection de 12 500–4 000 cm^{-1} , un câble de fibre optique en quartz et une sonde de transmittance autoclavable et submersible (IN271F, Bruker Optics) avec une fenêtre en saphir et une longueur optique de 2 mm. Le système d'acquisition a été contrôlé par le logiciel OPUS v7. Pour générer les calibrations, des échantillons ont été pris tout au long des fermentations et analysés par HPLC comme méthode de référence. Pour cela, une séparation isocratique a été employée sur une phase stationnaire de polystyrène/divinylbenzène (BioRad Aminex HPX87) avec quantification par indice de réfraction. Pour réaliser des fermentations fed-batch automatisées selon la méthode décrite préalablement par Frohman *et al.* (2014), le taux de sucres totaux a été quantifié dans le moût en fermentation au spectromètre proche (IRTF). Ensuite, les données sont converties en signal analogue (4–20 mA) et utilisées pour ajuster le débit d'une pompe péristaltique qui ajoute du moût frais pour maintenir la concentration en sucres à 45 g/l pendant la fermentation.

Résultats

Des modèles ont été générés pour la prédiction des concentrations de glucose, fructose, sucres totaux (définis comme glucose + fructose) et éthanol en utilisant des spectres acquis sur environ 240 échantillons d'apprentissage, pris pendant cinq fermentations d'entraînement en mode batch et trois en mode fed-batch. La figure 1A montre l'aspect des spectres acquis. Pour réduire la dispersion des spectres, causée principalement par les différences de turbidité des échantillons, des prétraitements ont été appliqués aux données. La figure 1B montre les spectres après normalisation des vecteurs. Ensuite, les régions en dessous de 5 000 cm^{-1} et au-dessus de 11 100 cm^{-1} ainsi que les bandes d'absorbance de l'eau (situées principalement entre 6 600–7 100 cm^{-1} et

4 800–5 300 cm^{-1}) ont été exclues pour réduire le bruit du signal et les interférences (fig. 1C). Le tableau 1 présente les paramètres choisis pour le prétraitement des données ainsi que les régions spectrales pour les modèles de calibration. Par la suite, le module de quantification du logiciel chimiométrique (Quant, OPUS v7, Bruker Optics, Allemagne) a été utilisé pour optimiser la précision des prédictions des modèles. Pour cela, les

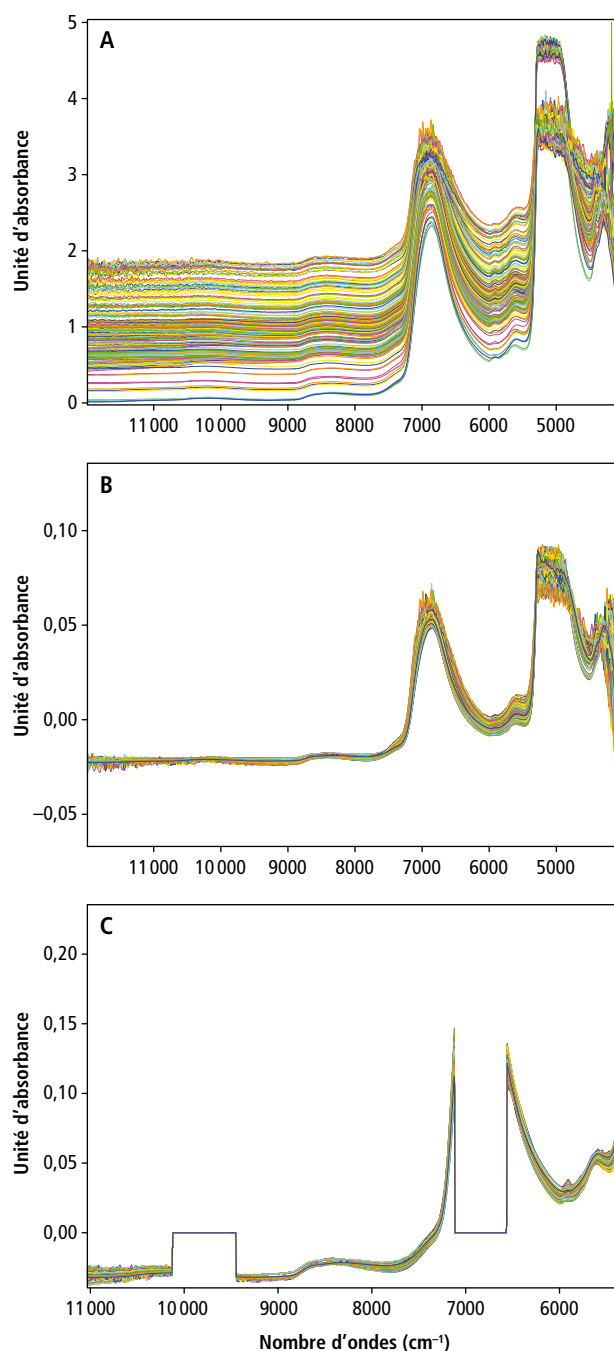


Figure 1 | Spectres d'absorbance en proche infrarouge avant prétraitement (A), après normalisation de vecteurs (B) et après définition des régions spectrales (C) pour la prédiction des teneurs en sucres totaux (glucose + fructose).

modèles ont été améliorés graduellement en incluant de plus en plus d'échantillons d'apprentissage fournis par les fermentations d'entraînement.

La figure 2 illustre cette amélioration: l'erreur de prédiction du modèle initial incluant 33 échantillons seulement était supérieure à 25 g/l. L'augmentation du nombre d'échantillons a pu réduire cette erreur à 11,6 g/l dans le modèle final. Pour vérifier la qualité des modèles, chaque calibration a été vérifiée avec des échantillons de test non inclus préalablement dans la calibration. Des représentations graphiques du modèle

final de calibration pour les sucres totaux et de sa validation externe sont montrées dans la figure 3. Les valeurs statistiques du modèle final pour tous les paramètres sont fournies dans le tableau 2. Une analyse détaillée des erreurs de prédiction du modèle pour les sucres totaux (fig. 4) montre d'ailleurs que l'erreur était plus grande vers les extrêmes des plages de calibration (0–30 g/l et 181–230 g/l).

Finalement, les performances du modèle initial (N=30) et final (N=242) pour les sucres totaux ont été comparées avec des fermentations fed-batch automa-

Tableau 1 | Prétraitements et régions de calibration pour la création de modèles de calibration proche IRTF

Modèle	Prétraitement	Régions de calibration (cm ⁻¹)
Glucose	Normalisation de vecteurs	10229,4 – 9388,5
		8709,7 – 8115,6
		7683,6 – 7120,5
		6557,3 – 5323,0
Fructose	Normalisation de vecteurs Dérivatisation	11031,7 – 7120,5
		6557,3 – 5647,0
Sucres totaux	Normalisation de vecteurs	11031,7 – 10136,8
		9442,5 – 7120,5
		6557,3 – 5323,0
Ethanol	Normalisation de vecteurs	9442,5 – 7621,9
		6557,3 – 5647,0

Figure 2 | Effet du nombre d'échantillons d'apprentissage (N) sur l'erreur de prédiction (RMSEP) du modèle pour les sucres totaux.

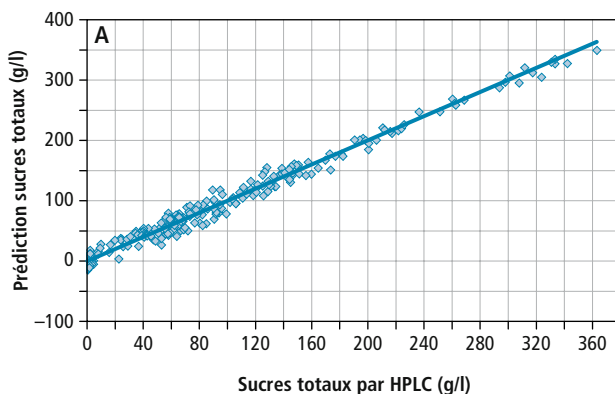
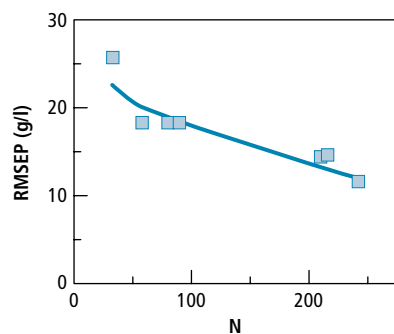


Tableau 2 | Modèles de calibrations proche IRTF finales et leurs paramètres statistiques

Modèle	N	Rang	R ²	RPD	RMSECV	RMSEP
Glucose (g/l)	235	8	93,17	3,83	10,1	12,3
Fructose (g/l)	236	7	93,25	3,86	10,7	10,2
Sucres totaux (g/l)	242	8	97,23	6,01	13	11,6
Ethanol (% v/v)	236	4	98,80	9,14	0,534	0,328

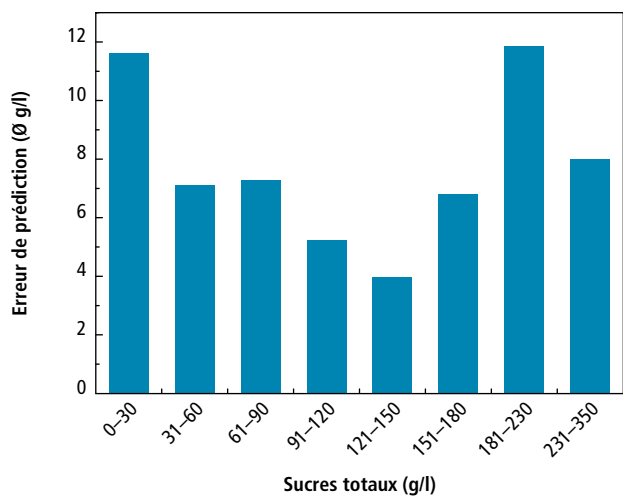


Figure 4 | Moyenne d'erreurs de prédiction pour les sucres totaux à travers différentes plages de concentration pour le modèle final.

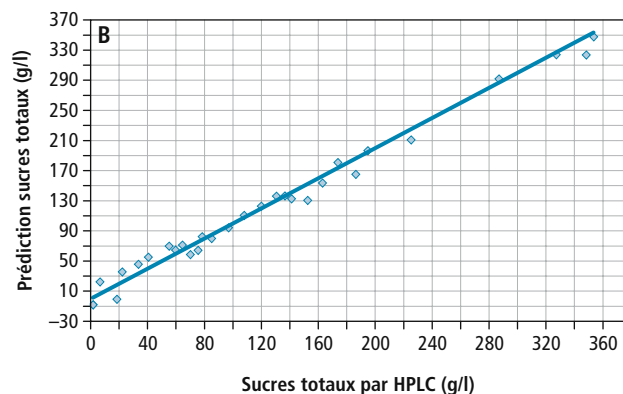


Figure 3 | Calibration du modèle avec des échantillons d'apprentissage (A) et validation externe avec des échantillons de test (B) pour les sucres totaux.

tisées (fig. 5). A cause du nombre réduit d'échantillons d'apprentissage et de l'erreur de prédiction élevée (25,7 g/l), le contrôle de la fermentation par le modèle initial (fig. 5A) était médiocre. Les valeurs de sucres totaux mesurées avec la méthode HPLC de référence ont dépassé la valeur de consigne de 45 g/l de 25 g/l pendant la fermentation. Une forte erreur systématique a pu être constatée. En revanche, le modèle final (fig. 5B) a permis de maintenir les sucres totaux à ± 5 g/l de la valeur de consigne, avec une erreur moyenne de prédiction de 0,45 g/l seulement.

Discussion

Nous avons développé et validé une méthode de spectroscopie proche infrarouge à transformée de Fourier (proche IRTF) pour le dosage automatique des principaux paramètres œnologiques (sucres, alcool) pendant la fermentation de moûts blancs et rouges. Comme les appareils de laboratoire basés sur le moyen infrarouge, l'application de la spectroscopie proche IRTF en cave exige de développer des modèles de calibration afin de permettre le dosage de composés d'intérêt. Pour ce projet, nous avons utilisé un grand nombre d'échantillons issus de fermentations en blanc et rouge et la chromatographie en phase liquide comme méthode de référence pour calibrer la méthode de dosage par proche IRTF. En utilisant le logiciel chimiométrique fourni avec le spectromètre, des modèles de calibration passables ont pu être développés pour le glucose et le fructose, et des calibrations bonnes et même excellentes pour les concentrations en sucres totaux et en éthanol, respectivement. La précision de la méthode est suffisante pour évaluer la condition actuelle d'une fermentation et déterminer sa fin. Cependant, la précision du modèle n'est pas encore adéquate en dessous de 30 g/l de sucres totaux. Le modèle devrait donc

être amélioré pour permettre l'interruption automatique d'une fermentation par exemple, afin de laisser une certaine quantité de sucres résiduels.

Par contre, cette étude a déjà pu démontrer que la méthode de dosage de sucres totaux par proche IRTF permet de réaliser des fermentations fed-batch automatiques telles que les proposent Frohman *et al.* (2014). Puisque les fermentations fed-batch permettent d'augmenter la viabilité des levures et de réduire significativement les taux d'acide acétique (Frohman et Mira de Orduña 2013), leur automatisation constitue un pas supplémentaire vers une application industrielle potentielle. Dans ce but, des études vont être menées pour améliorer encore les calibrations et pour réduire le coût de la technologie, qui reste très élevé. L'intérêt des fermentations fed-batch automatisées pour la vinification de moûts chargés en acidité volatile sera aussi évalué.

Conclusions

- Un spectromètre en proche infrarouge à transformée de Fourier a pu être calibré pour doser le glucose, le fructose, les sucres totaux et l'alcool dans des moûts et vins blancs et rouges.
- Les calibrations sont efficaces en conditions de production. Elles permettent le dosage direct et en continu pendant les fermentations, notamment en conditions de turbidité extrême.
- Actuellement, la précision ne permet pas encore d'assurer l'arrêt automatique des fermentations pour obtenir des vins pourvus d'un certain taux de sucres résiduels.
- Cependant, la méthode de dosage permet de réaliser des fermentations fed-batch qui réduisent le stress des levures et la production de métabolites secondaires tels que l'acide acétique.
- Le laboratoire de chimie du vin à CHANGINS étudiera l'application de cette méthode notamment sur des moûts chargés en acide acétique. ■

Remerciements

Les auteurs expriment leur gratitude pour le soutien financier obtenu dans le cadre du programme thématique HealthFood de la Haute Ecole spécialisée de Suisse occidentale pour réaliser cette étude (A-line, projet #39155).

Bibliographie

- Burns D. A. & Ciurczak E. W., 2013. Handbook of Near-Infrared Analysis. CRC Press, Boca Raton, FL.
- Friedel M., Patz C.D. & Dietrich H., 2013. Comparison of different measurement techniques and variable selection methods for FT-MIR in wine analysis. *Food Chemistry* **141**, 4200–4207.
- Frohman C., Widmer D. & Mira de Orduña R., 2014. Amélioration de la performance des levures œnologiques avec la méthode fed-batch. *Revue suisse Vitic., Arboric., Hortic.* **46**, 182–186.

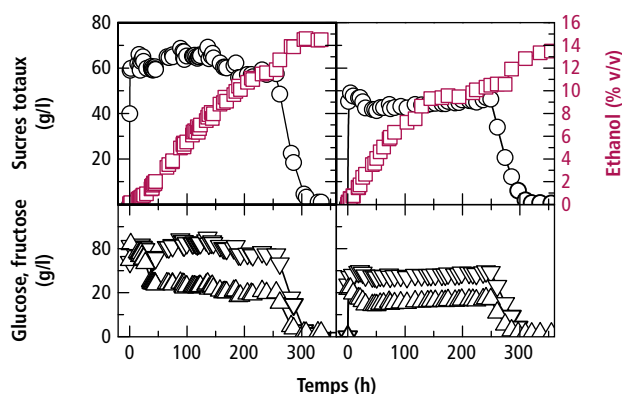


Figure 5 | Concentrations en sucres totaux, éthanol, glucose et fructose (mesuré par HPLC) pendant des fermentations fed-batch avant (gauche) et après (droite) optimisation des modèles de prédiction. Valeur de consigne: 45 g/l.

Summary ■ Continuous quantification of sugars and alcohol during fermentations by near infrared spectroscopy. Opportunities for automation of vinifications and current enological challenges

The application of Fourier Transformation infrared spectroscopy (FTIR) is well established for the laboratory analysis of enological samples. The aim of the current project was to develop and validate a FTIR method for the automated in-line quantification of sugars and ethanol, i.e. directly in the tank. A submersible trans-reflectance probe attached to a near infrared FTIR-spectrometer was used. Calibration models for glucose, fructose, total sugars (defined as glucose + fructose) and ethanol were developed with training samples taken from several red and white vinifications. The calibration models were then validated and proved efficient for the continuous quantification of total sugars and ethanol under practical turbidity conditions thus bringing the laboratory closer to the wine cellar. The in-line detection method also allows carrying out fed-batch fermentation to reduce yeast stress and the production of secondary metabolites such as acetic acid. Its application for the fermentation of grape musts with increased acetic acid levels will be considered.

Key words: wine, near infrared spectroscopy, fermentation, yeast, automation.

Zusammenfassung ■ Kontinuierliche Messung von Zuckern und Alkohol während der Gärung durch Anwendung der Nahinfrarotspektroskopie. Chancen für die Automatisierung von Vinifikationen und aktuelle önologische Herausforderungen

Die Anwendung der Fourier-Transformation Infrarotspektroskopie (FTIR) zur Laboranalyse önologischer Proben ist verbreitet. Das Ziel der vorliegenden Arbeit war die Entwicklung und Validierung einer FTIR Methode zur automatischen in-line Analyse von Zuckern und Ethanol, d.h. direkt am Gärungsgebäude. Hierzu wurde eine Transflek-tions-sonde, welche an ein Nahinfrarot FTIR-Gerät angeschlossen war, verwendet. Kalibrationsmodelle für Glukose, Fruktose, Gesamt-zucker (definiert als Glukose + Fruktose) und Ethanol wurden mit Trainingsproben erstellt, welche während mehrerer Rot- und Weissweinfermentation genom-men wurden. Die Kalibrationsmodelle wurden anschliessend validiert und erwiesen sich als geeignet für die Bestimmung der Gesamtzucker- und Ethanolwerte in Gärungen unter praktischen Trübungsbedingungen. Die in-line Messmethode ermöglicht auch die Durchführung von fed-batch Gärungen mit dem Ziel den Stress der Hefen und die Produktion von Sekundärmetaboliten wie der Essigsäure zu verringern. Ihre Anwendung zur Vergärung von Traubenmosten mit hohen Anfangsessigsäurekonzentrationen wird evaluiert werden.

Riassunto ■ Dosaggio continuo di zuccheri e dell'alcol durante le fermentazioni mediante spettroscopia nel vicino infrarosso. Un'opportunità per l'automatizzazione delle vinificazioni e le attuali sfide enologiche

L'applicazione della spettroscopia infrarossa a trasformazione di Fourier (IRTF) è diffusa per l'analisi di campioni enologici in laboratorio. Lo scopo di questo progetto era di sviluppare e validare un metodo d'IRTF che permetta il dosaggio automatico in linea degli zuccheri e dell'etanolo, vale a dire, direttamente nella botte di fermentazione. Per questo motivo è stata utilizzata una sonda di trasflettanza sommergibile collegata a uno spettrometro IRTF nel vicino infrarosso. Dei modelli di calibrazione per il glucosio, il fruttosio, gli zuccheri totali (definiti come glucosio + fruttosio) e l'etanolo sono stati sviluppati utilizzando campioni di saggio prelevati nel corso di diverse fermentazioni in bianco e in rosso. Questi modelli sono stati, in seguito, validati e si sono dimostrati efficaci per il dosaggio continuo degli zuccheri totali e dell'etanolo durante le fermentazioni in condizioni di torbidità normalmente osservata nella pratica, ravvicinando così il laboratorio alla cantina. Il metodo di dosaggio in linea permette anche di realizzare delle fermentazioni fed-batch per ridurre lo stress dei lieviti e la produzione di metaboliti secondari quali l'acido acetico. La sua applicazione per la fermentazione di mosti ricchi in acido acetico sarà valutata.

- Frohman C. A. & Mira de Orduña R., 2013. Cellular viability and kinetics of osmotic stress associated metabolites of during traditional batch and fed-batch alcoholic fermentations at constant sugar concentrations. *Food Research International* 53, 551–555.
- Patz C. D., Blicke A., Ristow R. & Dietrich H., 2004. Application of FT-MIR spectrometry in wine analysis. *Analytica Chimica Acta* 513, 81–89.

- Patz C. D. & Dietrich H., 2005. Automatic determination of grape quality. *Der Deutsche Weinbau*, Neustadt 14, 16–22.
- Patz C. D., David A., Thente K., Kürbel P. & Dietrich H., 1999. Wine Analysis with FTIR spectrometry. *Wein Wissenschaft* 54, 80–87.
- Schmidt O., 2010. Moderne Gärungssteuerungen: Gärung goes online [Modern fermentation control systems: fermentation goes online]. *Das Deutsche Weinmagazin* 13, 22–27.

SOA 2014: régulation de la charge et comparaison des variétés

Esther BRAVIN, Agroscope, 8820 Wädenswil

Dominique DIETIKER, Agridea, Eschikon 28, 8315 Lindau

Renseignements: Esther Bravin, e-mail: esther.bravin@agroscope.admin.ch, tél. +41 58 460 62 44, www.agroscope.ch



Rencontre des chefs d'exploitation SOA 2014 en Thurgovie.

En s'appuyant sur le projet Support Obst Arbo (SOA), la recherche et le conseil agricole élaborent des chiffres repères et des outils pour aider les producteurs fruitiers à la gestion économique de leur exploitation. Le rapport 2014 présente les nouveaux résultats du projet, ainsi que les thèmes qui étaient à l'agenda de la réunion des chefs d'exploitation de l'automne 2014 en Suisse alémanique.

Qu'est-ce que le SOA?

Le réseau d'exploitations Support Obst Arbo (SOA) permet aux chercheurs et aux conseillers agricoles de soutenir les arboriculteurs, en générant des chiffres clés pour l'économie d'entreprise. Ce rapport met en relief les résultats du projet SOA sur l'évolution des coûts de production, le revenu par variété et l'efficacité

de la régulation de la charge. A l'avenir, davantage d'exploitations de Suisse romande, d'exploitations bio et d'exploitations de fruits à noyau devraient être intégrées au réseau, pour améliorer sa représentativité.

Le projet SOA vise à renforcer la compétitivité de l'arboriculture suisse. Conduit conjointement par Agroscope et Agridea, il est soutenu financièrement par la Fruit-Union Suisse (FUS). Les données enregistrées dans les exploitations de référence servent avant tout à l'évaluation des procédés et variétés couramment utilisés dans la pratique, ou des nouveautés. Le but des analyses est d'améliorer le niveau des connaissances et de proposer aux producteurs et conseillers des aides à la décision. Le SOA permet aux producteurs du réseau de recevoir des analyses personnelles jusqu'au niveau du quartier variétal. Les résultats standardisés sont publiés régulièrement dans des revues spécialisées, bénéficiant ainsi à l'ensemble du secteur arboricole.

Le nombre d'exploitations reste stable, mais les surfaces augmentent

De 1997 à 2013, le nombre de producteurs de pommes participant au réseau a passé de 15 à 17. Cependant, durant ces seize ans, ce nombre a fortement fluctué (24 exploitations en 2000, 13 en 2003, fig.1). Les producteurs de pommes bio sont au même niveau qu'en 1997, avec une seule exploitation. Le nombre total d'exploitations n'a que peu augmenté de 1997 à 2013, mais la surface cultivée analysée au sein du SOA, elle, a augmenté de 70 %.

Treize exploitations forment le noyau du SOA et transmettent leurs données en continu depuis 1997, en les saisissant régulièrement à l'aide du logiciel ASA-Agrar. Seule cette régularité dans le temps permet à l'exploitant d'obtenir des informations significatives sur l'évolution de l'exploitation. Ces exploitations permettent également d'effectuer des analyses globales sur une longue période.

Chute de rendement en 2013

En 2013, le rendement moyen en pommes des exploitations SOA (hors exploitations bio) était de 28 t/ha. Dans le cadre de ce projet, les coûts de production sont standardisés afin de comparer les chiffres clés. Pour les coûts de main-d'œuvre, les tarifs suivants ont été appli-

qués (en accord avec la FUS): 34.50 fr./MOh (heures de main-d'œuvre) pour le chef d'exploitation, 24 fr./MOh pour la main-d'œuvre interne et 21 fr./MOh pour la main-d'œuvre externe. Les coûts des machines sont calculés selon les tarifs du rapport coûts-machines d'Agroscope (Gazzarin 2014). Les coûts moyens de production standardisés des exploitations SOA s'élevaient à 20436 fr./ha en 2013, ce qui est nettement plus faible que les années précédentes (tabl. 1). Toutefois, les rendements des surfaces SOA étaient également bas en 2013. Cette faible productivité peut être expliquée d'une part par une année à moindres rendements pour toute la Suisse, mais aussi par le fait que les producteurs concernés cultivaient plusieurs nouvelles variétés (2013: 10%), qui étaient parfois dans leur première année de production.

2014: comme 2011?

En 2014, les estimations de récolte effectuées selon la méthode de Bavendorf étaient très élevées pour la Suisse orientale, avec 43 t/ha. Les années à forts rendements font chuter les prix à la production, ce qui peut générer des résultats négatifs. Avec 38 t/ha, les produc-

teurs SOA ont obtenu en 2011 des rendements moyens plus élevés qu'en 2010 (-28%), 2012 (-11%) et 2013 (-40%). Par conséquent, les prix à la production étaient plus bas. Les résultats des producteurs SOA étaient toutefois positifs en 2011: ils ont pu en moyenne tirer un bénéfice. Les producteurs pourront-ils également faire un bénéfice en 2014? Les estimations de récolte 2014 sont probablement plus élevées que les rendements effectifs (comme en 2013, OFAG 2014; fig. 2). Ainsi, les prix ne chuteront pas autant que ce qui était craint en août. Toutefois, le taux plancher de l'euro ayant entre-temps été aboli, le tourisme de consommation pourrait s'accroître et la demande indigène diminuer. Les exportations en Russie ne peuvent améliorer la situation actuelle que ponctuellement. Ces facteurs agissant parfois de manière opposée compliquent les prévisions.

Tableau 1 | Rendement et coûts de production SOA

	Rendement (kg/ha)	Coûts de production (Fr./ha)
2010	30 262	26 799
2011	38 614	28 764
2012	34 520	27 773
2013	27 565	20 436

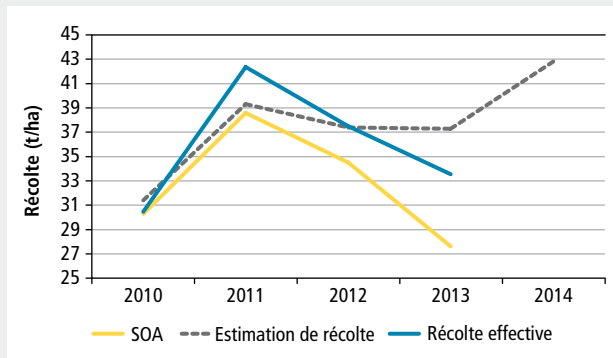


Figure 2 | Rendements des producteurs du réseau SOA comparés aux estimations de récolte de l'Office fédéral de l'agriculture (OFAG) et à la récolte effective (selon les rapports annuels FUS).

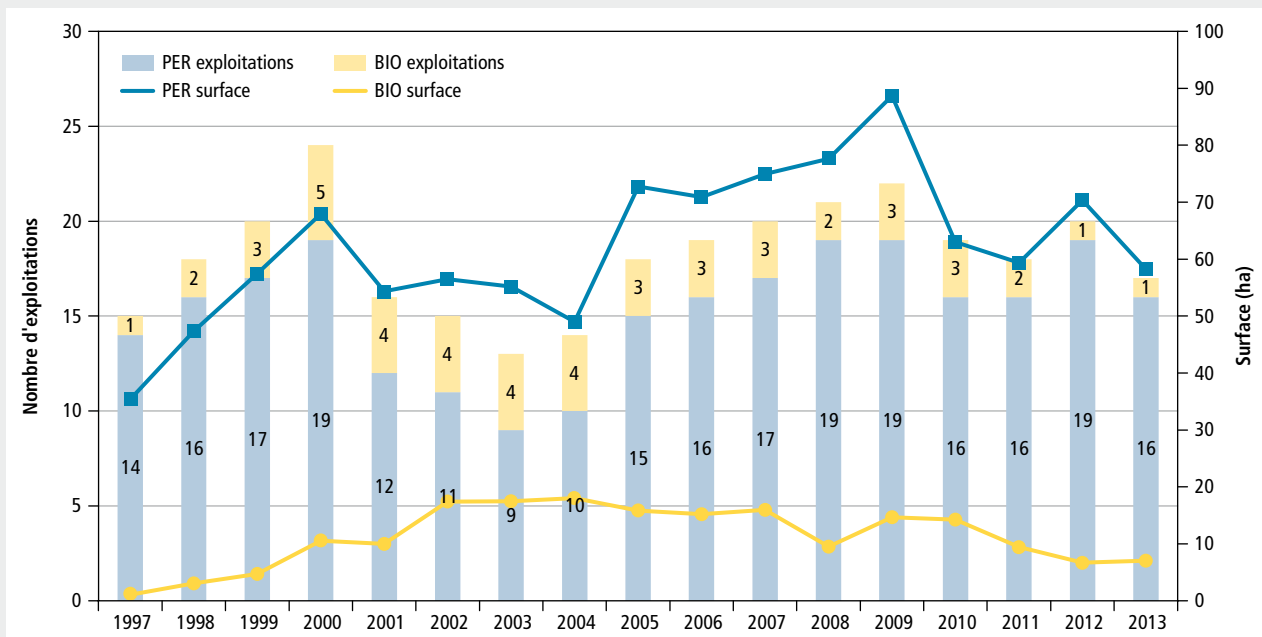


Figure 1 | Nombre d'exploitations et surfaces du réseau SOA de 1997 à 2013.

Fluctuation du revenu du travail par variété

Avec 82 % des surfaces (en 2013), la pomme est la culture la plus importante du réseau d'exploitations SOA. C'est pourquoi le présent rapport annuel contient les résultats des comparaisons des variétés de pommes.

Le revenu du travail par hectare est formé par la différence entre le produit et les coûts de production (sans les coûts de main-d'œuvre), divisée par le nombre d'heures de main-d'œuvre. L'observation de la moyenne fait ressortir que Topaz et Boskoop sont les variétés qui offrent le revenu du travail le plus élevé. De 2009 à 2012, ces variétés ont obtenu aussi bien des rendements que des prix à la production élevés. Braeburn, Gala, Fuji, Jonagold et Nicoter génèrent également un assez bon revenu du travail. La moyenne se situe à envi-

ron 30 fr./MOh. Maigold dégage de moins bons résultats, avec 12 fr./MOh, qui s'expliquent par des prix à la production bas (moins de 0,60 fr./kg). Sur la figure 3, la dispersion des valeurs reflète les différences entre les années (fluctuations de rendement et de prix) et entre les producteurs. Les variétés ne se différencient ainsi que faiblement d'un point de vue statistique. Topaz et Boskoop se distinguent des autres variétés par un revenu du travail élevé et Maigold par un faible revenu du travail.

Influence de la régulation de la charge

La régulation de la charge et les résultats de 1997 à 2012 obtenus par 27 exploitations SOA comprenant 87 quartiers de Gala ont été analysés. Les producteurs

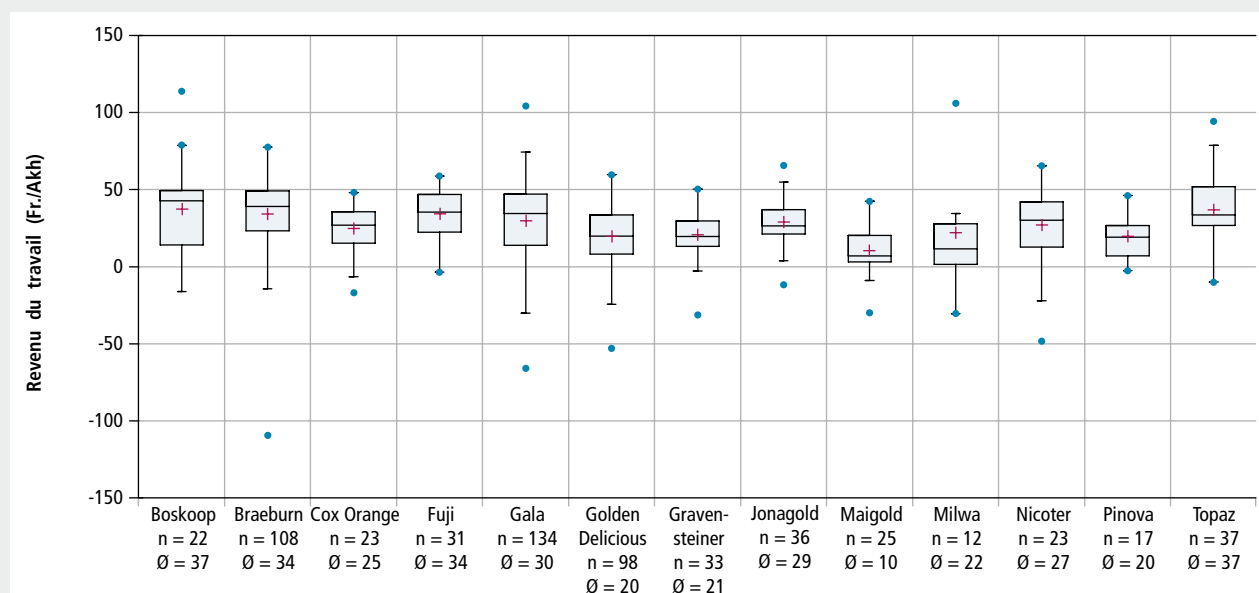


Figure 3 | Revenus du travail du réseau SOA par variété de 2009 à 2012.

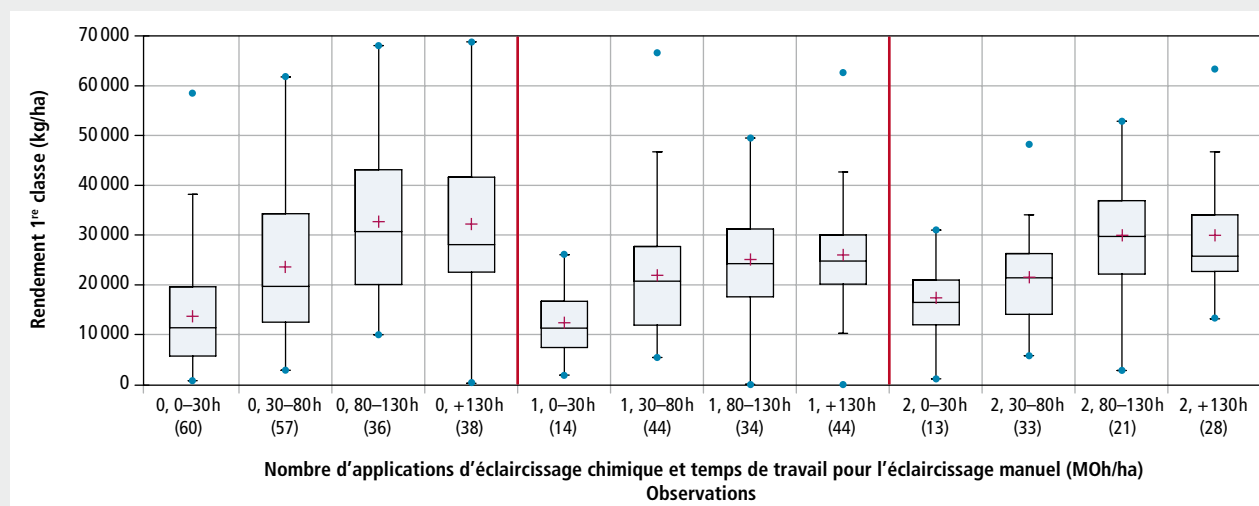


Figure 4 | Influence d'un éclaircissage manuel complémentaire à l'éclaircissage chimique sur les rendements de la classe 1.

ont effectué un éclaircissage manuel en complément d'un éclaircissage chimique. Les interventions chimiques ont été différenciées entre aucun, un et deux traitements (0, 1 et 2 applications). Les heures de main-d'œuvre pour l'éclaircissage manuel ont été classées en quatre catégories: 0–30 MOh/ha, 30–80 MOh/ha, 80–130 MOh/ha et plus de 130 MOh/ha. Puis les combinaisons (nombre d'interventions éclaircissage chimique x nombre d'heures de main-d'œuvre éclaircissage manuel) ont été réparties en douze variantes (fig. 4) et les rendements correspondants de la classe 1 ont été analysés.

Indépendamment du nombre de traitements chimiques pour réguler la charge (0, 1 ou 2 applications), l'éclaircissage manuel permet jusqu'à 80–130 MOh/ha d'accroître les rendements de la classe 1. Un nombre d'heures dépassant 130 MOh/ha n'influence plus les rendements de la classe 1. Les parcelles sans éclaircissage chimique n'obtiennent pas de moins bons rendements que les parcelles avec éclaircissage chimique et manuel. Cependant, la dispersion des parcelles sans éclaircissage chimique est beaucoup plus large que celle des parcelles avec éclaircissage chimique. Cette large dispersion peut être expliquée de manière physiologique: puisque l'éclaircissage manuel est effectué en été une fois les bourgeons floraux de l'année déjà induits, l'alternance n'est que partiellement réduite. En revanche, l'éclaircissage chimique a une influence directe sur l'induction des bourgeons floraux, le(s) traitement(s) étant effectué(s) avant l'induction florale. Ainsi, un traitement chimique n'entraîne pas de meilleurs rendements, mais des rendements plus réguliers.

Rencontre des chefs d'exploitation en Thurgovie

La rencontre des chefs d'exploitation SOA s'est tenue le 27 novembre 2014 à Berg, dans le canton de Thurgovie. Les participants ont reçu leurs résultats personnels, qu'ils pouvaient comparer et discuter avec leurs collègues de la profession (benchmark).

L'utilisation et l'efficacité des plateformes de récolte (notamment Pluk-o-Track) ont également fait l'objet de débats. Bien qu'une plateforme présente des avantages économiques, choisir l'outil idéal est difficile: l'utilisation, la pente, le budget ainsi que les préférences du producteur sont déterminants. La remarque d'un producteur était pertinente: «Si l'on est globalement satisfait de sa plateforme de récolte, on en choisit une semblable par la suite». Des recherches plus approfondies sont en cours pour déterminer la surface minimale nécessaire à une plateforme de récolte et l'intensité de son exploitation pour que la machine soit rentable.

Evolution du réseau SOA

SOA est surtout représentatif pour les producteurs de pommes de Suisse orientale (principalement le canton de Thurgovie) qui exploitent au moins 5 ha. En raison des exigences professionnelles, l'enregistrement des données à l'aide du logiciel est contraignant. Actuellement, les données économiques d'exploitations de fruits à noyau ou bio de Suisse romande font défaut. Une seule exploitation de Suisse romande et une seule exploitation bio enregistrent à ce jour leurs données au sein du réseau, ce qui contraste fortement avec la répartition des surfaces de pommiers en Suisse: le Valais et le canton de Vaud exploitent 43 % des vergers de pommiers en Suisse (OFAG 2015). En outre, la conduite des arbres, la protection contre les intempéries, la gamme variétale et les structures ne sont pas les mêmes en Suisse romande et alémanique. Ainsi, l'extension du réseau d'exploitations en Suisse romande est un objectif pour l'évolution du SOA.

En 2014, la réorganisation du réseau d'exploitations a démarré. Un nouveau concept et une nouvelle documentation ont permis de poser les bases d'un réseau plus efficace. En 2015, une meilleure visibilité et identification devraient être mises en place, notamment par le biais d'une nouvelle image (site internet, logo). A moyen terme, des outils informatiques plus modernes devraient apporter de nombreux avantages au producteur: plus de convivialité, une meilleure efficacité et une réduction des travaux administratifs. ■

Remerciements et informations

Nous remercions Johannes Hanhart, Dante Carint (tous deux d'Agridea) et Isabel Mühlenz (Agroscope) pour leur contribution et leurs suggestions sur l'article. Le présent article a paru en allemand dans la *Schweizer Zeitschrift für Obst und Weinbau* 151 (4) 2015, 11–14.

Bibliographie

- Gazzarin C., 2014. Coûts-machines 2014. Accès: http://www.agroscope.admin.ch/publikationen/einzelpublikation/index.html?lang=fr&aid=34186&p_id=34328 [26.1.2015].
- Bundesamt für Landwirtschaft, 2015. Obstkulturen der Schweiz – Flächenstatistik, www.blw.admin.ch/themen/00013/00083/00096/01188/index.html?lang=de [26.1.2015].
- Bundesamt für Landwirtschaft, 2014. Apfel- und Birnenanlagen: Ernteschätzung 2014, www.blw.admin.ch/themen/00013/00083/00096/01188/index.html?lang=de [26.1.2015].



Convient à
BIOLOGIQUE
l'agriculture

*Plus de naturel
ça coule de source!*

MICROTHIOL SPÉCIAL®



SOUFRE EN MICROGRANULÉS HYPERDISPERSIBLES



DISPONIBLE DANS VOTRE

Landi

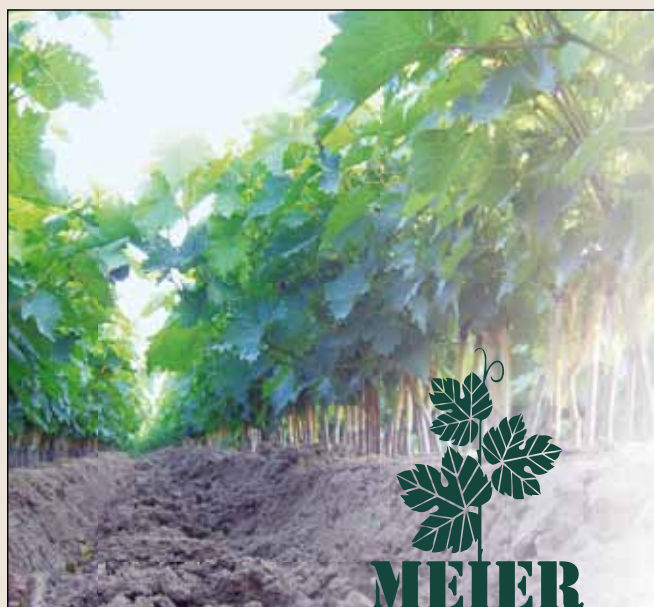
Marque déposée de Cerexagri - Homologation n° W2675 - Teneur : 80% de soufre à l'état libre. Bien lire l'étiquette avant toute utilisation et bien respecter les précautions d'emploi.



cerexagri
United Phosphorus Ltd

An:ASP2010/2012-135x190 - Crédit photo : Getty Images - Bruno Meunier

PRODUITS POUR LES PROFESSIONNELS : RESPECTER LES CONDITIONS D'EMPLOI



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

SNOPEX ...professionnalisme à votre service
www.snopex.com




Presses rotatives pour motofaucheuses et tracteurs

Bouchons en liège

Capsules à vis · Bouchons couronne

Capsules de surbouchage · Bondes silicone

Barrisques · Supports porte-barrisques · 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

Jean-Sébastien Reynard: les pieds sur terre, la tête dans le microscope

L'agriculture, Jean-Sébastien Reynard la connaît depuis l'enfance: né à Savièse (VS) dans une exploitation mixte «fendant-raclette», comme il le dit en riant, il vit au rythme des estives et des vendanges.

A l'école, sa facilité à apprendre lui ouvre naturellement la porte du gymnase. Après une maturité socio-économique, le goût de l'agriculture lui revient. Il entame des études d'agronomie au Poly de Zurich, notamment pour le défi de la langue. C'est une période d'ouverture au monde, à la ville, à d'autres approches. Il s'oriente vers la biotechnologie et se passionne pour le fonctionnement microscopique de la nature, qui complète harmonieusement les connaissances pratiques acquises à la vigne ou dans la fromagerie de son enfance.

Voir ailleurs

Ses études lui fournissent en outre l'occasion de découvrir d'autres régions du monde. Durant six mois, un stage dans une entreprise de création variétale de maïs lui permet ainsi de parcourir le Brésil de part en part, en visitant des parcelles d'essai. Au retour, la bougeotte le reprend et, via Erasmus, il part à Bologne effectuer son travail de diplôme: un travail sur l'isolation des régions génomiques codant pour la précocité du maïs. Puis c'est le départ pour l'Australie pendant un an chez des producteurs de lait et éleveurs de chevaux de course. La grave sécheresse – huit mois et demi sans pluie – à laquelle ces agriculteurs sont confrontés lui montre la réalité des changements climatiques en marche.

Retour à la vigne

A son retour, le Centre viticole d'Agroscope à Pully l'engage pour un projet de quatre ans sur les terroirs viticoles, assorti de la possibilité de faire une thèse. Le côté complet de ce travail l'enchanté: «C'était intéressant de suivre toute la filière de la vigne jusqu'au vin, avec les variables environnementales en point de mire.» A l'obtention de sa thèse de doctorat, il est prêt à repartir pour la Californie lorsqu'un poste en virologie viticole se libère à Changins.

Les virus le fascinent; depuis maintenant quatre ans, il fait à la fois de la recherche et de la certification de plants exempts de viroses. La recherche consiste à développer des outils de diagnostic dans le but de dépister ces pathogènes pour éviter leur dissémination dans



Jean-Sébastien Reynard (photo Carole Parodi, Agroscope)

le vignoble. En outre, les techniques de séquençage révolutionnent aujourd'hui la vision du monde viral: les virus sont ubiquitaires et, si beaucoup d'entre eux peuvent infecter la vigne, reste à déterminer leur dangerosité pour celle-ci. Mais que faire de ces résultats? Les remèdes n'existent pas pour les viroses déclarées dans les parcelles, il s'agit donc et uniquement de travailler en amont, en proposant des ceps sains. Sur le plan fondamental, le triangle formé par la plante, le virus et le vecteur est encore largement à étudier, en incluant l'influence des changements climatiques. Plusieurs projets sont déjà lancés pour lutter à l'avenir contre les virus de la vigne, dont les résultats ne seront disponibles que dans dix à quinze ans.

Père d'une petite fille depuis peu, Jean-Sébastien Reynard le bouillonnant tempère: «Je suis aussi adepte de cette lenteur»...

Eliane Rohrer, Revue suisse de Viticulture, Arboriculture, Horticulture



gvz_rossat
Le choix des professionnels

ACTION protection & outils pour la récolte

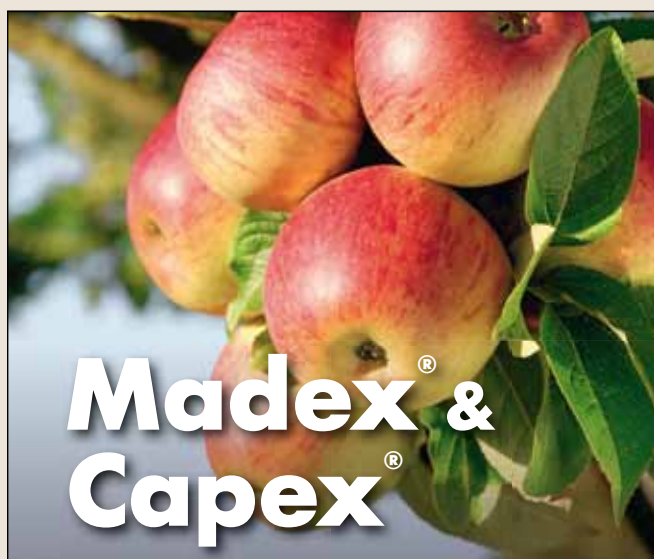
Profitez de notre action du 3 au 28 août 2015.

Contactez-nous!

Tél.: +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

- Matériel de ligature
- Fils
- Piquets et tuteurs
- Outils
- Filets et housses de croissance
- Whailex de protection
- Irrigation
- Appareils de mesure



Madex[®] & Capex[®]

Contre le carpocapse et le capua

- Efficacité éprouvée et sélective
- Pas de résidus
- Un produit suisse



Andermatt
Biocontrol

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

Pépinières Ph. Borioli

Partenaire de votre réussite

Planter c'est prévoir!

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



Nouvel encépagement?

Vinifera ou Interspécifique, demandez nos conseils et services



Raisins de table: votre nouvelle culture fruitière!

Choix de variétés adaptées à vos labels



CH-2022 BEVAIX

Tél. 032 846 40 10

Fax 032 846 40 11

E-mail: info@multivitis.ch www.multivitis.ch

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**

Ecole supérieure (ES) de technicien/ne vitivinicole

Cette formation pratique et théorique fait référence en Suisse pour l'acquisition de toutes les compétences du métier de viticulteur-encaveur.

L'ES offre une formation étoffée intégrant la viticulture et l'encavage, complétée par l'apprentissage de l'allemand et un solide bagage en gestion d'entreprise et en marketing.



Le technicien/ne vitivinicole maîtrise toutes les opérations de la production et de la commercialisation de vins dans le cadre d'une petite ou moyenne entreprise, notamment en Suisse. Il cultive ses vignes et vinifie sa récolte en poursuivant les objectifs de qualité et en respectant les exigences du développement durable. Il peut être amené à participer à des activités de formation ou de défense professionnelle. Son rôle dans l'entretien et la valorisation du patrimoine suisse est incontournable.

Le technicien vitivinicole dispose de toutes les compétences requises pour:

- analyser la situation actuelle de l'entreprise pour, ensuite, définir sa stratégie entrepreneuriale;
- conduire le vignoble de manière à assurer une vendange de qualité dans le respect de l'environnement;
- vinifier selon les exigences de qualité et les besoins des consommateurs;
- s'insérer dans le réseau de commercialisation national et être le plus près possible de ses clients;
- gérer et conduire le personnel, assurer l'administration et la comptabilité du domaine;

Titres décernés

- Technicien/ne vitivinicole dipl. ES
- Dipl. Weinbautechniker/in HF
- Technico vitivinicole dipl. SSS

L'école supérieure de CHANGINS, c'est:

24 mois	A plein temps
48 mois	En cours d'emploi
1600 heures	Cours théoriques et travaux pratiques
720 heures	Stages en entreprise
320 heures	Travail de diplôme
160 heures	Travail de semestre et voyage d'études

- exercer son activité principalement en Suisse ou dans des conditions climatiques, naturelles et législatives similaires.

Conditions d'admission

Etre au bénéfice d'un CFC de viticulteur ou de caviste. Faire preuve d'une année d'expérience professionnelle post-CFC.

Les détenteurs d'un CFC autre que celui de caviste ou de viticulteur ainsi que les détenteurs d'une maturité gymnasiale doivent obtenir un CFC de viticulteur ou un CFC de caviste (cursus en deux ans au lieu de trois); ils ne sont pas astreints à l'année d'expérience professionnelle post-CFC mais doivent réussir le test d'aptitudes professionnelles pratiques (organisé par l'ES de Changins en juillet).

Les détenteurs d'un CFC de viticulteur et d'un CFC de caviste ne sont pas astreints à l'année d'expérience professionnelle post-CFC mais doivent réussir le test d'aptitudes professionnelles pratiques (organisé par l'ES de Changins en juillet).

Pour les personnes de plus de 25 ans disposant d'une expérience professionnelle confirmée, une admission sur dossier avec test d'aptitude peut être possible; prendre contact avec l'école. ■

Conrad Briguet, directeur CHANGINS

Contact, informations, admissions

CHANGINS

Ecole supérieure de technicien vitivinicole

Tél. 022 363 40 50, e-mail: admissions@changins.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



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

Alphatec



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






Le livre Cépages

Principales variétés de vigne cultivées en Suisse

Traditionnels ou derniers-nés dans le monde du vin, 57 cépages sont décrits par les meilleurs spécialistes dans ce nouveau grand catalogue au design sobre et chic. Le glossaire qui l'accompagne permet d'identifier tous les caractères distinctifs grâce à de superbes photographies.

Disponible en français, allemand et italien, 130 pages, **CHF 57.-**

Réservez dès aujourd'hui votre livre Cépages:
AMTRA, Antoinette Dumartheray, route de Duillier 50, 1260 Nyon 1
 Tél. +41 79 659 48 31 www.revuevitarbohorti.ch

 Filtration de vins
 Traitement d'eau
 Micro-oxygénation

www.keller.ch

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



mazout

Chauffage

refroidissement

Ventilation

climatisation

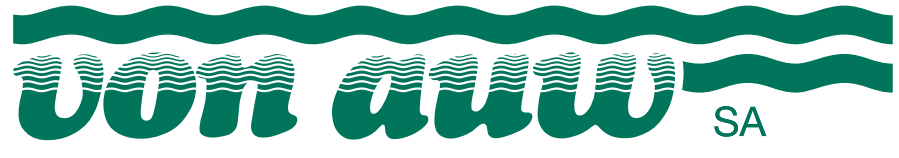
Sanitaire

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

