

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

VITICULTURE ARBORICULTURE HORTICULTURE



J U I L L E T - A O Û T 2 0 1 5 | V O L . 4 7 | N ° 4



Agroscope | Agora | Agridea | AMTRA | CHANGINS

- Viticulture** Répartition de *Scaphoideus titanus* dans le vignoble **Page 216**
- Viticulture** Folletage des grappes sur Humagne rouge **Page 224**
- Cultures sous serre** Economie d'énergie par la déshumidification **Page 244**



ETICOLLE
L'étiquette autocollante

Selbstklebeetiketten | Etichette autocollanti



le gaufrage

**Mettre en relief...
la personnalité de son produit**

Le gaufrage joue avec les ombres
et les lumières sur le papier et son
volume ajoute une sensualité tactile
à vos étiquettes.

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 Sàrl**



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



Oeno-Pôle Sàrl
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

Juillet–Août 2015 | Vol. 47 | N°4



Photographie de couverture:

Des techniques originales sont mises à contribution pour traquer les ennemis des cultures. Ici, un suivi des déplacements de la cicadelle vectrice *Scaphoideus titanus* par aspiration de l'interligne, au Tessin (voir l'éditorial et l'article de Trivellone *et al.* en p. 216). (Photo Valeria Trivellone)

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 / App	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

213 Editorial

Viticulture

- 216 Répartition spatio-temporelle de la cicadelle *Scaphoideus titanus* Ball dans l'agroécosystème viticole
Valeria Trivellone, Corrado Cara et Mauro Jermini
- 224 Etude du folletage des grappes sur le cépage Humagne rouge
Vivian Zufferey, Jean-Laurent Spring, Francine Voinesco, Olivier Viret et Katia Gindro
- 232 Effet des levures et des paramètres de vinification sur la dynamique des concentrations en acétaldéhyde
Marilyn Cléroux, Arnaud Pernet, Ramón Mira de Orduña Heindinger, Anik Riedo, Muriel Mertenat, Nick Jackowetz et Erhu Li

Fiche technique

- 241 Pyrrolizidines dans les plantes, est-ce un danger?
Catherine Baroffio et Claude-Alain Carron

Cultures sous serre

- 244 Economie d'énergie pour la culture de tomates en serre avec la déshumidification par condensation
Céline Gilli, Cédric Camps et Yannick Fleury

Agroécologie

- 252 Influence du mode de production sur les carabes en verger de pommiers
Olivier Vonlanthen, Dominique Fleury et Nicolas Delabays

Actualités

- 260 Résultats de l'enquête vaudoise «*Drosophila suzukii* et pourriture acide en 2014»
David Marchand
- 266 Eclaircissage des pommiers et des poiriers au métamitron
Thomas Kuster et Simon Schweizer

270 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



PÉPINIÈRES VITICOLES J.-J. DUTRUY & FILS

Le professionnel à votre service • Un savoir-faire de qualité

PLANTATION À LA MACHINE • PRODUCTION DE PORTE-GREFFES CERTIFIÉS • NOUVEAUX CLONES

Jean-Jacques DUTRUY & Fils à FOUNEX-Village VD • Tél. 022 776 54 02 • E-mail: dutruy@lesfreresdutruiy.ch

Combiner les modes d'échantillonnage pour affiner les stratégies de lutte



Mauro Jermini

mauro.jermini@agroscope.admin.ch



Valeria Trivellone

valeria.trivellone@gmail.com

En Suisse, une production agroalimentaire durable se définit par des systèmes économiquement viables, qui respectent en même temps la flore et la faune et stimulent une production socialement responsable. Les problèmes engendrés par l'arrivée et la diffusion d'organismes nuisibles menacent ces principes en obligeant à réviser les stratégies de défense et d'intervention. La recherche agronomique aborde les nouvelles situations phytosanitaires en évaluant les risques potentiels et les dégâts tout en créant les bases pour forger de nouvelles stratégies. Trouver des méthodes d'échantillonnage efficaces pour définir la présence et la densité des populations d'organismes nuisibles est ainsi déterminant pour pouvoir mener des études sur des bases solides. Ces techniques d'échantillonnage doivent être soigneusement adaptées à l'organisme et au système agricole étudiés, à l'exemple du projet multidisciplinaire BioDiVine (conduit de 2011 à 2013), consacré à la biodiversité des arthropodes dans l'agroécosystème viticole du sud des Alpes suisses.

Situer le danger

Dans le cadre de cette étude, une attention particulière a été portée aux organismes vecteurs d'agents pathogènes, notamment aux cicadelles exotiques et indigènes pouvant transmettre des phytoplasmes à la vigne. Dans ce cas précis, les populations ont été échantillonnées par quatre moyens différents: frappage, aspirateur entomologique, piège-fosse ou piège Barber et piège jaune. Ces différentes techniques, complémentaires, ont permis de suivre la distribution réelle des organismes dans l'espace et dans le temps à l'intérieur de la zone d'étude. Par exemple, le suivi de la cicadelle *Scaphoideus titanus* Ball, vectrice de la flavescence dorée, s'est fait jusqu'ici par des contrôles visuels pour les stades juvéniles et des pièges jaunes pour les adultes. L'intégration de la technique d'aspiration a permis d'avoir une meilleure connaissance de la distribution effective de la cicadelle au niveau régional et, à l'intérieur de la parcelle, de mieux préciser la répartition des individus entre les structures disponibles (feuillage, repousses du tronc, végétation de l'interligne; voir l'article de Trivellone *et al.* en p. 216).

Cette approche ouvre de nouvelles perspectives dans la compréhension des interactions biologiques et montre qu'il est fondamental de connaître concrètement la distribution des individus dans l'environnement agricole pour développer des moyens de lutte et de prévention. Pour parvenir à une vision maîtrisée de la situation, des systèmes d'échantillonnage complémentaires sont nécessaires. C'est la seule solution pour pouvoir comparer des réalités locales différentes – et y répondre par des stratégies de lutte diversifiées et efficaces.

BIO3G
L'AGRONOME

Donner à la nature les moyens
d'exprimer son potentiel !

ISOTONIC® :
« La triple action bénéfique pour
vos feuilles, sols et racines »

- Riche en Glycine Bétaine
- Stimule le développement racinaire
- Optimise la croissance du végétal
- Dynamise la photosynthèse
- Augmente la biomasse végétale
- Mouillant
- Saponifiant
- Surfactant
- Pénétrant



BIO3G Suisse :

Grand Rue 49, CH-2607 CORTÉBERT

Tél : (+41) 032 489 33 33 - bureau.suisse@bio3g.fr

N° Fédéral : CH-217-3532375-8



Retrouvez-nous et suivez-nous sur

www.bio3g.ch



VITICULTEURS! HORTICULTEURS! ARBORICULTEURS!

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

Ne passez pas commande avant de demander une offre à:

Jean-François Kilchherr

Grand-Rue 8
1297 Founex

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

Innovez sans modération !



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

Nos concessionnaires agréés :

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

Gigandet SA
1853 Yvorne
Tél. 024/466 13 83

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

Perroulaz SA
1070 Puidoux
Tél. 021/946 34 14

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

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

BUCHER
vaslin

www.buchervaslin.com
Votre réussite est notre priorité

novembre 2014



Invitation aux Journées de visite 2015

Vendredis 28 août et 4 septembre, de 9h à 17h
Samedis 29 août et 5 septembre, de 9h à 17h

Tours en minibus:
visite de nombreux cépages

Collection variétale
et raisins de table

Dégustation de vins:
grand choix de variétés

Collation dans la serre
ombragée de vignes



Inscription:

Martin Auer Rebschulen • Pépinières Viticoles

Lisilostrasse, 8215 Hallau / SH

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

Répartition spatio-temporelle de la cicadelle *Scaphoideus titanus* Ball dans l'agroécosystème viticole

Valeria TRIVELLONE, Corrado CARA, Mauro JERMINI, Agroscope, 6593 Cadenazzo, Suisse

Renseignements: Valeria Trivellone, e-mail: valeria.trivellone@gmail.com, tél. +41 91 850 20 30, www.agroscope.ch



Echantillonnage par aspiration de la cicadelle *Scaphoideus titanus* dans l'interligne avec un appareil D-Vac.

Introduction

La cicadelle *Scaphoideus titanus* Ball, originaire d'Amérique du Nord et introduite accidentellement en Europe dans les années 1950 (Bonfils et Schvester 1960), est le seul vecteur avéré de transmission épidémique de vigne à vigne de la flavescence dorée (FD) (Schvester *et al.* 1961). Cette grave maladie due au phytoplasme du groupe 16SrV (IRPCM 2004) a le statut d'organisme de quarantaine soumis à la lutte obligatoire (Ordonnance

sur la protection des végétaux RS 916.20). Apparue en Suisse dans le vignoble tessinois en 2004 (Schaerer *et al.* 2007), elle est aujourd'hui présente dans la plupart des surfaces viticoles de ce canton (Jermini *et al.* 2014). Pour améliorer la stratégie de lutte contre son vecteur *S. titanus* (Jermini *et al.* 2007), un modèle phénologique a été développé (Rigamonti *et al.* 2011). Utilisé dans une stratégie de gestion adaptative, il est modifié en permanence pour améliorer les connaissances sur la phénologie et la dynamique des populations et pour

rationaliser les procédures de gestion de *S. titanus* (Jermini *et al.* 2013; Prevostini *et al.* 2013). Dans ce contexte, la connaissance précise de la répartition spatio-temporelle de la population de *S. titanus* à l'intérieur du vignoble est déterminante pour le développement et l'adaptation de l'échantillonnage visuel (Rigamonti *et al.* 2013), du modèle phénologique et pour la rationalisation des stratégies de lutte (Jermini *et al.* 2013). Bien que la vigne reste l'hôte principal pour l'accomplissement de son cycle biologique, *S. titanus* montre qu'il peut exploiter d'autres plantes (Trivellone *et al.* 2013) et qu'il a tendance à coloniser les repousses du tronc pendant la période des éclosions (Cara *et al.* 2013). Ce travail a été mené sur trois parcelles hors de la zone de lutte obligatoire et sur deux où la lutte obligatoire venait d'être appliquée en 2011. Pour les parcelles sans lutte obligatoire, les buts étaient de quantifier la densité des populations de *S. titanus* et de déterminer leur répartition spatiale entre haie foliaire, repousses du tronc et végétation de l'interligne. Pour les deux autres parcelles, les buts étaient 1) de quantifier la distribution de la population avant et après l'application de buprofézine, 2) de vérifier l'efficacité de la stratégie en 2012, soit en deuxième année de lutte obligatoire, 3) de détecter l'éventuelle différence d'efficacité entre deux variantes d'application de l'insecticide.

Matériels et méthodes

Les parcelles

Les contrôles ont été effectués en 2011 et 2012 et le descriptif des parcelles est présenté dans le tableau 1. Ces parcelles ont été choisies selon la couverture végétale de leur sol, qui devait présenter une majorité de dicotylédones (fig. 1; Trivellone *et al.* 2013). Les parcelles de Camorino et Contone ont été sélectionnées pour leur entrée en lutte obligatoire en 2011, après la découverte en 2010 de ceps positifs à la flavescence dorée. Elles l'ont été également pour la différence de méthodes d'application des produits phytosanitaires

Tableau 1 | Surface totale et encépagement des parcelles considérées dans les échantillonnages 2011 et 2012

Localité	Années d'échantillonnage	Surface (m ²)	Cépage
Contone	2011–2012	16 400	Gamaret
Camorino	2011–2012	4 000	Merlot
Biasca	2012	10 000	Merlot
Bironico	2012	2 200	Solaris, Johanniter
Claro	2012	8 900	Merlot

Résumé

Ce travail avait pour but de quantifier la densité des formes immatures de la cicadelle *Scaphoideus titanus* et de suivre la dynamique des populations sur la haie foliaire, les repousses du tronc et la végétation de l'interligne. Il s'agissait aussi d'évaluer la distribution de la population avant et après l'application de buprofézine et l'efficacité du traitement dans la pratique, en utilisant un aspirateur D-Vac. Les résultats montrent que les stades de la cicadelle se répartissent dans le temps entre les trois zones échantillonnées. La densité est particulièrement élevée sur les repousses du tronc lors de l'éclosion, puis se déplace avec l'augmentation de l'âge des individus vers la haie foliaire. L'effectif de la population sur la flore de l'interligne était variable dans le temps, mais nettement plus faible que dans les deux parties de la vigne échantillonnées. La buprofézine est efficace pour autant que l'ensemble du cep, et notamment les repousses du tronc, soit traité.



Figure 1 | Végétation de l'interligne riche en dicotylédones dans le vignoble de Claro.

utilisées par les propriétaires: pulvérisateur porté à Contone et atomiseur à dos à Camorino. Les trois parcelles hors de la zone de lutte obligatoire ont en outre été échantillonnées en 2012.

Contrôle visuel et échantillonnage par aspiration

Le début des éclosions a été défini par un contrôle visuel dans les différentes parcelles, selon le procédé proposé par Rigamonti *et al.* (2013). Quatre échantillonnages ont été effectués à intervalle de dix à quinze jours, du début des éclosions à l'apparition des premiers adultes, avec un appareil D-Vac (EcoTech®, <http://www.ecotech-bonn.de>) muni d'un tube d'aspiration de 15cm de diamètre. Le début de l'échantillonnage a été fixé sur la base du contrôle visuel qui permettait de déterminer le début des éclosions. Les autres dates ont été choisies indépendamment des travaux viticoles, qui ont été laissés à la discrétion du producteur. L'aspiration a été opérée au long de neuf transepts (trois couvrant la haie foliaire, trois les repousses du tronc et trois la végétation de l'interligne) de 20m chacun (fig. 2), chaque transept correspondant à une répétition. Vingt points étaient choisis au hasard sur la longueur du transept, avec un temps d'aspiration de trois secondes par point. Aucune indication n'a été donnée sur le nettoyage du tronc et les producteurs ont donc effectué cette opération selon leur propre routine. Par conséquent, l'échantillonnage a été réalisé sur des repousses de longueur différente selon leur présence le long du transept.

Identification des stades

Tout le matériel récolté au champ a été amené rapidement au laboratoire pour être congelé à -18°C. Après le triage, les différents stades de formes immatures de *S. titanus* ont été comptés sous la loupe binoculaire et les stades identifiés d'après la clé de Della Giustina *et al.* (1992).

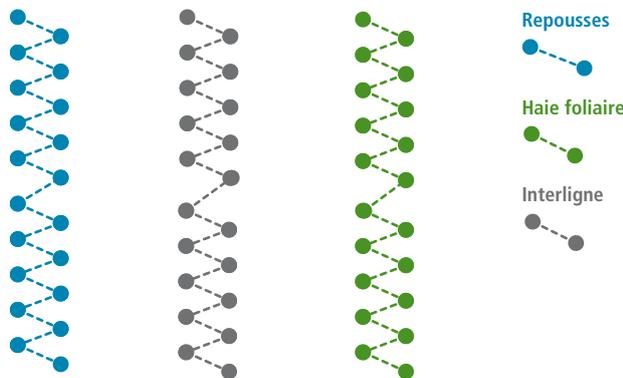


Figure 2 | Plan d'échantillonnage pour une répétition avec l'appareil d'aspiration D-Vac dans la parcelle. Ce plan a été répété trois fois. Chaque cercle correspond à un cep.

Résultats et discussion

Les premières éclosions de larves de *S. titanus* ont été observées visuellement le 6 mai 2011 et le premier échantillonnage a suivi douze jours après. En 2012, les éclosions ont débuté le 23 mai, sauf à Bironico, où elles ont commencé le 29 mai. Pour des raisons pratiques, l'échantillonnage a eu lieu quatorze jours après dans deux des parcelles et huit jours après seulement dans cette dernière.

Tous les stades de développement sont retrouvés dans les trois zones échantillonnées (tabl. 2), mais les

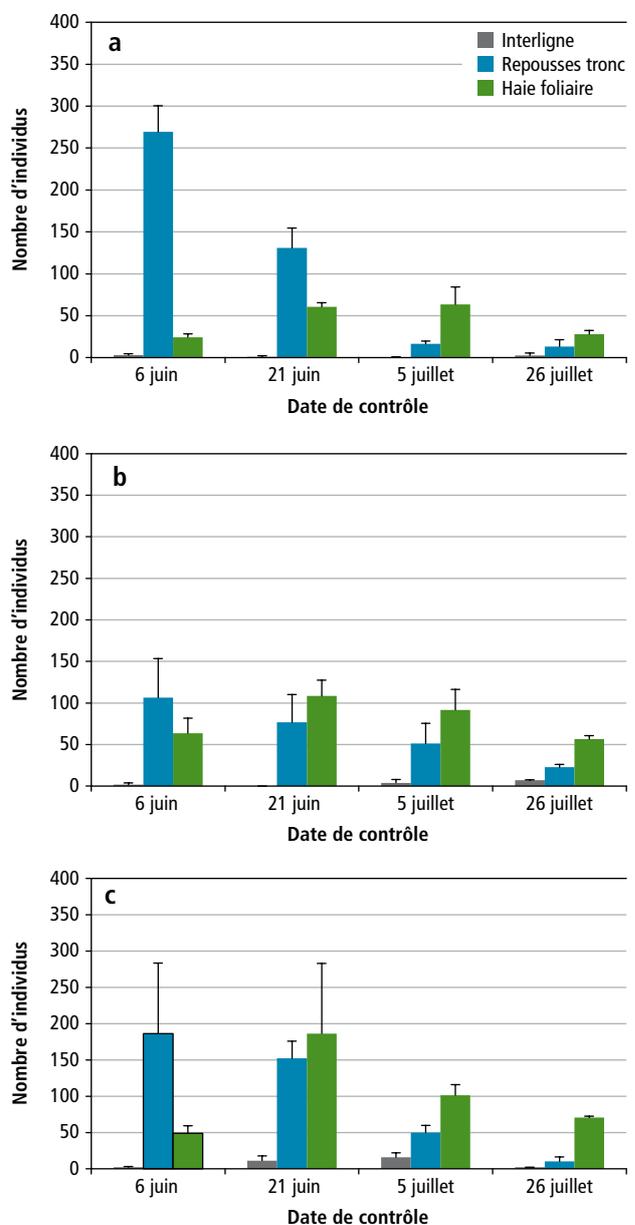


Figure 3 | Densité de la population de *Scaphoideus titanus* sur la haie foliaire, les repousses du tronc et la végétation de l'interligne dans les trois vignobles échantillonnés en 2012: a = Biasca, b = Claro et c = Bironico.

repousses du tronc sont la partie la plus colonisée par les larves du premier stade lors du premier contrôle après le début des éclosions, (fig. 3a–c et 4a–b). En effet, dans les parcelles hors lutte obligatoire en 2012, le taux d'occupation des repousses était de 91 % à Biasca, 78 % à Claro et 62 % à Bironico, sur une densité de population de respectivement 890, 711 et 515 individus capturés au premier contrôle du 6 juin. La même situation a été observée en 2011 dans les deux parcelles qui appliquaient la lutte avant le début des traitements. A Camorino, au premier contrôle du 20 mai, 95 % des

2914 individus capturés se trouvaient sur les repousses du tronc. De même à Contone, 86 % de la population, sur 392 individus au total, ont été échantillonnés le 23 mai sur cette partie de la plante. A ce premier contrôle, la haie foliaire est la deuxième partie la plus colonisée, que ce soit en densité totale d'individus ou en répartition dans le temps, même si le taux de colonisation présente une forte variabilité entre les vignobles: 3,9 et 8,7 % à Camorino et à Contone en 2011 et 37,1 à Bironico, 20,5 à Claro et 8,2 % à Biasca en 2012. L'interligne est la zone qui fournit les plus faibles effectifs

Tableau 2 | Répartition des stades de développement de la cicadelle *Scaphoideus titanus* sur les repousses du tronc, la haie foliaire et la flore de l'interligne

Vignoble	Date de contrôle	Zone échantillonnée	Stade de développement (%)					Adultes
			L1	L2	L3	L4	L5	
Bironico	6 juin	Interligne	1,0					
		Repousses	60,8	1,2				
		Haie foliaire	35,7	1,3				
	21 juin	Interligne	0,0	0,0				
		Repousses	13,2	22,0	6,3			
		Haie foliaire	17,1	24,9	15,8	0,7		
	5 juillet	Interligne		0,0	0,9	1,4	0,5	
		Repousses		1,6	6,1	15,6	11,4	
		Haie foliaire		1,8	10,7	27,7	22,3	
	26 juillet	Interligne			0,0	0,0	0,4	7,7
		Repousses			0,4	1,2	12,0	12,7
		Haie foliaire				0,4	15,8	49,4
Biasca	6 juin	Interligne	0,8	0,2				
		Repousses	82,6	8,2				
		Haie foliaire	7,2	1,0				
	21 juin	Interligne	0,0	0,3	0,2			
		Repousses	22,7	27,9	16,3	1,0		
		Haie foliaire	3,1	12,1	14,9	1,5		
	5 juillet	Interligne	0,0	0,0	0,0	0,0	0,4	
		Repousses	0,8	0,8	4,6	5,0	9,2	
		Haie foliaire	0,4	2,5	10,0	27,5	38,3	0,5
	26 juillet	Interligne				0,0	0,8	5,3
		Repousses				2,3	10,6	17,3
		Haie foliaire				0,8	10,6	52,3
Claro	6 juin	Interligne	1,0					
		Repousses	73,0	5,5				
		Haie foliaire	18,7	1,8				
	21 juin	Interligne	0,8	1,4	1,0			
		Repousses	12,6	24,3	6,4	0,2		
		Haie foliaire	7,8	23,3	21,8	0,4		
	11 juillet	Interligne		0,0	0,0	1,4	6,0	2,2
		Repousses		1,4	3,2	9,0	14,1	2,2
		Haie foliaire		1,0	3,6	14,2	36,5	5,2
	26 juillet	Interligne			0,0	0,0	0,0	2,4
		Repousses			0,4	1,2	3,6	7,3
		Haie foliaire			1,2	1,6	12,1	70,2

La répartition est calculée sur le total des captures à chaque date de contrôle. L1 = premier stade larvaire, L2 = deuxième stade larvaire, L3 = premier stade nymphal, L4 = deuxième stade nymphal, L5 = troisième stade nymphal.

dans la plupart des parcelles, avec un taux de colonisation de 1,0 à 1,7 %, à l'exception de Contone en 2011, avec 5,4 %. Ces résultats du premier contrôle correspondant au début des éclosions confortent les observations de Gargani *et al.* (2013) et Linder *et al.* (2010), qui mentionnent des éclosions plus nombreuses sur le bois de deux ans ou plus, indiquant une possible préférence des femelles de *S. titanus* à pondre sur ce type de bois. Les larves du premier stade présentent aussi une certaine mobilité puisqu'elles sont capables de coloniser, même à effectif plus réduit, les trois parties échantillonnées du vignoble, confirmant ainsi les observations de Trivellone *et al.* (2013).

A partir du deuxième contrôle, la population commence à diminuer sur les repousses du tronc, tout en restant élevée, avec un taux d'occupation de 30,3 % à Biasca, 26,2 % à Bironico et 12,5 % à Claro au dernier contrôle du 26 juillet. Parallèlement, celle de la haie foliaire augmente fortement dans toutes les parcelles (fig. 3). La cicadelle continue aussi à coloniser la végétation de l'interligne, même si le pourcentage de la population retrouvée reste faible et variable dans le temps et entre les vignobles (fig. 3). Claro est la parcelle où la colonisation y est la plus élevée, variant entre 3,2 % de la population au 21 juin et 9,58 % au 5 juillet. Bironico, au contraire, a le plus faible taux de population dans

l'interligne: de 0 % au deuxième contrôle à 2,7 % au troisième. Ce résultat est probablement lié à l'absence d'un «vrai» interligne dans ce vignoble, même si les aspirations ont été réalisées sur la partie de la pente proche de la ligne.

Cette technique d'échantillonnage ne donne qu'une image de la situation à un moment bien précis, certes influencé par le climat ou les opérations culturales précédentes, mais les résultats obtenus confirment ceux de Trivellone *et al.* (2013), établissant que *S. titanus* réside à la fois sur le feuillage de la vigne et sur la végétation des interlignes, à des taux variables dans le temps.

La détection constante de hauts taux de population larvaire sur les repousses du tronc indique l'intérêt, probablement nutritionnel, de ce type d'organe pour la cicadelle, indépendamment du nombre de repousses, de leur longueur et du nombre de feuilles présentes (Cara *et al.* 2013). La colonisation des trois éléments considérés par les différents stades de développement de la cicadelle se modifie dans l'espace et dans le temps. Les repousses du tronc sont, en particulier, colonisés de préférence par les individus du premier stade au début du cycle biologique. Au fil du temps et avec le changement de la structure d'âge de la population, cette colonisation des repousses diminue progressivement en faveur d'autres parties probablement plus attractives

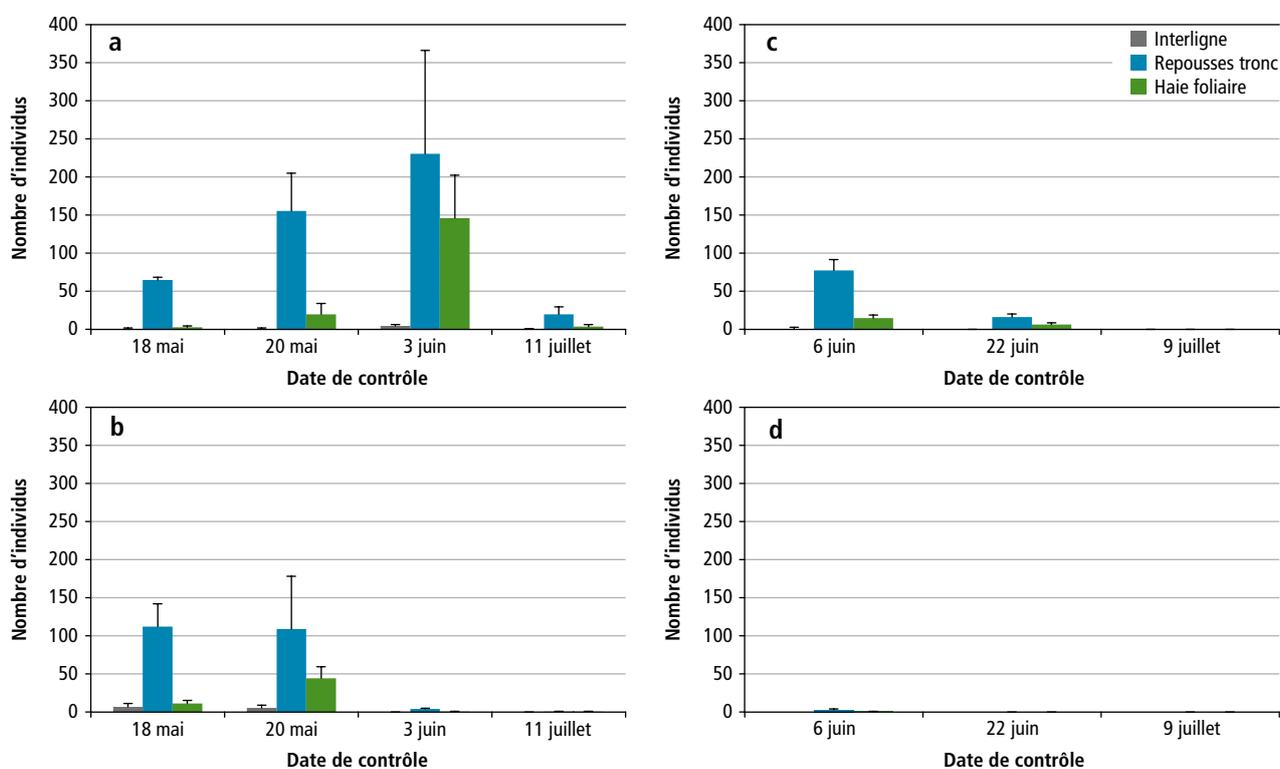


Figure 4 | Densité de la population de *Scaphoideus titanus* sur la haie foliaire, les repousses du tronc et la végétation de l'interligne en 2011 et 2012 dans les parcelles de Contone et Camorino, soumises à la lutte obligatoire pour la première fois en 2011. a = Camorino 2011, b = Contone 2011, c = Camorino 2012, d = Contone 2012.

du point de vue nutritionnel. C'est en particulier le cas de la haie foliaire. La qualité nutritionnelle des feuilles joue probablement un rôle majeur pour les individus du premier stade de développement. En effet, Chucho et Thiéry (2009) ont montré que les températures hivernales influençaient l'éclosion des œufs, en phase (synchronie) ou non (asynchronie) avec le débourrement de la vigne. En supposant un comportement monophage chez *S. titanus*, une situation d'asynchronie éventuelle des éclosions peut réduire le «fitness» de la population de cicadelles, puisque seules de vieilles feuilles pauvres en azote sont disponibles. Il est donc possible que la disponibilité en substances azotées des feuilles, qui varie dans le temps et avec l'état physiologique de la plante, soit le moteur de ce mouvement continu entre les différentes parties de la vigne et la végétation de l'interligne permettant d'atténuer un potentiel effet négatif sur le «fitness» de la population. Ce mouvement a été observé aussi avec les adultes (tabl. 2), mais constitue très probablement dans ce cas un artefact lié à la variabilité considérable de la longueur des repousses (données non présentées), qui a induit, pour les repousses de plus de 20 cm, à l'aspiration de la partie inférieure de la haie foliaire. En effet, les adultes utilisent les feuilles de la haie foliaire pour l'émission de signaux vibratoires liés à leur comportement reproductif (Mazzoni *et al.* 2009). Cette différence de densité des populations entre les repousses et la haie foliaire a exigé le développement de deux mé-

thodes d'échantillonnage visuel spécifiques à ces deux structures (Rigamonti *et al.* 2015).

La dynamique comparée des populations de cicadelles des parcelles de Camorino et Contone, soumises pour la première fois à la lutte obligatoire en 2011, montre des différences très importantes après l'application de la buprofézine en première année de lutte (fig. 4a et b) et surtout l'année suivante lors des deux premiers contrôles (fig. 4c et d). En effet, les résultats du premier contrôle au 5 et 6 juin (fig. 4c et d) dans la parcelle de Camorino montrent une population 26 fois supérieure à celle de Contone. Ces deux parcelles ont des conditions microclimatiques similaires, mais celle de Camorino est isolée des vignobles de la commune, ce qui limite la migration éventuelle d'adultes. La seule différence, en dehors du cépage cultivé (tabl. 1), réside dans la technique d'application. A Camorino, l'atomiseur à dos pousse l'utilisateur à concentrer la bouillie sur la haie foliaire, tandis qu'à Contone le pulvérisateur porté permet d'appliquer le produit sur l'ensemble du feuillage présent sur les ceps. Ainsi, dans la parcelle de Camorino où les repousses du tronc ne sont que partiellement traitées, le taux de survie des adultes de *S. titanus* reste bien visible en 2011 (fig. 4a et b). Cette observation montre combien il est impératif de traiter tout le cep, y compris les repousses, pour obtenir une bonne efficacité. Ce constat, tiré d'une comparaison entre deux vignobles, doit toutefois être consolidé par d'autres expérimentations.

Conclusions

- Ce travail a permis de quantifier la distribution des différents stades de développement de *S. titanus* sur la haie foliaire, les repousses du tronc et la végétation de l'interligne. Les résultats confirment les observations de Trivellone *et al.* (2013).
- Tous les stades de développement de la cicadelle ont été trouvés sur la végétation de l'interligne, mais leur densité varie dans le temps et l'espace.
- La densité des individus du premier stade larvaire est particulièrement élevée sur les repousses, indiquant que la cicadelle préfère le bois de deux ans ou plus pour la ponte.
- Les méthodes d'échantillonnage doivent être différentes selon la présence ou l'absence de repousses sur le tronc.
- La lutte insecticide à la buprofézine est efficace contre la cicadelle, à condition que l'ensemble du cep, y compris les repousses du tronc, soit traité. ■

Remerciements

Nous remercions Giuseppe Belossi, Mauro Crotta, Graziano Papa, Claudio Pellegrini (Claro) et Luca Cattaneo (Bironico) pour la mise à disposition de leurs vignobles.

Bibliographie

- Bonfils J. & Schvester D., 1960. Les cicadelles (Homoptera Auchenorrhyncha) dans leurs rapports avec la vigne dans le sud-ouest de la France. *Ann. Epiphyties* 11 (3), 325–336.
- Cara C., Trivellone V., Linder C., Junkert J. & Jermini M., 2013. Influence de la gestion des repousses du tronc et du bois de taille sur les densités de *Scaphoideus titanus*. *Revue suisse Vitic., Arboric., Hortic.* 45 (2), 114–119.
- Chucho J. & Thiéry D., 2009. Cold winter temperatures condition the egg-hatching dynamics of a grape disease vector. *Naturwissenschaften* 96, 827–834.
- Della Giustina W., Hogrel R. & Della Giustina M., 1992. Description des différents stades larvaires de *Scaphoideus titanus* Ball (Homoptera, Cicadellidae). *Bull. Soc. ent. Fr.* 97 (3), 269–276.
- Gargani E., Torrini G., Caradonna S. & Bagnoli B., 2013. *Scaphoideus titanus* and *Metcalfa pruinosa* egg distribution on woody part of Kober 5BB grapevine. *Bulletin IOBC/SROP* 85, 37–42.
- IRPCM, 2004. "*Candidatus phytoplasma*", a taxon for the wall-less, non-helical prokaryotes that colonize plant phloem and insect. *Int. J. System. Evol. Microbiol.* 54, 1243–1255. ➤

- | | | | | | |
|-----------------------|--|-------------------------------|---|-------------------------|--|
| <p>Summary</p> | <p>Spatio-temporal distribution of the leafhopper <i>Scaphoideus titanus</i> Ball in the vineyard agro ecosystem</p> <p>The purpose of this work was to quantify the density and survey the dynamic of the immature forms of the leafhopper <i>Scaphoideus titanus</i> on leaf canopy, suckers and on the inter-row vegetation as well as watching the population distribution before and after application of the insecticide buprofezin and its efficiency in real conditions, by using a vacuum cleaner D-Vac. The stages of the leafhopper distribute with the time in the three elements sampled. The density was particularly high on the suckers during the hatching period then shifted with the aging population towards the leaf hedge. The density of the population on the inter-row vegetation varied in the time, but was significantly lower than in the two sampled parts of the vine. The buprofezin remained effective against the leafhopper so far the entire plant, including the suckers, is treated.</p> | <p>Zusammenfassung</p> | <p>Räumlich-zeitliche Verteilung der Zikade <i>Scaphoideus titanus</i> Ball im Agrarökosystem Rebberg</p> <p>Ziel dieser Arbeit war die Dichte und Dynamik der Populationen der unreifen Form der Zikade <i>Scaphoideus titanus</i> auf den Laubwänden, den Schösslingen und auf der Vegetation zwischen den Reihen zu quantifizieren, sowie die Verteilung der Populationen vor und nach der Applikation mit Buprofezin und seine Wirksamkeit in der Praxis zu bestimmen. Für die Ausführung wurde der D-Vac Vakuumsauger benutzt. Die Stadien der Zikade verteilten sich zeitlich zwischen den drei erhobenen Proben. Die Dichte war während dem Schlupf auf den Schösslingen am höchsten, nahm jedoch mit dem Alter der Population zu Gunsten der Laubwand ab. Die Dichte der Population auf der Flora zwischen den Reihen war variabel, jedoch deutlich niedriger im Vergleich zu den zwei geprüften Teilen der Pflanze. Der Wirkstoff Buprofezin bleibt wirksam, sofern die gesamte Pflanze, inklusive der Schösslinge, behandelt wird.</p> | <p>Riassunto</p> | <p>Distribuzione spatio-temporale della cicalina <i>Scaphoideus titanus</i> Ball nell'agro-ecosistema viticolo</p> <p>Lo scopo di questo lavoro era di quantificare la densità e la dinamica delle popolazione delle forme immature della cicalina <i>Scaphoideus titanus</i> sulla parete fogliare, i polloni del tronco e la vegetazione dell'interfila, quantificare la distribuzione della popolazione prima e dopo l'applicazione di buprofezina, nonché la sua efficacia nella pratica. Per questo lavoro è stato utilizzato un aspiratore D-Vac. Gli stadi della cicalina si distribuiscono nel tempo tra i tre elementi campionati. Durante la schiusa la densità era particolarmente elevata sui polloni e diminuiva con l'aumento dell'età della popolazione in favore della parete fogliare. La densità della popolazione presente sulla flora dell'interfila variava nel tempo, ma risultava nettamente inferiore alle due parti della pianta. La buprofezina rimane efficace a condizione che l'insieme del ceppo, compresi i polloni, sia trattato.</p> |
|-----------------------|--|-------------------------------|---|-------------------------|--|

- Jermini M., Linder C., Colombi L. & Marazzi C., 2007. Lutte obligatoire contre le vecteur de la flavescence dorée au Tessin. *Revue suisse Vitic., Arboric., Hortic.* 39 (2), 102–106.
- Linder C., Schaub L. & Klötzli-Estermann F., 2010. Efficacité du traitement à l'eau chaude contre les œufs de *Scaphoideus titanus*, vecteur de la flavescence dorée de la vigne. *Revue suisse Vitic., Arboric., Hortic.* 42 (2), 132–135.
- Mazzoni V., Presen J., Lucchi A. & Virant-Doberlet M., 2009. Reproductive strategy of the nearctic leafhopper *Scaphoideus titanus* Ball (Hemiptera: Cicadellidae). *Bulletin of Entomological Research* 99, 401–413.
- Prevostini M., Taddeo A. V., Balac K., Rigamonti I., Baumgärtner J. & Jermini M., 2013. WAMS – an adaptive system for knowledge acquisition and decision support: the case of *Scaphoideus titanus*. *Bulletin OILB/SROP* 85, 57–64.
- Rigamonti I., Jermini M., Fuog D. & Baumgärtner J., 2011. Towards an improved understanding of the dynamics of vineyard-infesting *Scaphoideus titanus* leafhopper populations for better timing of management activities. *Pest Management Science* 67 (10), 1222–1229.
- Rigamonti I., Trivellone V., Brambilla C., Jermini M. & Baumgärtner J., 2013. Research and management oriented sampling plans for vine inhabiting *Scaphoideus titanus* grape leafhopper nymphs. *IOBC-WPRS Bulletin* 85, 29–35.
- Rigamonti I., Brambilla C., Colleoni E., Jermini M., Trivellone V. & Baumgärtner J., 2015. Spatial distribution and sampling plans for grapevine plant canopy inhabiting *Scaphoideus titanus* (Hemiptera, Cicadellidae) nymphs. *Journal of economic Entomology* (submitted).
- Schaerer S., Johnston H., Gugerli P., Linder C., Schaub L. & Colombi L., 2007. Flavescence dorée in Switzerland: spread of the disease in canton of Ticino and of its insect vector, now also in cantons of Vaud and Geneva. *Bulletin of Insectology* 60 (2), 375–376.
- Schvester D., Carle P. & Moutous G., 1961. Sur la transmission de la flavescence dorée de la vigne par une cicadelle. *C. R. Acad. Agric. Fr.* 47, 1021–1024.
- Trivellone V., Jermini M., Linder C., Cara C., Delabays N. & Baumgärtner J., 2013. Rôle de la flore du sol sur la distribution de *Scaphoideus titanus*. *Revue suisse Vitic., Arboric., Hortic.* 45 (4), 222–228.

LA SANTÉ DES PLANTES MEOC

Piquets MEOC

**Fabrication galvanisée
S250GD,
selon norme EN10147
Résistance, stabilité
longévité
longueur:
180/200/220/240 cm**

Prix dès 5.80 fr.

**Rapport qualité / prix
imbattable!**



Fil de fer Crapal 2

**Qualité supérieure grâce
à un procédé de protection
zinc+aluminium unique
Longévité accrue
Facilité de déroulement
Diamètre: 2/2.2/2.4/2.7**

Prix dès 62.- fr.



Ecarteurs SCDC

**Fabriqués en
galva ressort
ou inox ressort
avec du fil de fer
diamètre 2.7 mm**

**Produit breveté qui
garde l'effet ressort
dans le temps**

Prix dès 1.50 fr.



MEOC SA

Rue du Léman 10 - 1906 Charrat
027/746.16.39 - www.meoc.ch



Des vins rapidement
prêts à la mise en bouteille?

Clarification et Harmonisation 2015:

NaCalit® PORE-TEC

Adsorption sélective des protéines
et des colloïdes.

FloraClair Liquid **NOUVEAU**

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

Blankasit

Sol de silice sélectionné.
Optimisation de la clarification.

Wenger
GETRANKETECHNOLOGIE AG
TECHNOLOGIE DE BOISSONS SA

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

ERBSLÖH

www.erbsloeh.com

Etude du folletage des grappes sur le cépage Humagne rouge

Vivian ZUFFEREY¹, Jean-Laurent SPRING¹, Francine VOINESCO², Olivier VIRET², Katia GINDRO²

¹Agroscope, Institut des sciences en production végétale IPV, 1009 Pully, Suisse

²Agroscope, Institut des sciences en production végétale IPV, 1260 Nyon 1, Suisse

Renseignements: Vivian Zufferey, e-mail: vivian.zufferey@agroscope.admin.ch, tél. +41 58 468 65 62, www.agroscope.ch



Grappe d'Humagne rouge saine (à gauche) et folletée (à droite).

Introduction

Le folletage des grappes est un accident physiologique qui semble en recrudescence depuis plus d'une dizaine d'années dans les vignobles septentrionaux, notamment en Europe. Il se caractérise par une interruption des processus normaux de la maturation, qui laisse les grappes peu sucrées et très acides (Krasnow *et al.* 2009; Knoll *et al.* 2010). La synthèse des arômes et des composés colorants de la baie est également perturbée (Bondada et Keller 2007; Krasnow *et al.* 2009). Les symptômes peuvent apparaître déjà peu après la véraison et ont été observés chez un grand nombre de cé-

pages, dont le Pinot noir, le Gamay, le Cabernet sauvignon, le Grüner Veltliner, le Sauvignon (blanc et gris) et d'autres encore. En Suisse, le Chasselas et des variétés cultivées localement comme l'Humagne rouge et le Cornalin présentent également une sensibilité élevée à cet accident.

Chez les cépages rouges, les grappes restent généralement roses, notamment lorsque le phénomène intervient tôt durant la maturation du raisin. Celui-ci est souvent associé à une perte de turgescence et au flétrissement des baies. Cependant, chez certains cépages comme le Sauvignon, les grappes peuvent rester fermes et les baies ne pas présenter de flétrissement. Le folle-

tage des grappes se manifeste sur tout ou partie de la production de certains céps, et de manière préférentielle à l'extrémité des grappes. Contrairement à ce qui se produit en cas de dessèchement, la rafle ne porte pas de lésions nécrotiques (Redl 2007), reste verte et visuellement saine. A l'analyse, les rafles des grappes atteintes ne présentent pas le déséquilibre entre le potassium, le magnésium et le calcium qui caractérise le dessèchement de la rafle (Bachteler *et al.* 2013).

La sensibilité des cépages au folletage est influencée par des facteurs environnementaux tels que les précipitations et la température (Reisenzein 1998; Raifer et Roschatt 2001; Schumacher *et al.* 2007), la réserve hydrique des sols (Spring et Siegfried 2007) et les pratiques culturales (Bachteler *et al.* 2013; Raifer *et al.* 2014). Néanmoins, les causes de cet accident restent mal connues et, à ce jour, aucun agent pathogène identifié n'y a été associé (Krasnow *et al.* 2009). La forte baisse d'accumulation des sucres et d'eau observée dans les baies atteintes parle en faveur d'un dysfonctionnement du phloème (tissu conducteur de la sève élaborée), l'afflux des sucres et de l'eau dans les baies durant la maturation des raisins dépendant essentiellement de ce dernier (Greenspan *et al.* 1994, 1996; Keller *et al.* 2006). Certains auteurs (Bondada et Keller 2012; Hall *et al.* 2011) ont d'ailleurs démontré que l'arrêt de l'accumulation des sucres et d'eau dans les baies atteintes de folletage était dû à la mort ou à une fonctionnalité réduite du phloème dans les rafles des grappes.

Cette étude avait pour but d'évaluer les causes physiologiques du folletage des baies, notamment par la mesure de la conductivité hydraulique des rafles en cours de saison, et d'observer l'anatomie des tissus conducteurs de sève brute (xylème) et de sève élaborée (phloème) sur des grappes saines et atteintes de folletage. Les mesures ont été effectuées au champ sur des vignes adultes d'Humagne rouge, très sensible à cet accident physiologique, soumises à différents régimes hydriques durant la saison (irrigation différenciée).

Matériel et méthodes

Site expérimental et matériel végétal

Les essais ont été menés de 2000 à 2012 au domaine expérimental d'Agroscope à Leytron, en Valais, avec le cépage Humagne rouge greffé sur 5BB. Les vignes étaient conduites en Guyot simple, à une densité de 5500 souches/ha (1,8m x 1,0m). Le vignoble expérimental de Leytron repose sur un sol très caillouteux, décrit comme un peyrosol (>60 % d'éléments grossiers, graviers, cailloux, blocs) très profond (>2,5m de profondeur d'enracinement), dont la réserve utile en eau est estimée à

Résumé Une étude anatomique et physiologique des rafles de grappes saines et de grappes atteintes de folletage des baies a été menée au domaine expérimental d'Agroscope à Leytron (VS) sur le cépage Humagne rouge. Les symptômes de folletage (une perturbation de la maturation des baies) sont apparus une dizaine de jours après la véraison et ont largement dépendu du régime hydrique de la vigne durant la saison. Le folletage des baies a été plus prononcé dans les vignes qui n'ont subi aucune restriction en eau (irrigation importante avant et après la véraison) que dans celles exposées à une contrainte hydrique modérée à forte dès la véraison. De fortes alternances de température autour de la véraison ont en outre renforcé la sensibilité au folletage. Un phloème primaire déstructuré a été observé dans les rafles de grappes atteintes de folletage, avec apparition d'un liber dur (phloème secondaire) non fonctionnel, ainsi qu'une désorganisation du contenu cellulaire des tissus du phloème.

150 mm. Les précipitations annuelles enregistrées durant la période 1980–2010 s'élèvent à 570 mm. Les données météorologiques de la période d'étude proviennent de la station de Leytron (www.agrometeo.ch).

Deux variantes d'irrigation ont été mises en place de 2000 à 2005. La première ne comprenait aucun apport d'eau durant toute la saison (témoin, aucune irrigation) et la seconde comportait une irrigation au goutte-à-goutte de 9 l/m² de sol (16 l par souche) chaque semaine de la floraison jusqu'à la véraison. De 2006 à 2012, une troisième variante a été mise en place, avec une irrigation au goutte-à-goutte de 9 l/m² de sol (16 l par souche) chaque semaine de la véraison jusqu'à la récolte. L'expérimentation a été menée avec 40 souches par variante, disposée en split-plot de quatre répétitions de dix souches chacune.

Mesures hydriques

Le potentiel hydrique foliaire de nuit, nommé potentiel de base (ψ_{PD}), a été mesuré avec une chambre à pression (Scholander *et al.* 1965) en pleine obscurité sur huit feuilles adultes non sénescentes par variante. La conductivité hydraulique de la rafle (K_{rafle}) a été mesurée avec un appareil XYL'EM (Xylem Embolism meter, instrutec, Montigny-Les-Corneilles, France), selon la méthodologie proposée par Cochard *et al.* (2000). Pour chaque mesure du K_{rafle} au champ, une grappe a été coupée sous l'eau à partir d'un rameau plié dans un container rempli

d'eau. Les grappes saines et atteintes de folletage ont été prélevées sur des vignes irriguées n'ayant subi aucun stress hydrique ($\psi_{PD} > -0,3$ MPa). Seule la rafle principale de la grappe a été conservée pour la mesure du K_{rafle} tous les pédicelles de baie (et les baies elles-mêmes) étant éliminés sous l'eau à l'aide d'une lame de rasoir. Des détails complémentaires pour la mesure du K_{rafle} ont été publiés par Zufferey *et al.* (2015).

Observations anatomiques et histologiques

Les grappes saines et atteintes de folletage ont été échantillonnées dans le domaine expérimental d'Agroscope (Leytron, Valais, Suisse), immergées dans l'eau avant prélèvement afin d'éviter tout phénomène d'embolie. Les échantillons n'ont jamais été en contact avec l'air durant toutes les phases préparatoires, mais toujours maintenus immergés en milieu liquide. Les échantillons ont été préparés selon la méthode de Roland et Vian (1991), préfixés chimiquement avec une solution de 3 % de glutaraldéhyde et 2 % de paraformaldéhyde dans du tampon phosphate à 0,07 M pH 7, puis fixés avec une solution aqueuse d' OsO_4 à 1 %. Ils ont ensuite été déshydratés dans une série croissante de solutions éthanoliques 30-50-70-95-100 % (v/v), puis enrobés dans la résine LR White (14381-UC London Resin Company). Après polymérisation (24 heures à 60 °C), des coupes semi fines (0,8 μm) et fines (0,08 μm) ont été colorées dans une solution de bleu de méthylène à 1 %, de tétraborate de sodium et d'azure II ou de bleu de toluidine à 1 % pour les coupes semi fines et dans une solution d'acétate d'uranyl à 2 % suivie de citrate de plomb selon Reynolds (1963) pour les coupes fines. Les coupes semi fines ont été observées au microscope optique (Leica DMLB) équipé d'une caméra Leica DFC 490 FX et les coupes fines au microscope électronique à transmission (Philips CM10) équipé d'une caméra Mega View II.

Folletage des grappes et observations agronomiques

L'intensité d'attaque du folletage a été estimée en évaluant le pourcentage (%) de baies atteintes sur chaque grappe (échelle de 0-10-25-50-75-100 %). Toutes les grappes des 40 souches par variante ont été évaluées. Le suivi des poids de baie, de la teneur en sucres (g/l), de l'acidité totale (g/l, exprimée en acide tartrique) et de l'azote assimilable des raisins (mg/l) a été réalisé chaque semaine de la véraison à la récolte. 200 baies ont été prélevées hebdomadairement sur des grappes saines et symptomatiques, sur la totalité de la grappe. Les paramètres analytiques (teneur en sucres, acidité totale et azote assimilable) ont été mesurés en utilisant le WinScan (FOSS NIRSystems, Etats-Unis) au laboratoire d'Agroscope à Changins.

Résultats

Sucres, acidité et azote assimilable

Les premiers symptômes de folletage des baies ont été observés peu après la véraison (mi-août) sur le cépage Humagne rouge durant les treize années d'étude. La teneur en sucres des baies présentant des symptômes de folletage était plus faible que celle des baies saines, et ceci dès la fin du mois d'août (fig. 1A) et jusqu'à la récolte. En effet, chez les baies atteintes de folletage, l'accumulation des sucres a été fortement limitée au cours de la maturation. La teneur en acidité totale était plus élevée tout au long de la maturation chez les baies symptomatiques que chez les baies saines (fig. 1C). Les valeurs en azote assimilable des baies atteintes étaient moins élevées que celles des baies saines (fig. 1D), mais sont demeurées néanmoins très basses et caractéristiques du cépage. Le poids des baies a diminué progressivement peu après la véraison chez les baies atteintes de folletage (flétrissement visible), pour atteindre environ 1,1 g par baie à la récolte, soit la moitié du poids final des baies saines (fig. 1B).

Régime hydrique de la vigne et alternances thermiques

L'irrigation des vignes, réalisée de la floraison à la véraison, a généralement favorisé l'apparition des symptômes de folletage sur grappes par rapport aux vignes non irriguées (fig. 2). Dans la majorité des années, la manifestation du folletage à la récolte différait significativement entre les variantes irriguées et non irri-

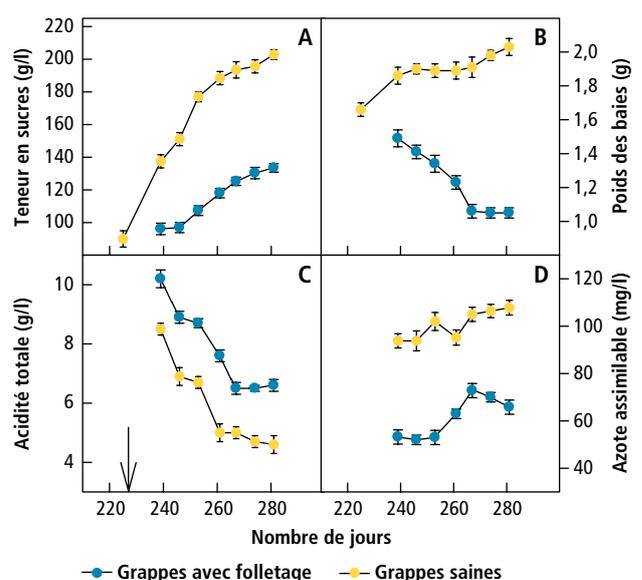


Figure 1 | Teneur en sucres (A), poids des baies (B), acidité totale (C) et azote assimilable (D) des baies saines et des baies présentant des symptômes de folletage. La flèche indique le début de la véraison. Moyennes \pm erreur standard. Humagne rouge, Leytron (Suisse), 2012.

guées. Durant les années particulièrement sèches (2000, 2003 et 2004) par contre, aucun symptôme de folletage n'a été relevé, quel que soit le niveau d'irrigation. En effet, l'intensité du folletage sur grappes a été fortement corrélée au régime hydrique de la vigne durant la saison et particulièrement autour de la véraison (fig. 3). Le folletage était plus important lorsque la vigne ne subissait aucune contrainte hydrique (vignes irriguées, années humides), ce qui se traduit par un potentiel hydrique de base (ψ_{PD}) de la véraison à la récolte de $-0,05$ à $-0,2$ MPa. L'intensité du folletage était beaucoup plus faible avec une contrainte hydrique modérée à forte (ψ_{PD} de $-0,3$ à $-0,8$ MPa). Les fortes alternances de température (périodes chaudes et sèches suivies de périodes fraîches et humides) autour de la véraison semblent également favoriser l'apparition du folletage (tabl. 1). Les années 2005 à 2008 ont présenté des alternances thermiques assez fortes à la mi-août, coïncidant avec la période de la véraison, qui ont engendré du folletage tout particulièrement dans les variantes irriguées sans contrainte hydrique pour la vigne.

Les mesures de conductivité hydraulique des rafles (K_{rafle}) faites en 2008 montrent que celle-ci était plus élevée avant la véraison pour diminuer ensuite durant la maturation du raisin (résultats non présentés). Lors des deux années d'observation, K_{rafle} a été un peu plus élevée chez les grappes saines que chez les grappes symptomatiques. Cependant, les différences étaient assez faibles et statistiquement non significatives.

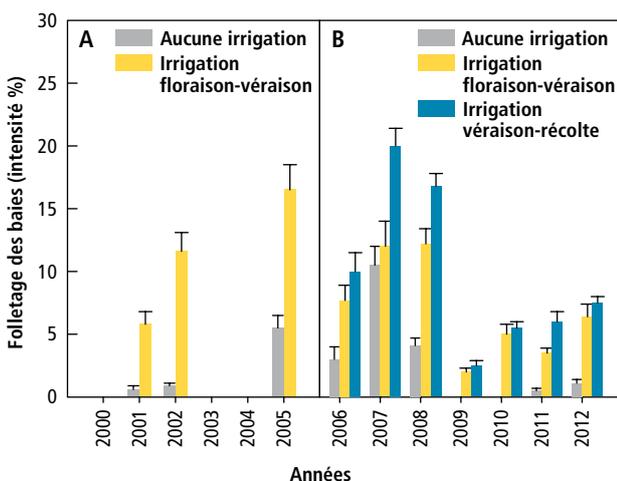


Figure 2 | Influence de l'irrigation sur l'intensité du folletage des grappes à la récolte: (A) période 2000 à 2005 avec irrigation de la floraison à la véraison et témoin non irrigué, (B) période 2006 à 2012 avec irrigation de la véraison à la récolte en plus des deux autres variantes. Moyennes \pm erreur standard. Humagne rouge, Leytron (Suisse), 2000-2012.

Anatomie du phloème de la rafle (fig. 4)

Les structures histologiques de la rafle des grappes saines et des grappes atteintes ont été comparées au microscope électronique à transmission en deux points distincts (pédoncule de la grappe et milieu de la rafle). Les coupes semi fines du pédoncule de grappes folletées ont révélé la présence de cellules allongées à paroi épaisse dans la zone du phloème, correspondant à du phloème secondaire (phloème dur) du faisceau conduc-

Tableau 1 | Température moyenne journalière, calculée durant la véraison (± 10 jours), coefficient de variation (CV) de la température et précipitations durant cette même période. Données de la Station météorologique de Leytron (Suisse), 2000–2012

An	Véraison ± 10 jours	Température moyenne journalière (°C)	Coefficient de variation pour la température (%)	Précipitations (mm)
2000	26.7–15.8	19,5	11,0	45
2001	27.7–16.8	20,4	12,1	44
2002	01.8–20.8	18,0	13,0	50
2003	11.7–31.7	22,8	8,5	16
2004	28.7–17.8	21,6	8,8	35
2005	24.7–13.8	19,5	17,0	53
2006	26.7–15.8	18,6	19,4	40
2007	01.8–20.8	18,7	16,2	64
2008	06.8–26.8	18,8	13,8	52
2009	21.7–10.8	20,9	6,7	27
2010	27.7–16.8	18,3	12,5	50
2011	23.7–12.8	18,8	13,0	18
2012	28.7–17.8	21,0	8,8	47

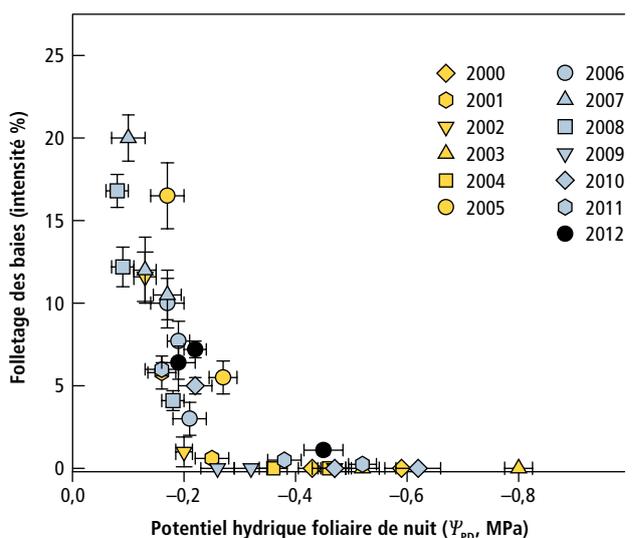


Figure 3 | Relation entre le statut hydrique de la vigne, mesuré par le potentiel hydrique de nuit (ψ_{PD} , MPa) autour de la véraison, et l'intensité du folletage sur grappes à la récolte. Moyennes \pm erreur standard. Humagne rouge, Leytron (Suisse), 2000-2012.

teur, l'existence d'un rayon secondaire séparant la zone du xylème du faisceau conducteur en deux parties, de même qu'une contraction importante des cellules du parenchyme et du sclérenchyme. Les coupes fines effectuées dans la zone du phloème primaire présentent une désorganisation des organelles et des membranes cellulaires de même qu'un épaissement des parois cellulaires comparativement à des pédoncules sains. Les coupes semi fines effectuées à d'autres niveaux de la rafle ont montré des déstructurations importantes des faisceaux conducteurs, essentiellement des altérations du phloème primaire et du xylème, par rapport à une rafle saine.

Discussion

Les conditions d'alimentation hydrique de la vigne durant la phase de maturation du raisin semblent déterminantes pour l'apparition du folletage des grappes. Aucun symptôme de folletage n'a été observé lors des étés chauds et secs (2000, 2003, 2004 et 2009). L'absence de contrainte hydrique, obtenue en irrigant les vignes avant et après la véraison, a été suivie d'une augmentation de la sensibilité au folletage, en particulier lorsque des à-coups thermiques s'étaient produits autour de la véraison (millésimes 2005 à 2008). Ainsi, des vignes vigoureuses sans restriction en eau et soumises à de fortes alternances climatiques durant la période de la véraison (forte évapotranspiration) s'avèrent vul-

nérables au développement d'accidents physiologiques tels que le folletage des grappes. A l'inverse, les vignes soumises à une contrainte hydrique modérée et progressive avant la véraison puis durant la maturation sont nettement moins sujettes au folletage.

La faible accumulation des sucres (Krasnow *et al.* 2009) et le flétrissement des baies (Bondada et Keller 2012) observés sur des grappes atteintes de folletage signifieraient que des perturbations de flux de sucres et d'eau et/ou des pertes partielles de fonctionnalité du système vasculaire (phloème-xylème) ont lieu probablement autour de la véraison et durant la phase de maturation du raisin (Hall *et al.* 2011). Ces auteurs ont conclu que la cessation de l'accumulation des sucres et de l'eau dans les baies folletées était associée à une perte de fonctionnalité du phloème due à une diminution de la viabilité cellulaire à travers la rafle. Les observations anatomiques et histologiques réalisées dans notre étude corroborent les résultats de ces auteurs, en montrant une importante désorganisation du contenu cellulaire et l'apparition d'un liber dur (phloème secondaire) qui n'est plus fonctionnel dans les rafles de grappes atteintes de folletage. Chez les grappes saines, par contre, il n'y a pas de traces de liber dur et l'ensemble des tissus conducteurs de sève élaborée est constitué uniquement de phloème primaire.

La conductivité hydraulique des rafles semble ne pas être trop fortement affectée par la présence de folletage. Les travaux de Chatelet *et al.* (2008) montrent que

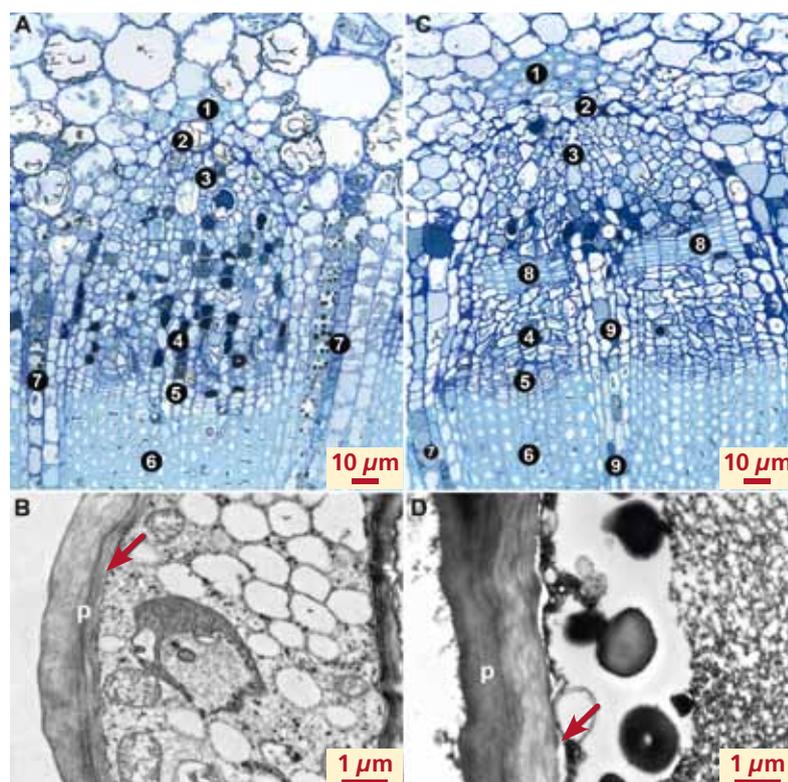


Figure 4 | Coupes semi fines du pédoncule de grappes, colorées avec 1 % de bleu de méthylène, et coupes fines du phloème primaire.
 A et B: grappe sans symptômes de folletage des baies.
 C et D: grappe atteinte de folletage des baies.
 1. Fibres périlibériennes.
 2. Périclerme (sclérenchyme).
 3. Phloème primaire.
 4. Phloème secondaire ou liber mou fonctionnel.
 5. Cambium.
 6. Rayon médullaire.
 7. Xylème secondaire.
 8. Phloème secondaire ou liber dur non fonctionnel.
 9. Rayon secondaire (p = paroi).
 La flèche montre la membrane cellulaire.

les conduits du xylème de la baie restent intacts et fonctionnels même après la véraison et suggèrent que le développement du xylème (formation de nouveaux vaisseaux) perdure après la période de véraison. Néanmoins, le flux d'eau parvenant à la baie à travers le xylème diminue largement après la véraison (Düring *et al.* 1987), les besoins en eau pour la transpiration des baies (Dreier *et al.* 2000) et leur croissance étant assurés principalement par le phloème (Land et Thorpe 1989; Greenspan *et al.* 1994, 1996; Ollat *et al.* 2002). L'étude microscopique des tissus xylémiens de la rafle n'a pas révélé d'anomalie particulière chez les grappes atteintes de folletage. Aucun phénomène d'embolie n'a été observé dans la présente étude durant les phases pré- et post-véraison. Il semble également peu probable que des phénomènes de thyllose dans les vaisseaux de rameaux puissent conduire à du folletage, sans pouvoir toutefois totalement l'exclure (Bondada et Keller 2012).

Possibilités de lutte

La lutte directe n'est pas possible pour l'instant. Dans les situations à risque, l'effort doit porter essentiellement sur les méthodes de lutte indirecte, en évitant les excès de vigueur (gestion de l'entretien des sols et de la fumure, choix du porte-greffe), de charge en raisin (rapport feuille-fruit équilibré) et d'alimentation en eau (gestion de l'irrigation). Le choix de cépages peu sen-

sibles s'avère nécessaire dans les situations où le risque est élevé. Le folletage affectant principalement l'extrémité des grappes, sur des cépages très sensibles comme l'Humagne rouge et le Cornalin, la limitation de la récolte par la suppression de la moitié inférieure des grappes permet de réduire efficacement ce problème.

Conclusions

- Les premiers symptômes de folletage des baies se sont manifestés généralement dix à quinze jours après la véraison, mais parfois également au cours de la maturation du raisin.
- Le folletage a fortement perturbé la maturation du raisin (faible teneur en sucres et en azote assimilable, acidité élevée, diminution de la synthèse des composés colorants).
- La restriction de l'alimentation en eau de la vigne (contrainte modérée à forte) peu avant la véraison et durant la maturation a réduit le folletage sur grappes.
- Des alternances thermiques marquées autour de la véraison ont favorisé le déclenchement et l'intensité du folletage.
- Une déstructuration du phloème primaire (transport de la sève élaborée) a été observée dans les rafles de grappes atteintes de folletage (apparition du phloème secondaire dur et non fonctionnel). ■

Remerciements

Les groupes de recherche en viticulture, œnologie et analyses des moultés et des vins d'Agroscope sont vivement remerciés pour leur assistance technique sur le terrain et en laboratoire.

Bibliographie

- Bachteler K., Riedel M., Merkt N., Ullrich B., Erhardt M. & Wünsche J., 2013. Effect of soil fertilization on the incidence of berry shrivel and the quality of resulting wine. *Vitis* **52** (1), 1–7.
- Bondada B. & Keller M., 2007. Grape berry shrivel: symptoms, probable causes, and effect on fruit quality. Proceeding of the XV international GESCO Symposium. Porec, Croatia, 582–586.
- Bondada B. & Keller M., 2012. Morphoanatomical Symptomatology and Osmotic Behavior of Grape Berry shrivel. *J. Am. Soc. Hortic. Sci.* **137**, 20–30.
- Bondada B. & Keller M., 2012. Not all shrivels are created equal. Morpho-anatomical and compositional characteristics differ among different shrivel types that develop during ripening of grape (*Vitis vinifera* L.) berries. *American Journal of Plant Sciences* **3**, 879–898.
- Chatelet D. S., Rost T. L., Shakel K. A. & Matthews M. A., 2008. The peripheral xylem of grapevine (*Vitis vinifera*). 1. Structural integrity in post-veraison berries. *Journal of experimental Botany* **59**, 1987–1996.
- Cochard H., Bodet C., Ameglio T. & Cruziat P., 2000. Cryo-scanning electron microscopic observations of vessel content during transpiration in walnut petioles: facts or artefacts? *Plant Physiology* **124**, 1191–1202.
- Dreier L. P., Stoll G. S. & Ruffner H. P., 2000. Berry ripening and evapotranspiration in *Vitis vinifera* L. *American Journal of Enology and Viticulture* **51**, 340–346.
- Düring H., Lang A. & Oggioni F., 1987. Patterns of water flow in Riesling berries in relation to developmental changes in their xylem morphology. *Vitis* **26**, 123–131.
- Greenspan M. D., Shackel K. A. & Matthews M. A., 1994. Developmental changes in the diurnal water budget of the grape berry exposed to water deficits. *Plant, Cell and Environment* **17**, 811–820.
- Greenspan M. D., Schultz H. R. & Matthews M. A., 1996. Field evaluation of water transport in grape berries during water deficits. *Physiologia Plantarum* **97**, 55–62.
- Hall G. E., Bondada B. R. & Keller M., 2011. Loss of rachis cell viability is associated with ripening disorders in grapes. *Journal of experimental Botany* **62** (3), 1145–1153.
- Keller M., Smith J. P. & Bondada B. R., 2006. Ripening grape berries remain hydraulically connected to the shoot. *Journal of experimental Botany* **57**, 2577–2587.
- Knoll M., Achleitner D. & Redl H., 2010. Sugar accumulation in «Zweigelt» grapes as affected by «Traubenwelke». *Vitis* **49** (3), 101–106.
- Krasnow M., Weis N., Smith R. J., Benz M. J., Matthews M. & Shackel K., 2009. Inception, progression, and compositional consequences of a berry shrivel disorder. *American Journal of Enology and Viticulture* **60**, 24–34.
- Lang A. & Thorpe M. R., 1989. Xylem, phloem and transpiration flows in a grape: application of a technique for measuring the volume of attached fruits to high resolution using Archimedes' principle. *Journal of experimental Botany* **40**, 1069–1078.
- Ollat N., Diakou-Verdin P., Carde J. P., Barrieu F., Gaudillère J. P. & Moing A., 2002. Grape berry development: a review. *Journal international des Sciences de la Vigne et du Vin* **36**, 109–131. ▶

Summary

Study of Berry Shivel in the Humagne Rouge Grape Variety

An anatomical and physiological study of the rachis of healthy clusters and clusters affected by berry shivel was conducted on the Humagne Rouge grape variety at the Agroscope experimental farm in Leytron (canton of Valais). The symptoms of berry shivel (a berry-ripening disorder) appeared about ten days after veraison – the beginning of the ripening period, when clusters began to change colour – and depended to a large extent on the vine water status. Berry shivel was more pronounced in vines which were not subject to any water restrictions (i.e. those which were substantially irrigated before and after veraison) than in those subject to a moderate-to-strong water stress from veraison onwards. Moreover, strong fluctuations in temperature around veraison exacerbated susceptibility to berry shivel. A destroyed primary phloem was observed in the rachis of clusters affected by berry shivel, with the formation of a hard, non-functional secondary phloem and disorganised phloem-tissue cell contents.

Key words: berry shivel, plant water status, berry ripening, phloem anatomy, grapevine.

Zusammenfassung

Untersuchung der Traubenwelke bei der Rebsorte Humagne rouge

Auf dem Versuchsbetrieb von Agroscope in Leytron (VS) wurde eine anatomische und physiologische Untersuchung von gesunden Weintrauben und Weintrauben mit Traubenwelke der Rebsorte Humagne rouge durchgeführt. Die Symptome der Traubenwelke (Störung des Reifungsprozesses der Trauben) traten rund zehn Tage nach beginnender Beerenreife auf und hingen stark vom Wasserhaushalt der Rebe ab. Bei den Rebstöcken ohne Wassermangel war die Traubenwelke stärker ausgeprägt (starke Bewässerung vor und nach beginnender Beerenreife) als bei denjenigen mit mässig bis stark eingeschränkter Wasserversorgung bei beginnender Beerenreife. Zudem verstärkten starke Temperaturschwankungen rund um die Beerenreife die Anfälligkeit auf die Beerenwelke zusätzlich. Die Weintrauben mit Beerenwelke wiesen ein zerstörtes Primärphloem mit Bildung eines harten, nicht funktionalen Sekundärphloemes und einen desorganisierten Zellinhalt der Phloemgewebe auf.

Riassunto

Studio sul folletage dei grappoli nel vitigno Humagne rouge

Presso il vigneto sperimentale di Agroscope a Leytron (VS), sul vitigno Humagne rouge è stato condotto uno studio anatomico e fisiologico dei rachidi dei grappoli sani e dei grappoli colpiti dal disseccamento degli acini (folletage). La comparsa dei sintomi del folletage (un disturbo della maturazione degli acini) è avvenuta una decina di giorni dopo l'invasatura ed è dipesa in larga parte dal regime idrico della vigna durante la stagione. Il folletage degli acini era più evidente nelle viti in cui non è stata operata nessuna limitazione della quantità d'acqua (irrigazione importante prima e dopo l'invasatura) rispetto a quelle soggette a una restrizione idrica da moderata a forte a partire dall'invasatura. Forti sbalzi termici nel periodo dell'invasatura hanno inoltre incrementato la sensibilità al folletage. Si è osservato un floema primario destrutturato nei rachidi dei grappoli colpiti da folletage, con comparsa di un libro duro (floema secondario) non funzionale e con una disorganizzazione del contenuto cellulare dei tessuti del floema.

- Raifer B. & Roschatt C., 2001. Welkekrankheit bei Weintrauben. *Obst-Weinbau* **38**, 143–145.
- Redl H., 2007. Diagnosehilfe bei welken Beeren. *Der Winzer* **63** (8), 24–27.
- Raifer B., Haas F. & Cassar A., 2014. Influence of leaf canopy height on the occurrence of berry shivel. *Vitis* **53** (3), 117–123.
- Reizenzein H., 1998. Untersuchungen zum Auftreten und zur Bekämpfung der Zweigeltkrankheit. *Mitteilungen aus der biologischen Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft*, 51. Pflanzenschutztag, Heft **357**, 316.
- Reynolds E. S., 1963. The use of lead citrate at high pH as an electron-opaque stain in electron microscopy. *J. Cell Biol.* **17**, 208–212.
- Roland J. C. & Vian B., 1991. General preparation and staining of thin sections. *In: Electron Microscopy of Plant Cells*. J. L. Hall, C. Hawes (Eds.), Academic press, London, 1–66.
- Scholander P. F., Hammel H. T., Bradstreet E. D. & Hemmingsen E. A., 1965. Sap pressure in vascular plants. *Science* **148**, 339–346.
- Schumacher P., Bircher J. & Indermaur D., 2007. Traubenwelke: eine neue Hypothese. *Schweiz. Z. Obst-Weinbau* **20**, 4–7.
- Spring J.-L., Siegfried W., 2007. Dessèchement de la rafle et folletage des grappes: deux accidents physiologiques de la vigne souvent confondus. *Revue suisse Vitic., Arboric., Hortic.* **39** (1), 71–74.
- Zufferey V., Spring J.-L., Voinesco F., Viret O. & Gindro K., 2015. Physiological and histological approaches to study berry shivel in grapes. *Journal international des Sciences de la Vigne et Vin* (acceptée).

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





SCHALLER SA

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



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

Effet des levures et des paramètres de vinification sur la dynamique des concentrations en acétaldéhyde

Marilyn CLÉROUX¹, Arnaud PERNET¹, Ramón MIRA DE ORDUÑA HEIDINGER¹, Anik RIEDO¹, Muriel MERTENAT¹, Nick JACKOWETZ² et Erhu LI³

¹CHANGINS – Haute école de viticulture et œnologie, 1260 Nyon, Suisse

²Constellation Brands, Canandaigua, New York 14424, Etats-Unis

³College of Food Science and Technology, Huazhong Agricultural University, Wuhan, Chine

Renseignements: Ramón Mira de Orduña Heidinger, e-mail: ramon.mira@changins.ch, tél. +41 22 363 40 86, www.changins.ch



Les paramètres de fermentation, comme la souche de levure, l'ajout de SO_2 et de nutriments et le choix de la température, ont un impact sur la formation d'acétaldéhyde pendant la vinification (Cave expérimentale de la China Agricultural University à Pékin; photo Ramón Mira).

Introduction

Le SO_2 est un additif de grande utilité en œnologie, dont l'utilisation doit toutefois être limitée pour éviter des possibles réactions négatives chez les consommateurs sensibles. Les efforts dans ce sens d'ailleurs ne sont pas récents: certains travaux datent des années 1950 (Joslyn 1954). Aujourd'hui, cependant, de nou-

velles connaissances en chimie et en microbiologie permettent de mieux gérer l'application de SO_2 .

Une publication précédente dans cette revue (Henriet *et al.* 2014) a mis en évidence les principaux composés carbonylés du vin. En se combinant avec le SO_2 , ces composés en augmentent la concentration. En moyenne, plus de la moitié du SO_2 lié dans les vins rouges et 75 % dans les vins blancs sont dus à l'acétaldéhyde. Ce com-

posé peut se former par le contact du vin avec l'oxygène de l'atmosphère après la fermentation alcoolique. Plus précisément, ce sont des espèces réactives d'oxygène, telles que le peroxyde d'eau, formées au contact du vin avec l'oxygène en présence de métaux de transition (fer, cuivre) et de substances phénoliques, qui oxydent l'éthanol en acétaldéhyde (Danilewicz 2003).

Cependant, on entend assez fréquemment que la formation post-fermentaire serait la principale cause de la présence d'acétaldéhyde dans les vins. En fait, sauf négligence (vin mal protégé de l'oxydation atmosphérique), la majeure partie de l'acétaldéhyde est déjà formée par les levures au début de la fermentation. Cet article fait le point sur l'importance de la maîtrise de la fermentation alcoolique, des paramètres de vinification et des souches de levure sur la formation et la dégradation de l'acétaldéhyde.

Matériel et méthodes

Le profil analytique des deux moûts (Sauvignon blanc et Gewürztraminer) utilisés pour l'étude des paramètres de vinification est donné dans le tableau 1. Dans les différentes variantes, les moûts ont été modifiés par l'ajout (ou non) de SO₂ et de nutriments, et par une augmentation du pH. Les 20 variantes sont décrites dans le tableau 2. Les variantes avec ajout de SO₂ (30 mg/l) et de nutriments (250 mg/l de Fermaid K, Lallemand) et un pH non modifié (3,1) ont été définies comme témoin. La température de fermentation des variantes de contrôle était de 20 °C. En outre, un moût de Chardonnay a été utilisé pour comparer le potentiel de production d'acétaldéhyde de différentes levures (tabl. 1). L'influence de la teneur en glucose sur la formation d'acétaldéhyde a été étudiée avec des cellules au repos dans une solution d'acide tartrique tamponnée à pH4 (Li et Mira de Orduña 2011). Des levures commerciales de l'espèce *Saccharomyces cerevisiae* et d'autres espèces ont été prises dans la collection du laboratoire de CHANGINS.

La concentration en SO₂ a été déterminée par titrage iodométrique selon la méthode Ripper (Amerine et Ough 1974). Glucose, fructose et acétaldéhyde ont

Tableau 1 | Profil analytique de deux moûts blancs

	°Oe	pH	Acidité titrable (g/l acide tartrique)	Azote assimilable (mg/l N)	SO ₂ total
Sauvignon blanc	89	3,1	7,1	88	0,0
Gewürztraminer	87	3,1	6,5	113	0,0
Chardonnay	89	3,2	8,4	176	0,0

■ **Résumé** L'acétaldéhyde est le principal responsable du dioxyde de soufre combiné dans les vins rouges et plus encore dans les blancs, où il induit en moyenne 75 % du SO₂ combiné.

Dans les vins qui ne sont pas aérés volontairement (lors des remontages en vinification rouge) ou involontairement, la majeure partie de l'acétaldéhyde est produite par le métabolisme des levures.

Dans la stratégie générale d'une réduction des taux de SO₂ combiné (et donc total), ce projet portait sur l'étude des facteurs de vinification susceptibles d'influencer la production d'acétaldéhyde par les levures. Le potentiel de formation d'acétaldéhyde de souches de levure *Saccharomyces* et autres a aussi été considéré. Les résultats montrent que les levures expulsent de l'acétaldéhyde au début des fermentations puis en réutilisent une partie ensuite.

Les concentrations résiduelles dépendent donc du pic produit pendant la première phase et de l'ampleur de la réutilisation.

Le sulfitage du moût a été le facteur le plus influent sur les concentrations maximales et résiduelles d'acétaldéhyde. En moyenne, pour 10 mg/l de SO₂ ajouté au moût, le taux de SO₂ combiné dû à l'acétaldéhyde augmente de 3–7 mg/l dans les vins blancs.

La température de fermentation a affecté l'aptitude des levures à réutiliser l'acétaldéhyde excrété. Les basses températures se sont ainsi corrélées avec des résidus élevés d'acétaldéhyde.

Quelques souches non *Saccharomyces* produisent nettement moins d'acétaldéhyde que *Saccharomyces cerevisiae*, une caractéristique qui a pu être confirmée chez une souche commerciale de *Torulaspora delbrueckii* dans la vinification d'un Chardonnay.

été quantifiés par méthode enzymatique (Megazyme, Irlande). L'oxygène dissous a été mesuré non invasivement par fluorescence (Presens, Allemagne). L'acidité titrable a été dosée par titrage acide-base colorimétrique et l'azote assimilable par la méthode NOPA (Dukes et Butzke 1998). Toutes les incubations et analyses ont été dupliquées et les valeurs présentées sont des moyennes.

Résultats et discussion

La cinétique de la formation et la réutilisation de l'acétaldéhyde par les levures ont été étudiées en considérant plusieurs paramètres œnologiques tels que la variété de raisin, le cépage de levure, le sulfitage du moût, le pH, l'ajout de nutriments et la température de fermentation. Les conditions expérimentales sont détaillées dans le tableau 2. Pour éviter la formation chimique d'acétaldéhyde par oxydation de l'éthanol, toutes les fermentations ont été réalisées dans une chambre anaérobie et l'absence d'oxygène a été confirmée par la mesure de l'oxygène dissous dans les fermentations (fig. 1).

La figure 1 montre des fermentations exemplaires conduites avec *S. cerevisiae* EC1118 dans deux moûts blancs. Dans tous les essais, les levures ont d'abord produit de l'acétaldéhyde durant la phase initiale de la fermentation. Après avoir atteint sa concentration maximale, l'acétaldéhyde a ensuite été métabolisé par les levures (fig. 1). L'acétaldéhyde résiduel dans le vin, qui détermine par conséquent la quantité de SO₂ combiné, dépend donc de la hauteur du pic d'acétaldéhyde et du potentiel de réutilisation de cette molécule par la levure

pendant la deuxième phase de la fermentation. Les valeurs maximales et résiduelles de toutes les variantes sont fournies dans le tableau 2. Des facteurs de signification statistique et pratique ont pu être identifiés. Le plus important pour la hauteur du pic et pour les concentrations résiduelles était l'apport de SO₂ dans le moût, comme le montre la figure 2. En se liant avec l'acétaldéhyde, le SO₂ prive la levure de l'accepteur terminal d'électrons dont elle a besoin pour assurer l'équilibre d'oxydo-réduction cellulaire pendant la fermentation (Gottschalk 1986). La levure compense ce manque par une production accrue d'acétaldéhyde. En moyenne, 0,2–0,5 mg d'acétaldéhyde ont été formés par milligramme de SO₂ ajouté au moût, ce qui équivaut à 0,3–0,75 mg de SO₂ combiné. Autrement dit, l'addition de 50 mg/l de SO₂ augmenterait ainsi de 15–38 mg/l le taux de SO₂ combiné dans le vin. Le deuxième facteur déterminant pour l'acétaldéhyde résiduel était la température. Indépendamment d'autres paramètres, les températures basses réduisent l'activité métabolique de la levure et diminuent donc significativement la réutilisation d'acétaldéhyde (Jackowetz *et al.* 2011). Les fermentations à 12 °C présentaient donc des résidus d'acétaldéhyde bien corrélés

Tableau 2 | Effet de paramètres de vinification sur les taux maximaux et résiduels d'acétaldéhyde dans des fermentations réalisées avec deux souches de *S. cerevisiae*

Variante	Souche EC1118	Souche DV10	Addition de SO ₂	pH augmenté	12 °C	20 °C	Addition de nutriments	SB	G	Acétaldéhyde (maximum-mg/l)	Acétaldéhyde (résiduel-mg/l)	Sucre résiduel (g/l)
Sans addition de SO ₂	1					1	1	1		87 ± 12 ^a	24 ± 2 ^b	1,37 ± 0,18
Sans addition de nutriments	1		1			1		1		97 ± 1 ^a	35 ± 1 ^a	5,06 ± 0,38
pH 3,6	1		1	1		1	1	1		104 ± 11 ^a	38 ± 4 ^a	2,72 ± 0,31
Fermentation à 12 °C	1		1		1		1	1		101 ± 16 ^a	40 ± 6 ^a	34,05 ± 10,93
Témoin EC1118 - SB	1		1			1	1	1		93 ± 9 ^a	36 ± 0 ^a	4,51 ± 0,78
Sans addition de SO ₂	1					1	1		1	65 ± 5 ^b	25 ± 2 ^d	2,02 ± 0,01
Sans addition de nutriments	1		1			1			1	92 ± 2 ^a	37 ± 2 ^a	2,91 ± 0,84
pH 3,6	1		1	1		1	1		1	83 ± 3 ^a	31 ± 2 ^c	2,46 ± 0,74
Fermentation à 12 °C	1		1		1		1		1	86 ± 5 ^a	36 ± 1 ^{ab}	16,85 ± 3,32
Témoin EC1118 - G	1		1			1	1		1	86 ± 9 ^a	32 ± 0 ^{bc}	1,92 ± 0,22
Sans addition de SO ₂		1				1	1	1		107 ± 4 ^b	26 ± 0 ^d	2,50 ± 0,25
Sans addition de nutriments		1	1			1		1		87 ± 1 ^d	34 ± 1 ^c	4,87 ± 1,29
pH 3,6		1	1	1		1	1	1		119 ± 5 ^a	38 ± 0 ^b	2,80 ± 0,19
Fermentation à 12 °C		1	1		1		1	1		100 ± 2 ^c	49 ± 1 ^a	38,09 ± 1,62
Témoin DV10 - SB		1	1			1	1	1		101 ± 1 ^c	35 ± 0 ^c	3,90 ± 0,86
Sans addition de SO ₂		1				1	1		1	62 ± 1 ^b	22 ± 2 ^b	2,23 ± 0,49
Sans addition de nutriments		1	1			1			1	78 ± 1 ^a	33 ± 2 ^a	1,80 ± 0,30
pH 3,6		1	1	1		1	1		1	78 ± 9 ^a	36 ± 1 ^a	1,80 ± 0,49
Fermentation à 12 °C		1	1		1		1		1	82 ± 2 ^a	36 ± 3 ^a	9,91 ± 0,23
Témoin DV10 - G		1	1			1	1		1	86 ± 3 ^a	36 ± 1 ^a	2,42 ± 1,36

Des différences significatives ($p < 0,05$) entre les moyennes des concentrations en acétaldéhyde maximales et résiduelles d'incubations dupliquées sont indiquées par des lettres différentes. G: Gewürztraminer; SB: Sauvignon blanc. Le sucre résiduel a été mesuré quinze jours après l'inoculation.

avec le taux de sucres résiduels (tabl.2). La réutilisation de métabolites initialement excrétés par la levure est bien connue dans la fermentation de la bière, où la phase de réutilisation sert notamment à la réduction des taux de diacétyl et d'acétaldéhyde (Priest et Campbell 2003). Cependant, à cause du taux élevé d'alcool de la plupart des vins, la viabilité et donc l'activité métabolique des levures s'amenuise vers la fin de la fermentation, diminuant ainsi l'effet de cette phase.

D'autres expériences menées avec des cellules au repos dans notre laboratoire (Li et Mira de Orduña 2011) ont montré qu'indépendamment du taux de dégradation des sucres, la quantité d'acétaldéhyde produite par la levure était aussi fortement liée à la concentration en sucres (fig.3). Ce constat explique les grands résidus

d'acétaldéhyde (et le besoin accru en SO_2) habituellement observés dans les vins issus de raisins partiellement ou entièrement passerillés, ou dans les vins de glace (Pigeau et Inglis 2005).

L'utilisation de levures non *Saccharomyces* s'est répandue dans la recherche et la pratique œnologique depuis quelques années. Nous avons étudié la production d'acétaldéhyde de 26 souches *S. cerevisiae* et 7 non *Saccharomyces*, avec ou sans ajout de SO_2 (Li et Mira de Orduña 2011). Les résultats indiquent que les souches *Saccharomyces* varient relativement peu entre elles sur ce point, par rapport aux autres espèces de levure (fig.4). Ces dernières ont formé nettement moins d'acétaldéhyde, sauf *Z. bailli* et *S. pombe*, dont la production égale, voire surpassait la moyenne de souches *Saccharo-*

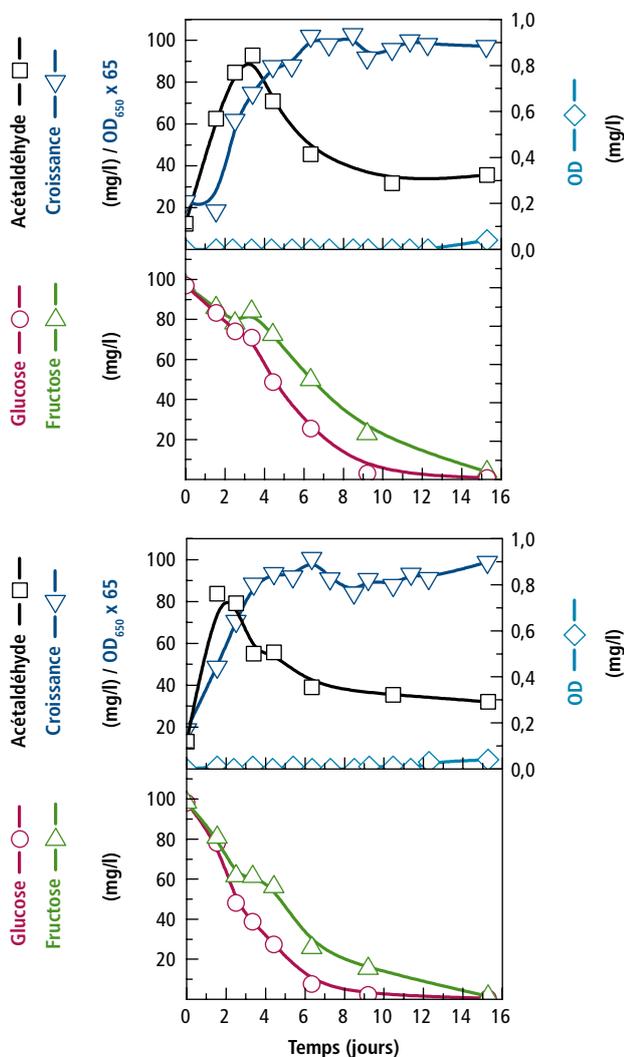


Figure 1 | Fermentation alcoolique d'un Sauvignon blanc (en haut) et d'un Gewürztraminer (en bas) avec *S. cerevisiae* EC1118. — Acétaldéhyde; — Croissance (densité optique à 650 nm x 65); — Oxygène dissous; — Glucose; — Fructose. Les graphiques montrent les variantes de contrôle avec addition de SO_2 et nutriments, pH natif et une température de fermentation de 20 °C.

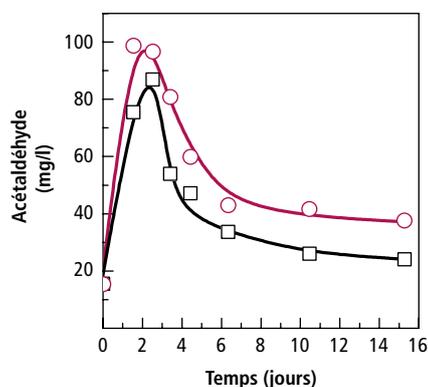


Figure 2 | Effet du sulfitage du moût sur la cinétique de l'acétaldéhyde pendant la fermentation d'un Sauvignon blanc avec *S. cerevisiae* EC1118. — sans sulfitage du moût; — avec sulfitage du moût (30 mg/l SO_2).

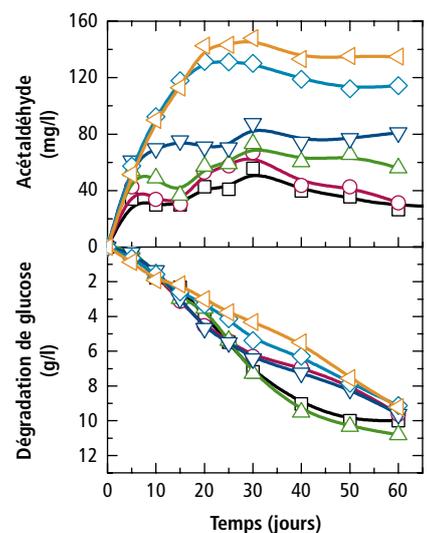


Figure 3 | Influence de la concentration en glucose sur la dégradation du glucose et la formation d'acétaldéhyde par *S. pombe*. Concentration en glucose: — 240 g/l; — 200 g/l; — 100 g/l; — 50 g/l; — 20 g/l; — 10 g/l (pH 4, 7,5 g/l biomasse comme poids sec).

myces. L'usage de certaines souches non *Saccharomyces* pourrait ainsi contribuer à limiter la formation d'acétaldéhyde. Une étude a été menée avec une souche commerciale de *Torulaspora delbrueckii* («Level 2 TD», Lallemand, France) pour vérifier cette possibilité. Les souches *Torulaspora* possédant une faible tolérance à l'alcool, une vinification avec ce micro-organisme requiert une deuxième inoculation avec une souche *S. cerevisiae* pour achever la fermentation. Une comparaison de cette fermentation *Torulaspora/Saccharomyces* avec des vinifications utilisant deux souches *Saccharomyces* commerciales courantes a montré que la souche *Torulaspora* a effectivement produit très peu d'acétaldéhyde pendant la phase de fermentation (fig. 5). Après l'inoculation de cette variante avec *S. cerevisiae*, une deuxième phase de production d'acétaldéhyde a eu lieu. A la fin du processus, les teneurs en acétaldéhyde et en SO₂ (8 et 2 mg/l) des vins de la variante *Torulaspora/Saccharomyces* étaient bien inférieures à la moyenne des valeurs (17,5 et 34 mg/l) des deux vinsensemencés avec *S. cerevisiae*.

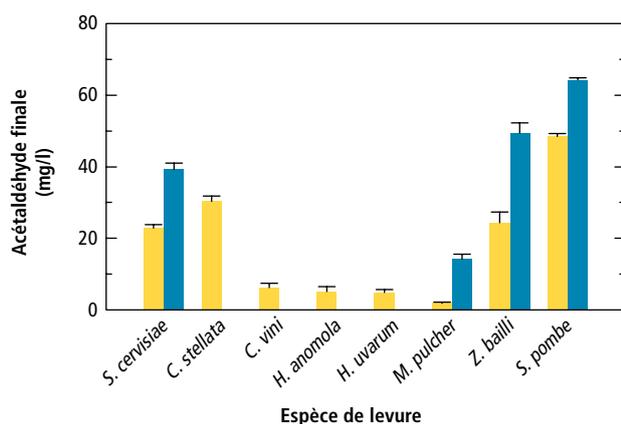


Figure 4 | Valeurs d'acétaldéhyde résiduelles dans des vins fermentés (en partie avec des non *Saccharomyces*) à l'aide de différents genres, espèces et souches de levure. ■ sans sulfitage du moût; ■ avec sulfitage du moût (30 mg/l SO₂). Les données de *S. cerevisiae* représentent la moyenne de l'étude de 26 souches. Les colonnes bleues manquantes signifient que la levure a été inhibée par l'ajout de SO₂.

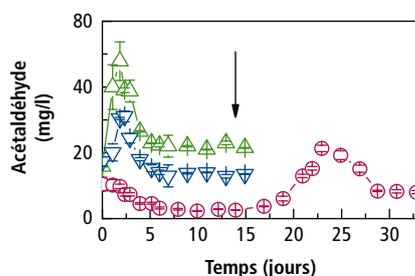


Figure 5 | Cinétique des concentrations d'acétaldéhyde pendant la fermentation alcoolique d'un moût de Chardonnay avec différentes levures. — *S. cerevisiae* EC1118; — *S. cerevisiae* CY3079; — *Torulaspora delbrueckii/S. cerevisiae* EC1118. La flèche indique le moment de l'inoculation de *S. cerevisiae* EC1118 dans la variante *Torulaspora/Saccharomyces*.

Conclusions

- L'acétaldéhyde peut être formé chimiquement (principalement après la fermentation alcoolique, lorsque les vins sont exposés à l'oxydation atmosphérique) et biologiquement (par les levures au départ de la fermentation alcoolique).
- Durant l'élaboration de vins blancs normalement non aérés (sauf négligence), la majeure partie de l'acétaldéhyde est produit par la levure pendant la fermentation alcoolique.
- L'addition de SO₂ en présence de levures actives engendre systématiquement la formation d'acétaldéhyde, qui élèvera le taux de SO₂ combiné, de même que lorsque le SO₂ est utilisé pour terminer une fermentation alcoolique. Cette étude indique que, pour 10 mg/l de SO₂ ajouté dans le moût, la teneur en SO₂ combiné dans le vin fini s'accroît de 3–7 mg/l.
- Les levures dégradent l'acétaldéhyde après la fermentation si elles sont restées viables et en contact avec le vin.
- De ce fait, les températures basses et les facteurs qui réduisent la viabilité (pH très bas, taux élevé d'alcool) accroissent les résidus d'acétaldéhyde dans le vin.
- L'application de levures non *Saccharomyces* peut être intéressante dans le cadre d'une stratégie de diminution du SO₂.

Bibliographie

- Amerine M. A. & Ough C. S., 1974. Methods for Analysis of Musts and Wine. Wiley-Interscience Publication, New York.
- Danilewicz J. C., 2003. Review of reaction mechanisms of oxygen and proposed intermediate reaction products in wine: central role of iron and copper. *Am. J. Enol. Vitic.* **54**, 73–85.
- Dukes B. C. & Butzke C. E., 1998. Rapid determination of primary amino acids in grape juice using an o-phthalaldehyde/N-acetyl-L-cysteine spectrophotometric assay. *Am. J. Enol. Vitic.* **49**, 127–134.
- Gottschalk G., 1986. Bacterial Metabolism. Springer-Verlag, New York, 359 p.
- Henriot J., Jackowetz J. N. & Mira de Orduña R., 2014. Composés carbonyles: importance pour les taux de SO₂, analyse et présence dans les vins. *Revue suisse Vitic., Arboric., Hortic.* **46**, 318–325.
- Jackowetz J. N., Dierschke S. E. & Mira de Orduña R., 2011. Multifactorial analysis of acetaldehyde kinetics during alcoholic fermentation by *Saccharomyces cerevisiae*. *Food Res. Int.* **44**, 310–316.
- Li E. & Mira de Orduña R., 2011. Evaluation of the acetaldehyde production and degradation potential of 26 enological *Saccharomyces* and non-*Saccharomyces* yeast strains in a resting cell model system. *J. Ind. Microbiol. Biotechnol.* **38**, 1391–1398.
- Pigeau G. M. & Inglis D. L., 2005. Upregulation of ALD3 and GPD1 in *Saccharomyces cerevisiae* during Icewine fermentation. *J. Appl. Microbiol.* **99**, 112–125.
- Priest F. G. & Campbell I., 2003. Brewing Microbiology. Kluwer Academic/Plenum Publishers, New York.

Summary**Effect of yeast strain and vinification parameters on acetaldehyde kinetics**

Acetaldehyde is the main causative of combined SO₂ in red and especially in white wines where it is responsible for 75 % of the bound SO₂ on average. In wines that have not been aerated voluntarily (e.g. during pump-overs) or involuntarily, the major part of acetaldehyde stems from yeast metabolism. Within the major objective of reducing bound, and hence, total SO₂ levels in wines, this project studied vinification factors that could influence yeast acetaldehyde production. The potential of various *Saccharomyces* and non-*Saccharomyces* strains to form acetaldehyde was also considered. The results show that yeast excrete acetaldehyde at the beginning of fermentations and reutilise a certain part of it afterwards. Residual acetaldehyde concentrations hence depend on the maximum reached as well as the extent of the reutilisation. Must sulphite addition was the largest contributor for maximum and residual acetaldehyde levels. On average, for every 10 mg/l of SO₂ added to the must, the bound-SO₂ concentration caused by acetaldehyde increased by 3–7 mg/l in white wines. The fermentation temperature affected the ability of yeast to reutilise acetaldehyde. Low fermentation temperatures correlated with high acetaldehyde residues. Some non-*Saccharomyces* strains produce considerably less acetaldehyde as *S. cerevisiae* strains. This characteristic could be confirmed with a commercial *Torulasporea delbrueckii* strain in a Chardonnay fermentation.

Key words: wine, acetaldehyde, SO₂, yeast, *Saccharomyces*.

Zusammenfassung**Einfluss des Hefestamms und verschiedener Gärparameter auf den Verlauf der Acetaldehydkonzentrationen**

Acetaldehyd ist der Hauptverursacher von gebundenem SO₂ in Rot- und besonders in Weissweinen, wo es im Durchschnitt für 75 % des gebundenen SO₂ verantwortlich ist. In Weinen, die nicht absichtlich (z.B. beim Umpumpen in der Rotweinherstellung) oder ungewollt belüftet wurden, resultiert der Grossteil des Acetaldehyds vom Hefestoffwechsel. Im Rahmen des langfristigen Ziels die gebundenen und dadurch auch die Gesamt-SO₂ Konzentration zu reduzieren, hat diese Studie Vinifikationsfaktoren untersucht, welche die Acetaldehydbildung durch die Hefe beeinflussen könnten. Das Acetaldehydbildungspotential mehrere *Saccharomyces*- und nicht-*Saccharomyces*-stämme wurde ebenfalls untersucht. Die Ergebnisse zeigen, dass Hefen zu Beginn der Gärung Acetaldehyd bilden und einen Teil davon in späteren Phasen wieder metabolisieren. Die Endacetaldehydkonzentrationen hängen demnach von dem erreichten Höchstwert und dem Umfang der Wiederaufnahme ab. Die Mostschwefelung hatte die grösste Auswirkung auf die Höchst- und Endwerte des Acetaldehyds. Im Durchschnitt erhöht sich in Weissweinen bei einer Mostzugabe von 10 mg/l SO₂ der durch Acetaldehyd verursachte gebundene Schwefel um 3–7 mg/l. Die Gärtemperatur beeinflusste die Fähigkeit der Hefen Acetaldehyd wiederaufzunehmen. So korrelierten niedrige Fermentationstemperaturen mit hohen Acetaldehydrückständen. Manche nicht-*Saccharomyces* bilden signifikant weniger Acetaldehyd als *S. cerevisiae* Stämme. Es war möglich diese Eigenschaft mit einem *Torulasporea delbrueckii* Stamm bei der Vergärung eines Chardonnay zu bestätigen.

Riassunto**Effetto dei lieviti e dei parametri di vinificazione sulla dinamica delle concentrazioni in acetaldeide**

L'acetaldeide è la principale responsabile del diossido di zolfo combinato nei vini rossi, e ancor più nei bianchi, all'origine in media del 75 % del SO₂ combinato. Nei vini non arieggiati volontariamente (al momento del rimontaggio nella vinificazione dei rossi) o involontariamente, la maggior parte della acetaldeide proviene dal metabolismo dei lieviti. Questo progetto era incentrato sullo studio dei fattori di vinificazione suscettibili d'influenzare la produzione di acetaldeide dai lieviti nella prospettiva generale di una riduzione dei tassi di SO₂ combinata (e quindi totale). È pure stato considerato il potenziale di formazione di acetaldeide di ceppi di *Saccharomyces* e altri. I risultati mostrano che i lieviti espellono dell'acetaldeide all'inizio delle fermentazioni per poi riutilizzarne una parte. Le concentrazioni residue dipendono quindi dal picco prodotto durante la prima fase e dall'ampiezza della riutilizzazione. La solfitazione del mosto è stato l'elemento con maggiore influsso sulle concentrazioni massime e residuali di acetaldeide. Nei vini bianchi il tasso di SO₂ combinato dovuto all'acetaldeide aumenta, in media, di 3–7 mg/l per ogni 10 mg/l di SO₂ aggiunto al mosto. La temperatura di fermentazione ha influenzato l'attitudine dei lieviti a riutilizzare l'acetaldeide espulsa. Le basse temperature si sono così correlate con elevati residui di acetaldeide. Qualche ceppi di non-*Saccharomyces* producono nettamente meno acetaldeide rispetto a *Saccharomyces cerevisiae*, caratteristica che ha potuto essere confermata con un ceppo commerciale di *Torulasporea delbrueckii* nella vinificazione di un Chardonnay.

Arbres fruitiers

du professionnel

Pour la saison de plantation automne 2015, les variétés suivantes sont encore disponibles:

Gravensteiner Rellstab	M27, J-TE-E*
Galmac*	J-OH-A*
Boskoop HERR	J-TE-E*, M27
Cox Korallo	J-TE-E*
Cox Lavera	J-TE-E*
Rubinette, rosso*	J-TE-F*
Galaxy Gala*	J-TE-E*, J-OH-A*, FL-56, M9
Jugala*	FL-56, J-TE, *, B-9
Elshof*	J-OH-A*
Milwa (Diwa)*	FL-56, J-OH-A*, M9 VF, B-9
Kiku 8*	M9
Jonagold Novajo*	M27, J-TE-E*, FL-56
La Flamboyante (Mairac)*	J-TE-F, J-TE-E*
Golden Reinders*	M9, J-TE-E*, FL-56
Braeburn Hillwell*	FL-56, M9 VF, B-9
Pinova*	J-OH-A*
Topaz* RT**	M9, J-TE-E*, J-OH-A*, FL-56, M26
Red Topaz* RT**	M9, J-OH-A*, FL-56, J-TE-E*
Rubinola* RT**	J-TE-F*
Mira* RT**	FL-56
Sirius* RT**	J-TE-E*
Orion* RT**	P-22*, J-TE-F*
Opal* RT**	M9 VF, J-OH-A*, FL-56, B-9
Solaris* RT**	J-OH-A*
Karneval* RT**	J-OH-A*
Admiral* RT**	J-TE-E*, M27
Juno* RT**	J-TE-E*, M9
Allegro* RT**	J-TE-E*, M9
Diana* RT**	J-TE-E*, M9
Lucy* RT**	J-TE-E*, J-OH-A*, FL-56

*Variétés protégées **RT = résistant à la tavelure

Zone protégée ZP-b2

Nous avons encore à disposition plusieurs variétés de pommiers ainsi qu'un grand choix de poiriers pour la table, de pruniers et de cerisiers. Nous disposons aussi d'un large assortiment de pommiers et de poiriers pour les jus, de pruniers et de cerisiers à hautes tiges.

Liste complète des variétés sur www.dickenmann-ag.ch



Erich Dickenmann AG

dipl. Obstbau-Ing. HTL
Baumschulen und Obstkulturen
Bächstrasse 1
8566 Ellighausen TG
Tél. 071 697 01 71
Fax 071 697 01 74
Natel 079 698 37 29
erich.dickenmann@dickenmann-ag.ch
www.dickenmann-ag.ch

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

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

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



Nouveau!



AUTEURS
ÉDITEUR
PRIX

Olivier Viret et Katia Gindro, Agroscope
AMTRA, 255 pages, 360 illustrations
CHF 65.– (+ frais de port). Dès 10 ex. CHF 59.–. Ecoles CHF 55.–

Toutes les maladies de la vigne sont illustrées de nombreuses photographies originales:

- de l'apparition des symptômes aux dégâts économiques
- cycles épidémiologiques et description des organismes responsables
- prévision des infections, lutte préventive, mécanismes de défense de la vigne
- glossaire, index thématique

COMMANDE AMTRA, M^{me} Antoinette Dumartheray, route de Duillier 50, 1260 Nyon 1
Tél. 079 659 48 31 / antoinette.dumartheray@agroscope.admin.ch / www.revuevitiarbohorti.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**



**Martin Auer Rebschulen
Pépinières Viticoles**

Lisilostrasse, 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.**



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

Barriques · Supports porte-barriques · Tire-bouchons

LIÈGE RIBAS S.A.

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

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

e-mail: ribas@bouchons.ch

www.bouchons.ch

Pyrrolizidines dans les plantes, est-ce un danger?

Auteurs: C. Baroffio, C.-A. Carron

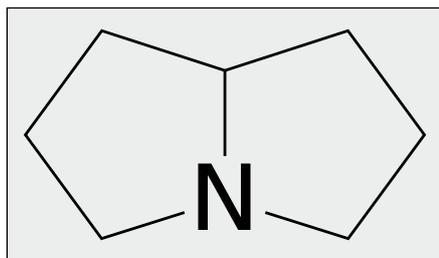
Mars 2015

Définition

Les alcaloïdes pyrrolizidiniques sont une classe d'alcaloïdes et de métabolites secondaires, qui sont formés par les plantes pour se protéger des herbivores. Plus de 200 alcaloïdes pyrrolizidiniques ont été identifiés dans treize familles de plantes.

On les rencontre principalement chez toutes les plantes de la famille des Boraginacées, chez les Astéracées et plus accessoirement les Fabacées et les Poacées, etc.

La plupart des alcaloïdes pyrrolizidiniques sont cancérogènes et inducteurs de tumeurs hépatiques.



Structure chimique de l'alcaloïde pyrrolizidinique.



Le séneçon jacobée, adventice riche en alcaloïdes.

Comment reconnaître le séneçon jacobée



www.fullspectrumbiology.blogspot.ch



www.visoflora.com



www.commonswikimedia.org



Les plantes concernées dans la production suisse de plantes aromatiques et médicinales

Le risque principal pour les producteurs est la contamination des cultures par des mauvaises herbes, principalement les séneçons, ainsi que la bourrache et la consoude, et plus rarement le tussilage et l'eupatoire.

Chez l'homme

La consommation régulière d'herbes médicinales contenant ces composés peut être responsable de graves intoxications hépatiques.

Chez l'animal

En général, le bétail évite les plantes à alcaloïdes pyrrolizidiniques. Mais des fourrages et des ensilages contaminés peuvent conduire à une intoxication chronique. Les animaux les plus sensibles sont les porcs, suivis par les chevaux, les bovins et les chèvres. Le lait de vache ou de chèvre peut être contaminé par ces composés hépatotoxiques.

Comment éviter la présence d'alcaloïdes

1. Cultures de plantes médicinales et aromatiques

- a. **Désherbage:** maintenir les cultures propres, sans adventices.
- b. **Contrôle visuel:** passer plusieurs fois dans les cultures pour contrôler la présence éventuelle de séneçons ou aux abords de la culture, particulièrement sur les talus avoisinants. En cas de doute, photographier la plante et envoyer pour détermination au service phytosanitaire cantonal ou à Agroscope.
- c. **Récolte:** garantir une récolte sans adventices.
- d. **Contrôle régulier des alentours:** ne pas laisser ces plantes monter en graine. Les plantes isolées doivent être arrachées.

2. **Prairie à foin:** les alcaloïdes restent présents dans le fourrage sec ou ensilé. Toutes les parties de la plante sont toxiques, mais les fleurs ont les concentrations les plus élevées. C'est au stade rosette que les risques d'intoxication sont les plus élevés, car le bétail les consomme parfois sans discernement.

- a. **Contrôle visuel:** passer plusieurs fois dans les cultures pour contrôler la présence éventuelle de séneçons dans la prairie ou aux abords de la culture, particulièrement sur les talus avoisinants. En cas de doute, photographier la plante et envoyer pour détermination.

Sources bibliographiques

- Aeby P., 2009. Unkräuter. Die Kreuzkräuter. Agridea. Merkblatt 6.4.5.1
- Bruneton J., 2005. Plantes toxiques. Lavoisier, Tec & Doc, 618 p.
- Bruneton J., 1993. Pharmacognosie. Lavoisier, Tec & Doc, 915 p.
- Dharmananda S., 2004. Safety issues affecting herbs: pyrrolizidine alkaloids. www.itmonline.org/art/pas.htm
- EFSA. L'EFSA évalue l'impact sur la santé des alcaloïdes pyrrolizidiniques dans l'alimentation humaine et animale. www.efsa.europa.eu
- <http://www.strickhof.ch/medium.php?id=94346&path=userfiles/CMS/94346-merkblattkreuzkrauta.pdf>
- <http://fullspectrumbiology.blogspot.ch/>



Le séneçon vulgaire (*Senecio vulgaris*).



La bourrache (*Borago officinalis*).



La consoude (*Symphytum officinalis*).



Le tussilage (*Tussilago farfara*).



L'eupatoire (*Eupatorium cannabinum*).

Impressum

Editeur: Agroscope
Rue des Vergers 18 – 1964 Conthey
www.agroscope.ch

Rédaction: C. Baroffio, C.-A. Carron

Copyright: Agroscope 2015



THE LINDE GROUP
PanGas

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



ICEBITZZZ™ de la glace carbonique et plus encore.

Pellets 3 mm
Pellets 16 mm

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

www.pangas.ch



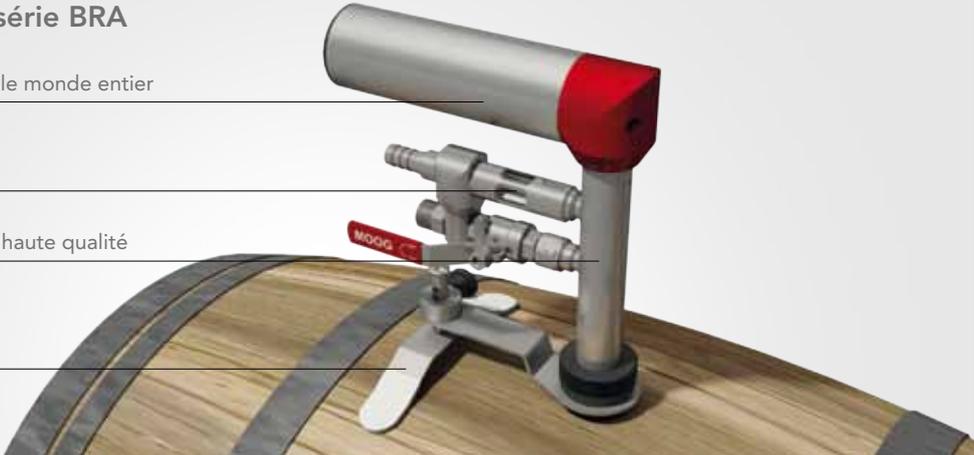
Elégante et sophistiquée -
découvrez la nouvelle série BRA

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

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**

Economie d'énergie pour la culture de tomates en serre avec la déshumidification par condensation

Céline GILLI, Cédric CAMPS et Yannick FLEURY, Agroscope, 1964 Conthey

Renseignements: Céline Gilli, e-mail: celine.gilli@agroscope.admin.ch, tél. +41 58 481 35 19, www.agroscope.ch



Déshumidificateur thermodynamique placé en fond de serre.

Introduction

L'humidité est un facteur important du climat en culture sous serre, directement lié à la transpiration des plantes. Cette dernière dépend essentiellement de trois paramètres: la radiation solaire, la température de l'air et l'humidité dans la serre (Stanghellini et Van Meurs 1989). Une humidité élevée réduit la transpiration des plantes et conduit au développement de maladies fongiques, qui entraînent des pertes de récolte (de Halleux et Gauthier 1997), mais aussi une réduction du taux de fertilisation des ovules liée à une mauvaise li-

bération du pollen (Heuvelink 2005). Les conduites économes en énergie, comme l'intégration des températures ou l'utilisation plus intensive des écrans, augmentent le confinement pour profiter au maximum de l'effet de serre, mais aussi les risques d'humidité excessive et ses conséquences (développement de maladies fongiques comme le botrytis) (Astredhor 2013).

En plus des mesures culturales (ventilation, chauffage localisé, densité de plantation, disposition des plants, gestion de l'irrigation...), différentes méthodes de déshumidification sont utilisées. Une technique traditionnelle de déshumidification est d'aérer et de

chauffer la serre. La simulation réalisée par de Halleux et Gauthier (1997) montre que cette méthode de déshumidification représente 12 à 18 % de la consommation d'énergie annuelle pour une culture de tomates dans les conditions climatiques du Québec. Une autre possibilité est d'utiliser un déshumidificateur. Deux grands types sont disponibles: par absorption de la vapeur d'eau sur un dessicant ou par condensation de la vapeur d'eau sur un point froid. Agroscope a testé cette dernière solution en 2013 et 2014 en culture de tomates sur substrat.

Matériel et méthodes

Dispositif expérimental

Les essais ont été conduits dans deux compartiments identiques d'une serre de type Venlo, avec double aération, une hauteur sous chéneau de 4,7 m et une surface de 358,4 m² chacun. Chaque compartiment est équipé de deux écrans Svensson: un SLS 10 Ultra Plus et un XLS 15 Firebreak. Le chauffage est assuré par un tube de végétation et des aérothermes. Le CO₂ est injecté la journée jusqu'à ouverture des ouvrants de 10 %.

La culture a été menée sur un substrat de fibre de coco, avec recyclage complet de la solution nutritive sans désinfection. La variété Endeavour (Rijk Zwaan) greffée à deux têtes sur Kaiser (Rijk Zwaan) a été utilisée. La densité de plantation était de 3,47 tiges/m². La plantation a été effectuée le 14 février en 2013 et le 7 janvier en 2014. Les essais se sont terminés le 4 novembre en 2013 (soit 264 jours de culture) et le 20 octobre en 2014 (soit 287 jours de culture). Chaque essai comportait quatre répétitions. La parcelle élémentaire était constituée de neuf plantes, soit dix-huit tiges. Les grappes ont été taillées à cinq fruits.

L'intégration de température a été appliquée dans les deux compartiments ainsi qu'une gestion différenciée des écrans. Le pilotage par l'ordinateur de gestion climatique LCC Completa de DGT-Volmatic permettait également d'enregistrer les données relatives à la conduite des compartiments (température, humidité, heure d'ouverture des écrans, teneur en CO₂, etc.).

Déshumidification

Dans l'un des compartiments, l'humidité était gérée de façon traditionnelle par aération et chauffage. Un programme de déshumidification s'enclenchait pour que le déficit de saturation reste supérieur à 3 g d'eau/kg d'air sec: d'abord les ventilateurs se mettaient en route, puis l'écran s'ouvrait de 20 %, puis la température était augmentée et, en dernier recours, le compartiment s'ouvrait. Dans le deuxième compartiment, un déshu-

Résumé La maîtrise de l'humidité dans la serre est un facteur critique car, au-dessous d'un déficit de saturation de 3 g d'eau par kg d'air sec, l'air devient trop humide pour de bonnes conditions de culture, ce qui influe à la fois sur le développement des maladies fongiques comme le botrytis et sur la croissance des plantes. Une humidité trop élevée réduit la transpiration et donc le transport des nutriments. Pour éviter ces excès d'humidité, une mesure traditionnellement pratiquée par les serristes est d'aérer et de chauffer la serre. Agroscope a comparé cette technique traditionnelle avec une déshumidification par condensation en culture de tomates sur substrat. En 2013, le déshumidificateur a permis une économie d'énergie de 15 %. En 2014, elle s'est élevée à 25 %. Aucune différence n'a été mesurée entre les deux types de déshumidification dans la croissance des plantes, le rendement ou la qualité des fruits.

midificateur de marque ETT a été placé au fond de la serre, sur un socle de 120 cm de hauteur. Ses caractéristiques sont présentées dans le tableau 1. Son fonctionnement a été ajusté en cours de saison. Globalement, il pouvait fonctionner quelques heures avant le lever du soleil et jusqu'à la fin de la matinée (au maximum entre 4h30 et 12h).

Consommation d'énergie

La consommation d'énergie liée au chauffage a été suivie avec des compteurs de chaleur dans chaque compartiment (Kamstrup, Multical® 601, sonde Pt 500). Les compteurs étaient relevés chaque matin. La consommation électrique du déshumidificateur a également été relevée au début et en fin de culture la première année et une fois par semaine la deuxième année. >

Tableau 1 | Caractéristiques techniques du déshumidificateur

Dimensions	152 x 55 x 90 cm
Débit d'air nominal soufflage en vrac	2500 m ³ /h
Débit d'air mini/maxi	2000/3000 m ³ /h
Poids d'eau évacué à 20 °C et 85 % d'humidité relative	6,6 kg/h
Puissance installée du moteur de ventilateur de soufflage	0,55 kW
Puissance électrique installée	4 kW

Phénologie

L'élongation, la longueur de la première feuille mature et le stade de floraison ont été mesurés une fois par semaine, toujours le même jour. L'apex de la tige était marqué sur le fil de culture la semaine précédente et la distance entre la marque et l'apex notée le jour du contrôle constituait l'élongation. Les mesures portaient sur deux tiges par répétition.

Analyses de la qualité des fruits

Les analyses ont été effectuées sur dix fruits par répétition, en prenant uniquement les trois premiers fruits d'une grappe. La fermeté des fruits a été mesurée au duromètre électronique pour fruits souples Agrosta® 100Field (Agro-Technologie), muni d'un embout de 0,25 cm² (indice de 1 à 100). L'indice de réfraction (°Brix) était donné par un réfractomètre de marque Reichert Technologies et l'acidité totale mesurée par titration à 0,1 M NaOH (Metrohm, 7195, Titrino). Pour ces deux mesures, les fruits ont été broyés au presse-tomate de manière à obtenir un jus sans graines et sans peau, selon la méthode décrite par Granges *et al.* (2003), et la purée ainsi obtenue a été filtrée sur papier. Les mesures d'indice de réfraction et d'acidité ont été effectuées sur le filtrat.

Botrytis

Le développement de la pourriture grise (botrytis) est favorisé par une humidité élevée et la présence d'eau libre sur les plantes. En serre, la condensation doit notamment être évitée sur les plantes lors de la montée de la température le matin. La formation de chancres de botrytis est particulièrement redoutée sur les tiges



Figure 1 | Chancres de botrytis sur une tige de tomate.

(fig. 1). Entourant la tige, ils entraînent son dépérissement et peuvent, dans certaines serres, affecter jusqu'à 25 % des plantes (Blancard *et al.* 2009).

Aucun traitement fongicide n'a été appliqué afin d'évaluer l'effet du type de déshumidification sur le développement du botrytis. Un contrôle des tiges a été réalisé toutes les trois semaines, en attribuant une note de 0 à 3 (0: pas de symptôme, 1: chicot atteint mais pas la tige, 2: tige atteinte mais sur moins de 3 mm, 3: tige entourée). Après le contrôle, les chancres étaient curés et traités au Scaniavital® Silica (argile). Régulièrement, les tiges mortes à cause du botrytis ont été décomptées.

Analyses statistiques

Les températures et le déficit de saturation sur vingt-quatre heures, jour et nuit dans les deux compartiments ont été comparés à l'aide du test de Mann-Whitney.

Une analyse de variance a été utilisée pour comparer les rendements, le nombre de grappes récoltées, le poids moyen des fruits, les mesures de phénologie, les notations de botrytis et la qualité analytique des fruits (fermeté, acidité, °Brix) entre les deux compartiments, avec un seuil de signification de 0,05. Les moyennes ont été soumises à un test de Tuckey.

Résultats et discussion

Economie d'énergie

Le tableau 2 présente les consommations d'énergie enregistrées dans les deux compartiments. Les valeurs relativement faibles sont liées à la structure de la serre (construite en 2008 avec double écran), à la date de plantation, aux conditions météorologiques mais aussi

Tableau 2 | Consommation d'énergie en kWh/m² avec une déshumidification traditionnelle (aération et chauffage, Trad.) et par condensation (Cond.)

	Consommation d'énergie en kWh/m ²			
	2013		2014	
	Trad.	Cond.	Trad.	Cond.
Au 30 juin	–	–	127,5	96,6 (94,1+2,5)
Sur l'ensemble de la culture	87,8	74,9 (71,5+3,4)*	157,2	117,2 (113,2+4,0)*
Taux d'économie global	14,7 %		25 %	

*Consommation d'énergie liée au chauffage + consommation d'énergie électrique.

au fait qu'il s'agit uniquement de la consommation dans le compartiment: les pertes dues à la chaudière et à la distribution ne sont pas prises en compte. La consommation plus élevée en 2014 s'explique par la plus longue durée de la culture.

L'économie d'énergie due à la déshumidification par condensation atteint 14,7 % en 2013 et 25 % en 2014. La différence entre les deux années s'explique notamment par la plantation plus tardive en 2013. Le Quillec *et al.* (2012) ont obtenu une économie d'énergie de 16 % avec un déshumidificateur thermodynamique, également dans une culture conduite avec intégration de température. L'Astredhor (2013) fait mention d'une économie de 30 % dans un essai réalisé en Bretagne en 2008, en culture de tomates avec une conduite économe en énergie.

Climat de la serre

Le déshumidificateur a fonctionné en moyenne 1h30 par jour en 2013 et 1h15 en 2014. Bien qu'il soit difficile de comparer des essais menés dans des conditions différentes, ces durées de fonctionnement restent relativement faibles par rapport à celles de Le Quillec *et al.* (2012), qui mentionnent 3h23 d'utilisation moyenne par jour. La température moyenne sur vingt-quatre heures (20,7°C en 2013 et 20,4°C en 2014) était identique dans les deux compartiments (tabl. 3). De même, l'emploi du déshumidificateur thermodynamique n'a pas eu d'effet sur l'humidité qui est comparable dans les deux compartiments (tabl. 4). La quantité d'eau moyenne condensée en 2014 a été de 390 litres/ha/jour. ➤

Tableau 3 | Température moyenne sur vingt-quatre heures, jour et nuit, dans les compartiments avec déshumidification traditionnelle (Trad.) et déshumidification par condensation (Cond.)

Période		Température moyenne (°C)					
		Jour		Nuit		24h	
		Trad.	Cond.	Trad.	Cond.	Trad.	Cond.
2013	du 14.02 au 04.11	22,1	22,0	18,4	18,5	20,5	20,5
	du 14.02 au 06.03	20,4	20,4	17,5	17,5	18,8	18,8
	du 07.03 au 23.07	22,1	22,1	17,9	18,0	20,5	20,5
	du 24.07 au 23.09	23,9	24,0	19,9	20,0	22,3	22,4
	du 24.09 au 04.11	19,9	19,8	18,5	18,5	19,0	18,9
2014	du 07.01 au 20.10	22,2	22,3	18,2	18,2	20,4	20,4
	du 07.01 au 06.02	19,0	19,0	17,2	17,2	17,9	17,9
	du 07.02 au 30.06	22,4	22,4	17,6	17,6	20,3	20,3
	du 01.07 au 05.09	23,3	23,3	20,0	20,0	22,0	22,0
	du 06.09 au 20.10	22,4	22,4	18,2	18,1	20,3	20,2

Tableau 4 | Déficit de saturation sur vingt-quatre heures, jour et nuit dans les compartiments avec déshumidification traditionnelle (Trad.) et déshumidification par condensation (Cond.)

Période		Déficit de saturation en g d'eau/kg d'air sec					
		Jour		Nuit		24h	
		Trad.	Cond.	Trad.	Cond.	Trad.	Cond.
2013	du 14.02 au 04.11	6,5	6,8	4,1	4,3	5,7	5,9
	du 14.02 au 06.03	7,4	7,7	6,5	6,9	6,8	7,2
	du 07.03 au 23.07	6,3	6,6	3,9	4,1	5,5	5,7
	du 24.07 au 23.09	8,2	8,5	5,1	5,3	7,1	7,4
	du 24.09 au 04.11	4,6	4,9	2,7	2,9	3,7	3,9
2014	du 07.01 au 20.10	6,2	6,4	4,2	4,2	5,3	5,5
	du 07.01 au 06.02	3,8	3,9	4,5	4,7	4,2	4,3
	du 07.02 au 30.06	6,1	6,4	4,2	4,3	5,3	5,6
	du 01.07 au 05.09	7,1	7,3	4,2	4,2	6,0	6,0
	du 06.09 au 20.10	6,8	6,8	3,7	3,6	5,3	5,2

Rendements

La manière de déshumidifier n'a pas eu d'effet sur le rendement global en kg/m² (tabl. 5). En 2013, le nombre de grappes récoltées dans le compartiment avec la variété traditionnelle est plus élevé que dans le compartiment avec la déshumidification par condensation. Cette différence ne se répercute pas sur le rendement global parce que le poids moyen des fruits est légèrement plus élevé dans le compartiment avec la déshumidification par condensation. En 2014, le nombre de

grappes récoltées, le rendement global ainsi que le poids moyen des fruits sont comparables dans les deux compartiments.

Qualité des fruits

Sept analyses ont été réalisées en 2013 et six en 2014, à raison de une par mois. La moyenne par année de ces analyses est synthétisée dans le tableau 6. Le type de déshumidification n'a eu aucune influence sur la qualité des fruits de la variété Endeavour.

Tableau 5 | Nombre de grappes récoltées, rendements et poids moyen des fruits de la variété Endeavour avec déshumidification traditionnelle (Trad.) et déshumidification par condensation (Cond.)

Année	Nb. de grappes récoltées/m ²		Rendement (kg/m ²)		Poids moyen des fruits (g)	
	Trad.	Cond.	Trad.	Cond.	Trad.	Cond.
2013	79,8a	75,9b	41,2	40,3	115,6	116,7
2014	82,8	80,6	39,7	38,9	103,2	104,7

Les valeurs suivies de lettres différentes sont significativement différentes à P < 0,05.

Tableau 6 | Fermeté, teneur en sucre et acidité totale des fruits en 2013 et 2014 dans les compartiments avec déshumidification traditionnelle (aération et chauffage, Trad.) et déshumidification par condensation (Cond.). Les valeurs correspondent aux moyennes des différentes analyses (7 en 2013 et 6 en 2014)

Année	Fermeté (indice Durofel)		Sucre (°Brix)		Acidité totale* (g/l)	
	Trad.	Cond.	Trad.	Cond.	Trad.	Cond.
2013	62,0	60,9	3,9	3,9	4,1	4,1
2014	62,0	60,9	3,9	3,9	4,1	4,1

*Acidité totale, exprimée en g/l équivalent d'acide citrique.

Phénologie

La croissance des plantes n'a pas été influencée par la méthode de déshumidification. Les deux années, la longueur finale des plantes est identique dans les deux compartiments, de même que la longueur moyenne des feuilles (tabl. 7). Par contre, en 2013, le stade de la floraison, comparable dans les deux compartiments en début de culture, prend du retard avec la déshumidification par condensation (fig. 2). La différence est significative à partir de début septembre (floraison des bouquets 24 et 23). Lors du dernier contrôle, la floraison est en retard de plus d'un bouquet dans la serre avec déshumidification par condensation. Ce retard n'a pas influencé les rendements car, pour les besoins de

Tableau 7 | Longueur totale d'une tige en fin de culture et longueur moyenne d'une feuille dans les compartiments avec déshumidification traditionnelle (aération et chauffage, Trad.) et déshumidification par condensation (Cond.)

Année	Longueur totale de la tige (cm)		Longueur moyenne d'une feuille (cm)	
	Trad.	Cond.	Trad.	Cond.
2013	963,6	924,4	45,3	45,6
2014	1037,7	1051,0	43,8	44,5

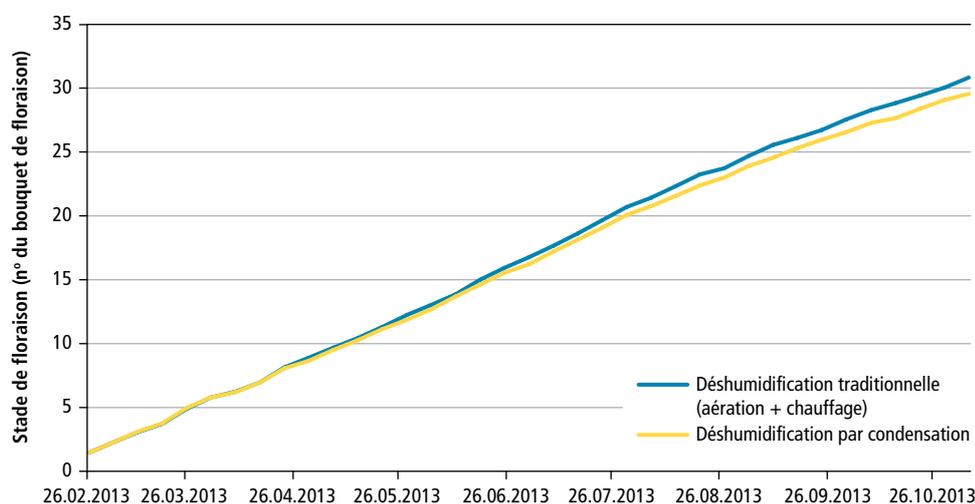


Figure 2 | Suivi du bouquet en floraison de la variété Endeavour, en 2013, dans les compartiments de serre avec déshumidification traditionnelle (aération et chauffage) et avec déshumidification par condensation.

l'essai, les plantes n'avaient pas été étêtées et l'essai s'est terminé avant la récolte de ces bouquets. Globalement, le comportement des plantes a été similaire dans les deux compartiments. Cela est dû aux conditions climatiques, quasi identiques entre les deux procédés de déshumidification.

Botrytis

Il n'y a pas de différence de mortalité des tiges dues au botrytis entre les deux compartiments. En 2013, 8,3 % des tiges atteintes sont mortes dans le compartiment avec la déshumidification traditionnelle, contre 4,4 % dans celui avec le procédé thermodynamique. La mortalité est apparue en fin de culture, à partir d'octobre. En 2014, aucune mortalité liée au botrytis n'a été observée. Le nombre de chancres et la sévérité moyenne de la maladie sont présentés dans le tableau 8. En 2013, les chancres ont été plus nombreux dans la variante avec déshumidification traditionnelle (8,0) qu'avec la déshumidification par condensation (3,3).

Aspects économiques

Les calculs (tabl. 9) ont été effectués avec les données trouvées sur la plateforme d'information du site de l'Union pétrolière. Les prix annuels moyens considérés sont de 9,53 ct./kWh pour le gaz et 14,89 ct./kWh pour l'électricité en 2013 et 9,74 ct./kWh pour le gaz et 14,89 ct./kWh pour l'électricité en 2014. Le déshumidificateur est conçu pour fonctionner pour une surface

Tableau 8 | Nombres de chancres de botrytis par parcelle et sévérité de l'attaque dans les compartiments avec déshumidification traditionnelle (Trad.) et avec déshumidification par condensation (Cond.)

Année	Nombre moyen de chancres/parcelle		Sévérité moyenne	
	Trad.	Cond.	Trad.	Cond.
2013	8,0a	3,3b	1,7	1,3
2014	3,5	4,0	1,2	1,0

Notes de sévérité: 0: pas de symptôme, 1: chicot atteint mais pas la tige, 2: tige atteinte mais sur moins de 3 mm, 3: tige entourée. Les valeurs suivies de lettres différentes sont significativement différentes à $p < 0,05$.

Tableau 9 | Calcul économique

Année		Gaz		Electricité		Total	
		kWh/m ²	Coût fr./m ²	kWh/m ²	Coût fr./m ²	kWh/m ²	Coût fr./m ²
2013	Trad.	87,8	8,37	–	0	87,8	8,37
	Cond.	71,5	6,81	3,4	0,51	74,9	7,32
2014	Trad.	157,2	15,31	–	0	157,2	15,31
	Cond.	113,2	11,03	4,0	0,61	117,2	11,64

Coût moyen du gaz et de l'électricité 2013 et 2014 selon www.erdoel.ch

de 500 à 900 m². Avec les économies réalisées en 2013 (1,05 fr./m²), l'investissement dans un déshumidificateur n'est pas économiquement rentable. Avec les résultats obtenus en 2014 (économie de 3,67 fr./m²), le retour sur investissement serait d'environ douze ans pour une surface de 500 m² et de six ans pour 900 m². Dans les conditions de l'essai, l'investissement dans un déshumidificateur se justifie uniquement dans ce dernier cas.

Conclusions

- L'utilisation d'un déshumidificateur thermodynamique a permis de réaliser une économie d'énergie de 15 à 25 % selon l'année.
- Dans nos conditions, une économie de 15 % ne suffit pas pour envisager un tel investissement. Avec 25 % d'économie d'énergie, le retour sur investissement est de six ans.
- Ce système de déshumidification n'a pas eu d'effet sur le rendement global, sur la qualité des fruits ou sur le comportement des plantes. ■

Remerciements

Robert Farinet, Gabriel Mottier, Vanessa Rebord et Monika Ockerse ainsi que les stagiaires et apprentis qui ont participé à ces expérimentations sont remerciés pour leur précieux travail.

Bibliographie

- Astredhor, 2013. Programme national de recherche appliquée et d'études 2012. Valhor. Adresse: <http://www.valhor.fr/ftp/CR-CA-12-MF-08-01.pdf> [16 janvier 2015]
- Blancard D., Laterrot H., Marchoux G. & Candresse T., 2009. Les maladies de la tomate. Identifier, connaître, maîtriser. Editions Quae, Versailles, 679 p.
- De Halleux D. & Gauthier L., 1997. Energy consumption due to dehumidification of greenhouses under northern latitudes. *J. Agric. Eng. Res.* **69**, 35–42.
- Granges A., Gunther V., Deprez A., Dalin J. & Verzaux E., 2003. Mesure de la qualité organoleptique des tomates. *Revue suisse Vitic., Arboric., Hortic.* **34** (4), 219–222.
- Heuvelink E., 2005. Tomatoes. CABI Oxfordshire and Cambridge, 339 p.
- Le Quillec S., Lesourd D., Loda D. & Hervouet C., 2012. Déshumidification thermodynamique en culture de tomate hors sol. Maîtrise sanitaire et économie d'énergie. *INFOS CTIFL* **286**, 40–45.
- Stanghellini C. & Van Meurs W. Th. M., 1989. Crop transpiration: a greenhouse climate control parameter. *Acta Hort.* **245**, 384–388.

■ Summary

Energy saving by dehumidification by condensation in greenhouse tomato crop

In greenhouses, humidity control is a critical factor because below a saturation deficit of 3 g water per kg of dry air, the air becomes too wet for good culture conditions. Indeed, air humidity has an influence not only on the development of fungal diseases such as botrytis but also on the growth of plants. Excessive humidity reduces transpiration and thus the transport of nutrients. To avoid these excess of humidity, a measure traditionally used by greenhouse growers is to ventilate and heat the greenhouse simultaneously. Agroscope compared this traditional dehumidification with dehumidification by condensation in tomatoes crop. In 2013, the energy saving with the dehumidifier reached 15 % and 25 % in 2014. No differences were measured in plant growth, yield and fruit quality between the two types of dehumidification.

Key words: ventilation, heating, humidity.

■ Zusammenfassung

Energieeinsparungen durch Entfeuchten mittels Kondensation im Tomatenanbau im Gewächshaus

In Gewächshauskulturen spielt das Feuchtigkeitsmanagement eine entscheidende Rolle, denn bei einem Sättigungsdefizit von unter 3 g Wasser pro kg Trockenluft, wird die Luft zu feucht um günstige Bedingungen für den Anbau zu bieten. Die Luftfeuchtigkeit beeinflusst nicht nur die Entwicklung von Pilzkrankheiten wie Botrytis, sondern auch das Wachstum der Pflanzen. Eine zu hohe Luftfeuchtigkeit reduziert die Transpiration, und somit den Transport von Nährstoffen. Traditionell wird derart übermäßige Feuchte in Gewächshäusern durch Lüften und Heizen verhindert. Agroscope hat diese traditionelle Regulierungsart mit der Methode der Entfeuchtung durch Kondensation für den Tomatenanbau auf Substrat verglichen. 2013 ist mittels Entfeuchten eine Energieeinsparung von 15 % erzielt worden. 2014 konnte diese Einsparung gar auf 25 % erhöht werden. Bezüglich Wachstum der Pflanzen, Ertrag und Qualität der Früchte konnte zwischen den beiden Regulierungsmethoden kein Unterschied gemessen werden.

■ Riassunto

Risparmio energetico attraverso la deumidificazione per condensazione nelle colture di pomodoro in serra

La gestione dell'umidità in serra è un fattore critico, poiché al di sotto di un deficit di saturazione di 3 g di acqua per kg d'aria secca, l'aria diventa troppo umida per offrire delle buone condizioni culturali. In effetti, l'umidità nell'aria ha un'influenza non solamente sullo sviluppo delle malattie fungine, come la botrite, ma anche sulla crescita delle piante. Un'umidità troppo elevata riduce la traspirazione e, dunque, il trasporto dei nutrienti. Per evitare questi eccessi d'umidità si ricorre tradizionalmente all'aerazione e al riscaldamento della serra, una misura praticata dai serricoltori. Agroscope ha confrontato in una coltura di pomodori su substrato questa deumidificazione tradizionale con una per condensazione. Nel 2013 con un deumidificatore si è ottenuto un risparmio energetico del 15 % e del 25 % nel 2014. Tra i due tipi di deumidificazione non è stata misurata alcuna differenza di crescita delle piante, resa o di qualità dei frutti.

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



**PÉPINIÈRES VITICOLES
CLAUDE & JACQUES LAPALUD**

PLANTATION À LA MACHINE

1163 ÉTOY

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

 **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

Valélectric 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**

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

www.buchervaslin.com
Votre réussite est notre priorité

PANECO TECH GMBH

MACHINES ET INSTALLATIONS DE CAVE



PATRICK NEHER
079 301 76 43

de franceschi
ADVANCED BEVERAGE EQUIPMENT WORLDWIDE



Produits œnologiques



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

Alphatec



1350 Orbe
8165 Oberweningen ZH

Tél. 024 442 85 40
Tel. 044 853 06 46

Influence du mode de production sur les carabes en verger de pommiers

Olivier VONLANTHEN¹, Dominique FLEURY² et Nicolas DELABAYS³

¹hepia, 1254 Jussy, Suisse

²CHANGINS, 1260 Nyon, Suisse

³DGA, 1228 Plan-les-Ouates, Suisse

Renseignements: Dominique Fleury, e-mail: dominique.fleury@changins.ch, tél. +41 22 363 40 43, www.changins.ch



Le carabe *Harpalus affinis*, une espèce familière des zones cultivées (photo David Quattrocchi, Agroscope).

Introduction

Les carabes sont, avec les staphylins et les araignées, les macro-arthropodes du sol les plus nombreux (Garcin et Mouton 2006). Ce groupe de coléoptères se caractérise par une forte sensibilité aux altérations du milieu (produits phytosanitaires), mais également à d'autres éléments liés à la gestion du verger. Ces particularités font de ces insectes des indicateurs biologiques importants au sein des agroécosystèmes (Ricard *et al.* 2012). La plupart des espèces appartenant à cette famille sont des

prédateurs généralistes, considérés comme des auxiliaires naturels (Garcin et Mouton 2006). Plusieurs études (Garcin *et al.* 2004, 2008; Boreau de Roince *et al.* 2010) ont mis en évidence l'intérêt de ces coléoptères dans la gestion de certains ravageurs importants dans les vergers de pommiers (notamment le carpocapse *Cydia pomonella*). Les éléments qui influencent les populations carabiques peuvent être tributaires du mode de production utilisé. En effet, selon le cahier des charges de l'arboriculteur (production intégrée: PI ou biologique: Bio), un certain nombre de directives peuvent en-

traîner différentes réponses de la part de ces auxiliaires. Ces différences concernent essentiellement les produits phytosanitaires, mais également certaines pratiques culturales (gestion de l'enherbement entre et sur la ligne). Certaines recherches (Dajoz 2002, Kutasi *et al.* 2004, Deuschle et Glück 2009) indiquent que d'autres facteurs en partie liés aux pratiques culturales ou résultant du contexte pédoclimatique (facteurs édaphiques, humidité, ombrage, populations avoisinantes, couverture végétale) peuvent jouer un rôle non négligeable dans la distribution de ces coléoptères.

Il existe donc plusieurs éléments susceptibles d'influencer, en termes de qualité (prédation des ravageurs) et de quantité (abondance), l'impact des carabes présents en vergers de pommiers. Notre étude s'est concentrée sur l'évaluation de populations carabiques en vergers commerciaux cultivés avec la variété Gala selon le cahier des charges PI et Bio Suisse.

Matériel et méthodes

Site d'étude

Le suivi des populations de carabes a été réalisé dans la région de Conthey (VS), située à une altitude de 480 m avec une pluviométrie annuelle d'environ 600 mm, une température annuelle moyenne de 9,2 °C et un rayonnement global annuel de 3696 Wh/m²/j (Pythoud 2007).

Résumé Les carabes (*Coleoptera: Carabidae*) sont des auxiliaires importants dans les vergers de pommiers. En 2014, l'influence du mode de production a été étudiée sur la diversité et l'abondance des espèces de carabes dans deux vergers valaisans conduits en production intégrée (PI) et biologique (Bio). Le verger PI possédait un plus grand nombre d'espèces régulières, notamment *Harpalus affinis*, plus rare dans le verger Bio. Les parcelles avec un faible enherbement étaient favorables à l'espèce *Amara aenea*. Par ailleurs, l'étude indique qu'un insecticide avait une influence directe sur les populations d'*H. affinis* dans les vergers concernés.

Deux vergers conduits en PI et Bio ont été sélectionnés, avec les propriétés suivantes: variété = *Gala*, porte-greffe = M9, âge du verger = 10–20 ans. Le but était d'obtenir des caractéristiques aussi similaires que possible en termes de vigueur (quantité de végétation, ombrage + ravageurs). Quatre parcelles ont été sélectionnées dans chaque verger (fig. 1). Toutes sont implantées sur un sol calcaire, à texture légère (5 à 15 %



Figure 1 | Plan du site d'étude (Conthey, VS) avec les parcelles de pommiers Gala conduites en mode PI (brun) et Bio (jaune).

d'argile) avec un pH compris entre 7,7 et 8 (faiblement alcalin). Les deux vergers sont protégés contre le carpocapse par confusion sexuelle avec une densité de 1000 diffuseurs/ha (codlémone, Isomate-C plus).

Relevés botaniques

Le 10 septembre 2014, la biomasse a été analysée afin d'observer d'éventuelles disparités entre les parcelles d'un même système de production (PI ou Bio). Pour ce faire, quatre prélèvements ont été réalisés sur des carrés de 250 cm² (50 cm x 50 cm) (fig. 2), permettant ainsi d'obtenir une surface totale de 1 m² par parcelle. Deux cadres ont été disposés sur la première ligne de piégeage de l'entomofaune. L'opération a ensuite été répétée sur la deuxième ligne, qui comportait les pièges. Pour chaque parcelle, la totalité de la biomasse a été coupée à environ 3 cm du sol.

Relevés entomologiques

Les pièges d'interception utilisés sont des pots Barber (ou pièges à fosse). Les pièges étaient composés de pots à parois lisses d'un volume de 500 ml et d'un diamètre de 10 cm (Ricard *et al.* 2012). Un couvert légèrement surélevé était disposé au-dessus du pot, de façon à éviter tout débordement en cas de pluie. Les deux tiers du volume des pots contenaient une solution à 10 % d'éthanol additionné de quelques gouttes de détergent pour éliminer la tension superficielle de l'eau et éviter que les prises ne s'échappent des pots. La période de piégeage a débuté en avril et s'est terminée à mi-août 2014, un intervalle qui couvre l'essentiel des périodes d'activité des carabes présents en Suisse (Luka *et al.* 2009).

L'unité expérimentale correspond à la surface définie par six pièges distants de ±8 m (Funuyama 2011; Ricard *et al.* 2012). Les dimensions de cette surface de piégeage (8 m x 16 m) étaient identiques pour toutes les parcelles étudiées, quelle que soit leur taille. Les six pièges ont été disposés au centre de chaque parcelle selon la même configuration (fig. 2).

Le piégeage a été mené durant une semaine tous les mois et cinq périodes d'échantillonnage ont été réalisées d'avril à août 2014. La composition spécifique de chaque verger a été établie en considérant toutes les espèces de carabes qui excédaient 5 % du total des individus capturés. La constance des espèces est déterminée par le nombre de relevés contenant l'espèce en question dans un verger, rapporté au total des relevés effectués dans ce même verger durant la période de piégeage (avril-août). Sur la base des résultats obtenus, la classification suivante a été réalisée: > 50 % = espèces constantes, 25–50 % = espèces accessoires et < 25 % = espèces accidentelles (Garcin *et al.* 2004). Les analyses ont été effectuées sur la totalité des espèces dominantes.

Outils statistiques

Biomasse de l'enherbement

Pour la biomasse, les différences inter-parcellaires ont été déterminées pour chaque verger par le test de Kruskal-Wallis (seuil de significativité de 5 %) avec le logiciel Minitab 16.

Relevés entomologiques

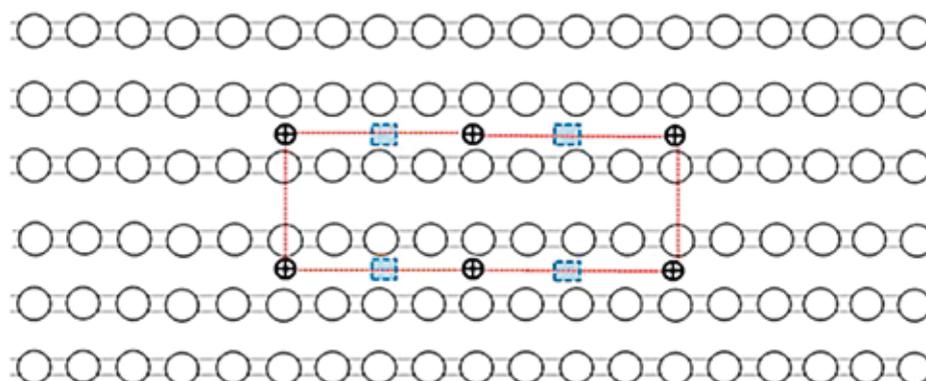
A la fin des piégeages, la totalité des carabes capturés dans chaque verger a été comparée à l'aide du test de Friedman ($p = 5\%$). Ce même procédé a été appliqué aux espèces dominantes pour lesquelles la normalité faisait défaut. Pour le reste des espèces dominantes, les comparaisons ont été réalisées par un test t à 1 échantillon ($p = 5\%$), avec le logiciel Minitab 16.

Résultats et discussion

Biomasse de l'enherbement

Le relevé de biomasse effectué le 10 septembre a mis en évidence, pour les deux systèmes de production PI et Bio, des différences significatives dans le poids des échantillons de certaines parcelles.

Figure 2 | Dispositif expérimental dans les vergers de pommiers Gala PI et Bio (croix = pièges Barber; rectangle rouge = surface de piégeage; carrés bleus = prélèvement de la biomasse).



Sur les quatre parcelles PI, les tests indiquent que la biomasse de la parcelle PI-3 était supérieure à celles de PI-2 et PI-4. Les valeurs de la parcelle PI-1 ne se différencient pas significativement des autres parcelles. En ce qui concerne le verger Bio, une différence significative de biomasse a été enregistrée entre la parcelle Bio-3, plus importante, et la parcelle Bio-2. Bio-1 et Bio-4 ne présentaient pas de différences de poids significatives (tabl. 1).

Espèces de carabidés capturées sur l'ensemble des deux vergers

Sur la totalité des parcelles étudiées, 1059 individus (540 en PI + 519 en Bio) appartenant à 28 espèces de carabes ont été capturés durant la période de végétation 2014. Le nombre d'individus piégés variait considérablement en fonction de l'espèce. Ces différences de quantité pourraient dépendre de plusieurs facteurs, comme la sensibilité aux produits phytosanitaires (Funuyama 2011), la capacité de dispersion (Dajoz 2002), la présence éventuelle de populations voisines (Deuschle et Glück 2009) ou encore la hauteur de l'enherbement lors du piégeage (Garcin 2014).

Tableau 1 | Biomasse moyenne des parcelles

Parcelle	Biomasse moyenne (g)
PI 1	76,02
PI 2	27,67
PI 3	100,95
PI 4	33,02
Bio 1	134,42
Bio 2	113,82
Bio 3	205,75
Bio 4	166,32

Le nombre total de carabes capturés ne diffère pas significativement entre les vergers PI et Bio, de même que la richesse spécifique, avec 20 espèces en PI et 23 en Bio.

Analyse des espèces dominantes

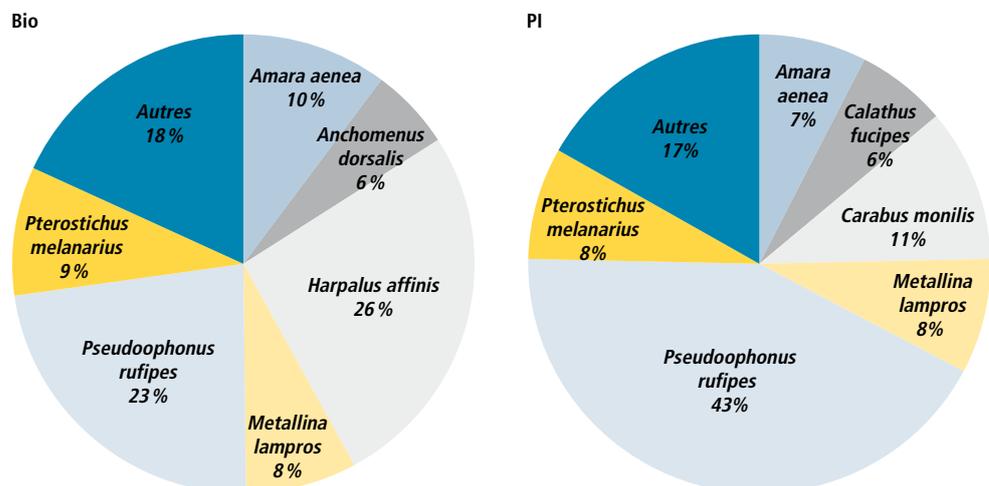
Selon le procédé décrit dans les matériel et méthodes, huit espèces dominantes ont été relevées au sein des deux vergers (fig. 3). Leurs constances (tabl. 2) nous informent que le verger PI possédait quatre espèces accessoires (espèces considérées comme représentatives de l'assemblage spécifique du verger). Avec une seule espèce accessoire relevée dans le verger Bio, l'environnement des parcelles PI semble se prêter davantage à une installation plus ou moins longue des espèces de carabes observées.

Compte tenu de la courte durée de cette étude, il est risqué d'imputer les résultats obtenus aux systèmes de production. En effet, il est probable que des éléments du paysage (cultures avoisinantes, surface de promotion de la biodiversité SPB) situés à proximité de ces agroécosystèmes aient influencé la quantité et la qualité des carabes capturés. Toutefois, en confrontant

Tableau 2 | Constance des espèces dominantes (cases jaunes: espèces accessoires)

Genre	Espèce	Constance PI (%)	Constance Bio (%)
<i>Amara</i>	<i>aenea</i>	29,2	18,3
<i>Anchomenus</i>	<i>dorsalis</i>	–	20
<i>Calathus</i>	<i>fuscipes</i>	–	12,5
<i>Carabus</i>	<i>monilis</i>	–	20
<i>Harpalus</i>	<i>affinis</i>	47	–
<i>Metallina</i>	<i>lampros</i>	38	21
<i>Pseudoophonus</i>	<i>rufipes</i>	35	39
<i>Pterostichus</i>	<i>melanarius</i>	12,5	17,5

Figure 3 | Proportions des espèces dominantes capturées en verger de pommiers Gala PI et Bio.



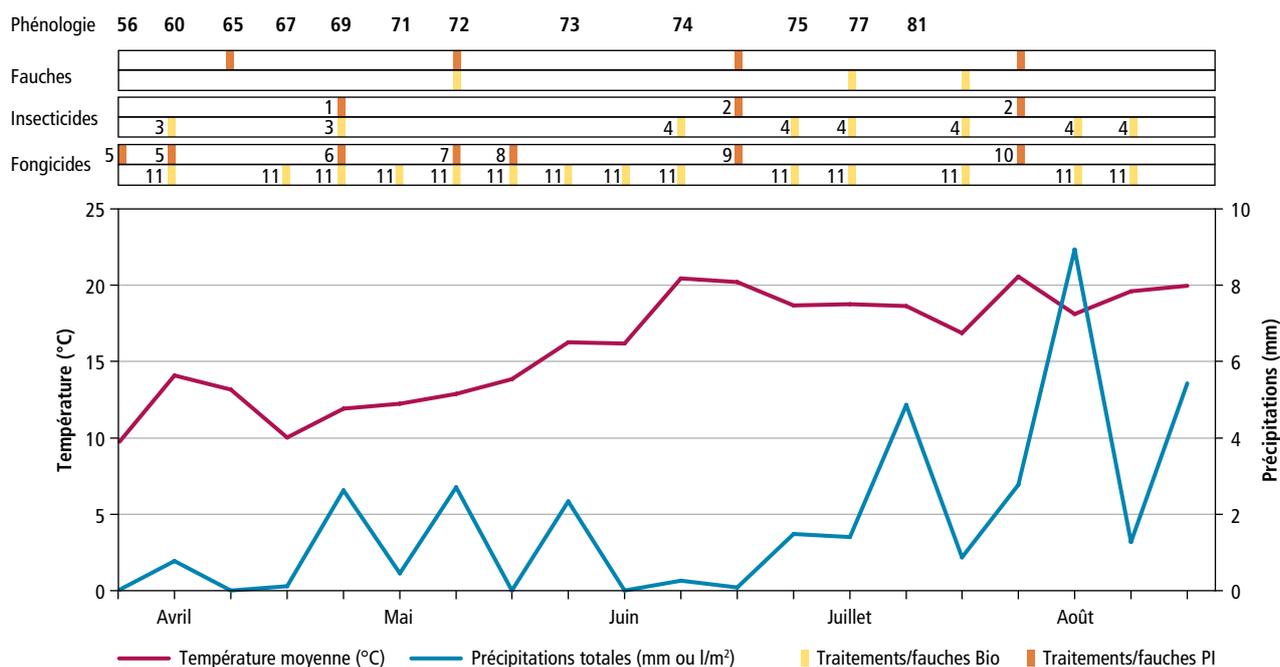
la phénologie d'*Amara aenea* et d'*Harpalus affinis* avec les dates des différentes opérations arboricoles réalisées durant l'étude (fig. 4), il se pourrait que le mode de gestion ait une influence sur ces deux espèces.

Amara aenea

Sur l'ensemble de la saison, 55 individus de cette espèce ont été capturés en PI et 39 en Bio. Ces résultats ne révèlent pas de disparité entre les deux systèmes de production.

En comparant les deux populations, leur phénologie apparaît comme relativement similaire (fig. 5), avec un pic d'activité au mois de mai. Les effectifs diffèrent le plus en juin: le nombre d'individus capturés était certes faible, mais cet écart pourrait découler en partie de la fauche effectuée à la mi-juin dans les parcelles PI (Garcin 2014). Sur l'ensemble de la saison de végétation, la répartition d'*A. aenea* était homogène dans le verger PI (fig. 6), ce qui permet de minimiser l'influence éven-

tuelle des SPB et de prendre en compte l'effet de cette opération mécanique. Les traitements effectués dans le verger Bio durant cette même période (virus de la granulose contre le carpocapse, soufre + cuivre; fig.4) ne comportaient pas de matières actives considérées comme toxiques pour les coléoptères, sauf le soufre (Bohren *et al.* 2015; OILB 2014). Toutefois, si ce dernier exerçait une toxicité sur *A. aenea*, son effet aurait certainement été relevé sur tous les effectifs mensuels, cette substance ayant été appliquée à quinze reprises au cours de la saison de végétation (fig.4). De manière générale, *A. aenea* est considérée comme une espèce peu affectée par les produits phytosanitaires. Au contraire, les pratiques intensives la favoriseraient même au détriment des espèces plus fragiles (Garcin *et al.* 2011). En verger Bio, les effectifs d'*A. aenea* variaient en fonction des parcelles. Avec une biomasse moyenne de 205,75 g (tabl. 1), la parcelle Bio-3 a fourni l'enherbement le plus important sur l'ensemble de la saison, ce qui explique



Produits phytosanitaires utilisés

Insecticides: matière active, dose d'application/ha, concentration (%)

PI Bio

1: acétamipiride, 0,25 kg, 20

2: granulose du carpocapse, 0,5 l, 0,075

3: azadirachtine, 3 l, 3

4: granulose du carpocapse, 50 ml

Fongicides: matière active, dose d'application/ha, concentration (%)

PI Bio

5: soufre, 6 kg, 51-80 + dithianon, 0,5 kg, 70-75

6: soufre, 6 kg, 51-80 + dithianon, 0,5 kg, 70-75, + laminarin 0,75 kg, 35

7: dithianon, 0,5 kg, 70-75 + krésoxim-méthyl+captane, 0,25 kg, 50+80

8: krésoxim-méthyl + captane, 0,25 kg, 50+80

9: captane, 2,6 kg, 80-83 600g/l + krésoxim-méthyl + captane, 0,25 kg, 50+80

10: triflumizole + captane ou dithianon, 0,5 kg, 50+80/75

11: oxychlorure tétracuvrique, 0,1 kg, 50 + soufre, 3 kg, 51-80

Figure 4 | Positionnement des travaux arboricoles, phénologie, pluviométrie et températures moyennes durant la saison de végétation.

peut-être le peu d'individus capturés dans cette parcelle et conforte l'hypothèse selon laquelle la présence de ce carabe serait favorisée par une végétation plutôt basse.

Harpalus affinis

Sur l'ensemble de la saison, 141 individus de cette espèce ont été capturés dans les parcelles PI contre 3 en Bio (fig. 7). Cette différence de captures globales entre les deux populations est significative ($p=0,025$) et traduit une inégalité entre les deux systèmes de production.

Les effectifs mensuels enregistrés en PI indiquent que cette espèce apparaît en avril et augmente en mai, pour diminuer ensuite les mois suivants. En observant les deux populations, on voit les effectifs mensuels varier de façon plus ou moins importante, l'écart le plus marqué étant au mois de mai, où 81 individus ont été capturés en PI contre 1 en Bio (fig. 7).

H. affinis est une espèce commune au sein des vergers (Garcin *et al.* 2011) et largement répandue en

Valais (Luka *et al.* 2009). Capable de se déplacer en volant, il possède un pouvoir de dissémination important. Sa répartition dans chaque parcelle montre qu'il est absent, ou présent en très faible quantité, dans les quatre zones cultivées en mode Bio. En PI, les parcelles PI-1, PI-2, PI-3 comportaient de nombreux individus de cette espèce. Le faible effectif de PI-4 peut être dû à la présence de routes encerclant la zone échantillonnée (fig. 8).

L'écart le plus marqué (mois de mai) entre les deux populations correspond à l'application d'azadirachtine dans les parcelles Bio (fig. 4). Ces différences font supposer que cette matière active peut être à l'origine de la quasi-absence de *H. affinis*. Selon l'OILB (2014), plusieurs espèces d'insectes (ravageurs et auxiliaires) présentent une sensibilité notable à l'azadirachtine, une substance également utilisée en culture de pommes de terre contre le doryphore (*Leptinotarsa decemlineata*), un coléoptère également.

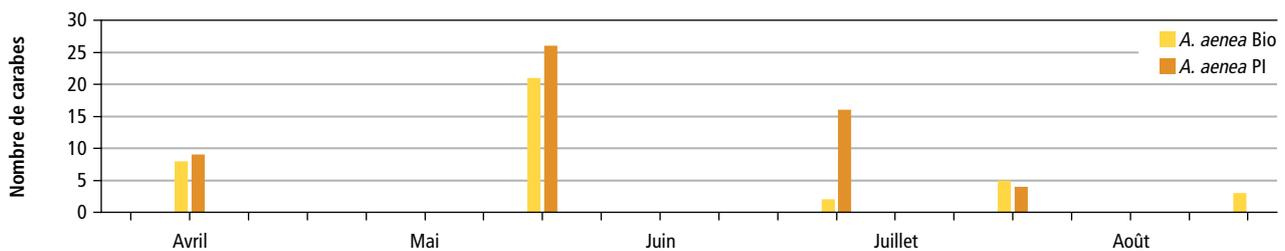


Figure 5 | Evolution quantitative d'*Amara aenea* en verger de pommiers Gala PI et Bio

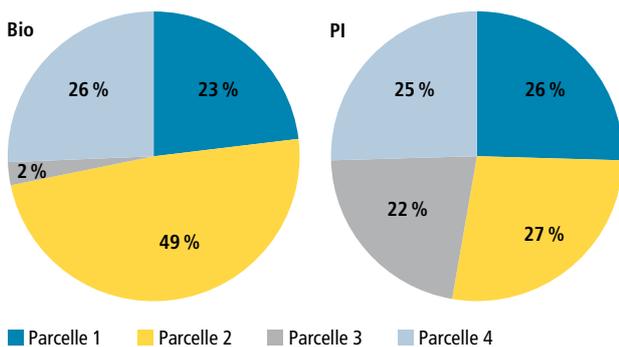


Figure 6 | Répartition d'*Amara aenea* dans les vergers de pommiers Gala PI et Bio.

Figure 8 | Répartition d'*Harpalus affinis* au sein des parcelles de pommiers Gala PI.

■ Parcelle 1 ■ Parcelle 2
■ Parcelle 3 ■ Parcelle 4

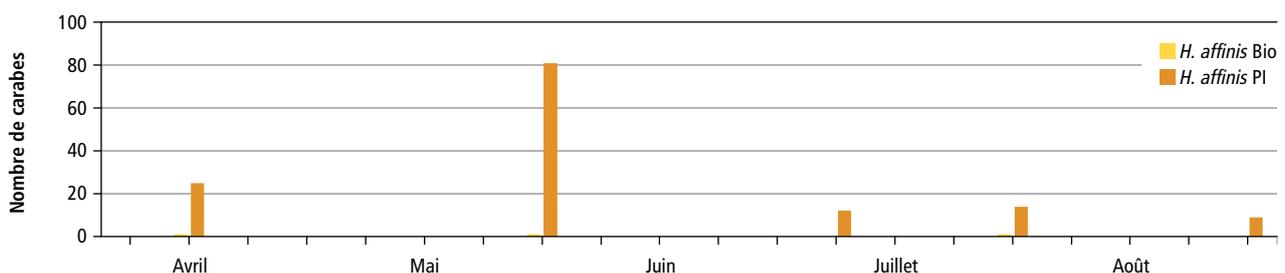
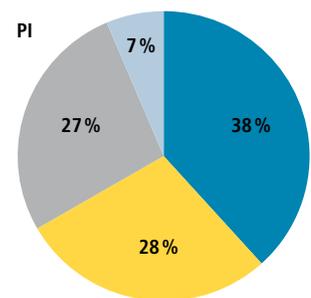


Figure 7 | Evolution quantitative d'*Harpalus affinis* en verger de pommiers Gala PI et Bio.

Summary **Impact of the production system on ground beetle in apple orchards**
Ground beetles (*Coleoptera: Carabidae*) are important beneficials in apple orchards. In 2014, the influence of production systems was studied on the diversity and abundance of ground beetles species in two apple orchards (cultivated under the directive of integrated or organic production). The IP-orchard showed a greater number of regular species than the organic one; in particular, *Harpalus affinis* was rarer in the organic orchard. Plots with low understorey were more favourable to the species *Amara aenea*. Moreover, the study indicates that one insecticide had a direct impact on *H. affinis* populations in the studied apple orchards.

Key words: ground beetles, insecticide, apple orchard, integrated production, organic production.

Zusammenfassung **Einfluss der Bewirtschaftungsform auf Laufkäfer in Apfelanlagen**
Laufkäfer (*Coleoptera: Carabidae*) sind wichtige Nützlinge in Apfelanlagen. 2014 wurde der Einfluss der Bewirtschaftungsform auf die Diversität und Häufigkeit von Laufkäferarten in zwei Walliser Obstplantagen studiert, welche nach den Richtlinien der Integrierten Produktion (IP) und des Biolandbaues (Bio) angebaut wurden. Die IP-Plantage verfügte über eine grössere Anzahl regelmässiger Arten, insbesondere der Laufkäfer *Harpalus affinis* war seltener in der Bio-Anlage. Parzellen mit schwachem Unterwuchs waren geeigneter für die Art *Amara aenea*. Ausserdem weist die Studie darauf hin, dass ein Insektizid direkt die Populationen von *H. affinis* in den untersuchten Anlagen beeinflusst.

Riassunto **Influenza del modo di produzione nel frutteto di meli sui carabidi**
I carabidi (*Coleoptera: Carabidae*) sono degli importanti ausiliari nei frutteti di meli. Nel 2014 è stata studiata in due frutteti vallesani condotti a produzione integrata (PI) e biologica (Bio), l'influenza del modo di produzione sulla diversità e l'abbondanza delle specie di carabidi. Il frutteto PI possedeva un numero maggiore di specie regolari, in particolare *Harpalus affinis*, più rara nel frutteto Bio. Le parcelle con un debole inerbimento erano favorevoli per la specie *Amara aenea*. Inoltre, lo studio indica che un insetticida aveva un'influenza diretta sulle popolazioni di *H. affinis* nei frutteti in questione.

Conclusions

- Les deux vergers étudiés cultivés en mode PI ou Bio ne se distinguaient pas significativement pour le nombre d'espèces de carabes capturées en 2014.
- Les différences observées portaient sur les espèces régulières. Dans ce cas, le verger PI semblait plus propice à l'établissement des espèces carabiques dominantes.
- La confrontation de la phénologie des populations d'*Amara aenea* avec les travaux arboricoles laisse à penser que cette espèce affectionne les interlignes à faible enherbement.
- La quasi-absence de l'espèce printanière *Harpalus affinis* dans les parcelles Bio pourrait être liée à l'application d'azadirachtine en début de saison. Des tests complémentaires devraient être réalisés pour étayer cette observation.

Remerciements

Nous tenons à remercier les deux arboriculteurs qui ont participé à cette étude: Stéphane Dessimoz (Biofruit) et Raphaël Bianco.

Bibliographie

- Bohren C., Dubuis P.-H., Kuske S., Kuster T. & Linder C., 2015. Index phytosanitaire pour l'arboriculture. *Revue suisse de Vitic., Arboric., Hortic.* 47 (supplément), 14.

- Boreau de Roince C., Ricard J.-M., Garcin A., Jay M., Mandrin J.-F., Lavigne C. & Bouvier J.-C., 2010. Fonctionnalité des auxiliaires vertébrés et invertébrés dans le contrôle des ravageurs du pommier (première partie). *Infos-Ctifl* 263, 10–15.
- Dajoz R., 2002. Les Coléoptères: Carabidés et Ténébrionidés. Editions TEC & Doc (Paris, France), 522 p.
- Deuschle J. & Glück E., 2009. Colonisation and steadyness of carabid beetles in orchards. *Bonner zoologische Beiträge* 56, 7–16.
- Funuyama K., 2011. Influence of pest control pressure on occurrence of ground beetles (*Coleoptera: Carabidae*) in apple orchards. *Appl. Entomol Zool.* 46, 103–110.
- Garcin A., Darthout L. & Lochard G., 2008. Les carabes en verger de pommier: des auxiliaires à préserver. *Infos-Ctifl* 244, 31–35.
- Garcin A., Demarle O. & Soldati F., 2004. Les carabes, indicateurs de biodiversité et auxiliaires généralistes. *Infos-Ctifl* 119, 42–47.
- Garcin A. & Mouton S., 2006. Le régime alimentaire des carabes et staphylyns. *Infos-Ctifl* 218, 19–23.
- Garcin A., Picault S. & Ricard J.-M., 2011. Les carabes en cultures fruitières et légumières. *Infos-Ctifl* 273, 10 p.
- Kutasi C., Markó V. & Balog A., 2004. Species composition of carabid (*Coleoptera: Carabidae*) communities in apple and pear orchards in Hungary. *Acta phytopathologica et entomologica Hungarica* 39, 71–89.
- Luka H., Marggi W., Huber C., Gonseth Y. & Nagel P., 2009. *Coeloptera, Carabidae: Ecology-Atlas*. CSCF & SEG, Neuchâtel, 677 p.
- Organisation internationale de lutte biologique et intégrée (OILB), 2014. Pesticides database. Adresse: <http://www.iobc-wprs.org/> [5 octobre 2014]
- Ricard J.-M., Garcin A., Jay M. & Mandrin J.-F., 2012. Biodiversité et régulation des ravageurs en arboriculture fruitière. Ctifl, Paris, France, 472 p.
- Ricard J.-M., Garcin A., Lavigne C., Boreau de Roince C., Jay M., Mandrin J.-F., Bouvier J.-C. & Mille M., 2011. Fonctionnalité des arthropodes du sol dans le contrôle des ravageurs du pommier (deuxième partie). *Infos-Ctifl* 274, 24–29.



Êtes-vous prêt pour la saison?

gvz_rossat
Le choix des professionnels

- Sécateur pour récolte
- Outils pour la récolte
- Caisse à raisin
- Filet anti-oiseaux
- Filet de protection latéral
- Matériel de ligature

Contactez-nous!

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

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

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



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

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

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

Résultats de l'enquête vaudoise «*Drosophila suzukii* et pourriture acide en 2014»

David MARCHAND, Vitiplus et ProConseil, filiale de Prométerre, 1001 Lausanne

Renseignements: David Marchand, e-mail: d.marchand@prometerre.ch, tél. +41 (0)21 614 24 31, www.prometerre.ch



Figure 1 | Mâle de *D. suzukii* sur un grain percé.

L'irruption massive de la mouche *Drosophila suzukii* a suscité de nombreuses questions dans le vignoble suisse lors des vendanges 2014. Vitiplus et ProConseil, filiale de Prométerre, ont ainsi lancé, avec le soutien du Service de l'agriculture du canton de Vaud, une enquête auprès des vignerons vaudois pour recueillir un maximum d'informations et d'expériences sur ce nouveau ravageur. Les 184 viticulteurs qui ont répondu représentent plus de 1500 hectares cultivés. Cet article présente les résultats et pistes issus de cette enquête.

Pourriture acide: des dégâts généralisés

En 2014, toutes les régions du vignoble vaudois ont été touchées. En effet, neuf sur dix des vignerons ayant répondu à cette enquête ont subi des dégâts de pourriture acide, 95 % ont vu les piqûres caractéristiques de *D. suzukii* sur les baies et 93 % ont pu observer les larves des diverses drosophiles à l'intérieur des baies. D'autres problèmes phytosanitaires ont également préoccupé 52 % des vignerons en 2014: un peu de mildiou et d'oïdium et de la grêle dans toutes les régions, plus sévèrement à Lavaux. Par chance, la pourriture grise a été très rare en 2014. Enfin, 58 % des vignerons mentionnent aussi d'autres blessures que celle de *D. suzukii* sur les baies: guêpes, oiseaux, grêle, etc.

Observation des dégâts la première quinzaine de septembre

Deux tiers des vignerons ont d'abord entendu parler de *D. suzukii* par des collègues, les médias ou le bulletin cantonal, puis sont allés observer leur vigne et ont constaté des dégâts. De ce fait, beaucoup n'ont vu les premiers symptômes qu'à la première quinzaine de septembre, alors que des «piqûres» et des dégâts étaient signalés dès fin juillet sur des parcelles de raisin de table et de variétés rouges interspécifiques comme Dunkelfelder, Dornfelder ou Dakapo.

D. suzukii vu comme responsable de la pourriture acide

38 % des vignerons sondés ont déjà eu des problèmes de pourriture acide, mais jamais dans une telle proportion. En 2014, toutes les conditions étaient favorables à la maladie: un hiver doux, un été humide avec seulement six jours au-dessus de 30°C. Toutefois, la quasi-totalité des répondants considèrent *D. suzukii* comme la cause principale des problèmes de pourriture acide rencontrés en 2014, même si beaucoup admettent que les drosophiles communes y ont aussi joué un rôle: *D. suzukii*, en perçant les grains sains (fig. 1), permet probablement à *D. melanogaster* de disséminer les bactéries et levures acétiques responsables de la pourriture acide.

Dégâts accrus près des arbres fruitiers, des forêts, dans les zones humides et mal ventilées

Seuls 43 % des répondants ont observé un lien entre les zones les plus touchées et leur environnement, car beaucoup pensent que le cépage joue un rôle plus important. Cependant, les attaques les plus fortes étaient à proximité des fruitiers, vergers ou jardins privés, et des forêts (fig. 2). Pour un même cépage sur une même exploitation, les cuvettes et autres lieux mal ventilés ou proches des cours d'eau étaient plus attaqués.

D. suzukii préfère les cépages rouges précoces à pellicule fine

Les premiers dégâts et «piqûres» de *D. suzukii* ont été observés sur Dunkelfelder, Dornfelder, raisins de table ou encore Garanoir. Au final, de nombreux cépages sont «piqués» par la mouche, en majorité des cépages rouges. Les blancs et le Chasselas ne sont pas épargnés, mais les dégâts sont limités. L'enquête fait ressortir les cépages les plus exposés à des pertes parfois totales (tabl. 1): Dunkelfelder, Dakapo, Dornfelder, Cabernet

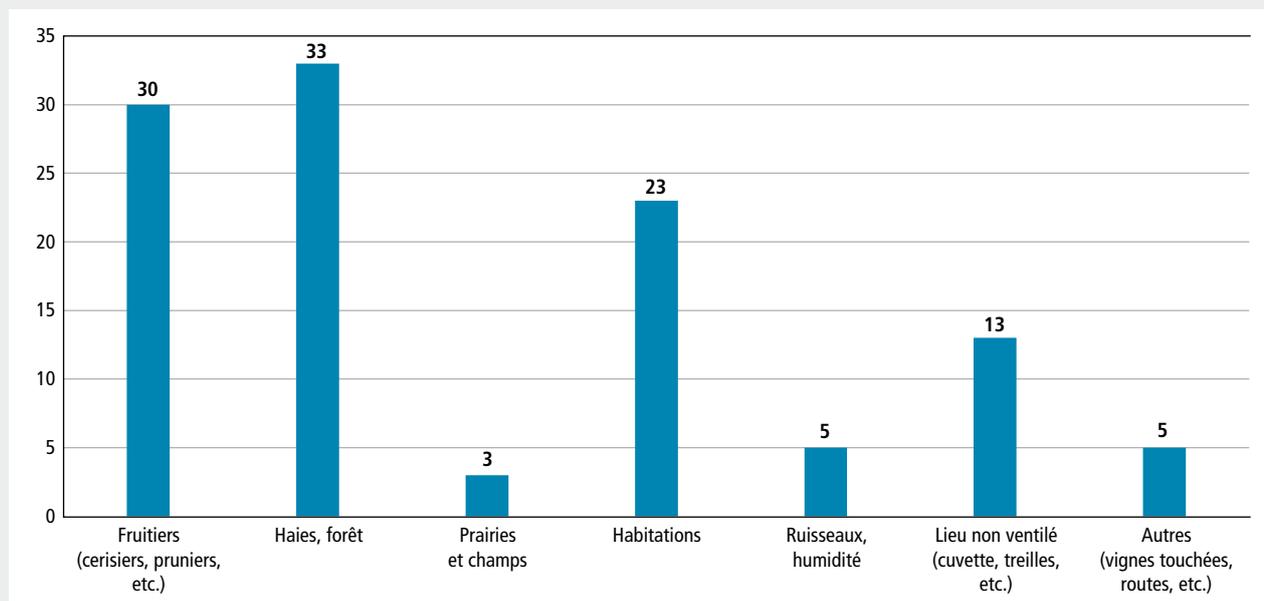


Figure 2 | Environnements cités comme favorables à l'attaque de *D. suzukii*.

Tableau 1 | Sensibilité des cépages rouges selon les réponses à l'enquête

Cépages rouges	Nombre de réponses comme «cépage touché»	Nombre de réponses comme «cépage épargné»	Proportion de «parcelles touchées» (attention, parfois peu de réponses)	Intensité moyenne annoncée	Intensité maximale annoncée	Sensibilité
Garanoir	121	6	95,28 %	31 %	100 %	Très sensible
Mara	18	5	78,26 %	60 %	100 %	Très sensible
Dornfelder	10	1	90,91 %	69 %	100 %	Très sensible
Dunkelfelder	6	1	85,71 %	88 %	100 %	Très sensible
Dakapo	3	1	75,00 %	100 %	100 %	Très sensible
Raisins de table	6	0	100,00 %	75 %	100 %	Très sensible
Cabernet Dorsa	2	0	100,00 %	50 %	80 %	Très sensible
Pinot noir	127	23	84,67 %	17 %	70 %	Sensible
Gamay	88	23	79,28 %	16 %	50 %	Sensible
Malbec	3	0	100,00 %	33 %	35 %	Sensible
Gamaret	39	59	39,80 %	21 %	50 %	Variable
Syrah	5	10	33,33 %	20 %	20 %	Peu sensible
Diolinoir	6	19	24,00 %	–	–	Peu sensible
Merlot	11	39	22,00 %	8 %	8 %	Peu sensible
Galotta	3	23	11,54 %	15 %	15 %	Peu sensible
Carminoir	0	3	0,00 %	–	–	Jamais piqué
Ancelotta	0	3	0,00 %	–	–	Jamais piqué
Mondeuse	0	2	0,00 %	–	–	Jamais piqué
Cabernet	4	18	18,18 %	50 %	100 %	*
Cabernet Jura	1	0	100,00 %	10 %	10 %	?
Pinot Meunier	0	1	0,00 %	–	–	?
Divico	2	1	66,67 %	–	–	?

*Type de Cabernet parfois non précisé dans les réponses: Cabernet Sauvignon serait très sensible et Cabernet Franc peu sensible.

Dorsa, Cabernet Jura, Cabernet Sauvignon, Mara, Garanoir, ainsi que les raisins de table Muscat bleu, Muscat Oliver ou Nero. Pinot noir, Gamay et Syrah sont un peu moins sensibles, tout en pouvant tout de même subir des pertes notables. Gamaret, Galotta et Merlot sont souvent épargnés, mais des dégâts sont tout de même possibles. A l'inverse, des rouges comme Diolinoir, Carminoir, Ancellotta, Mondeuse, Cabernet franc semblent peu sensibles. Chez les blancs (tabl.2), Gewürztraminer et Pinot gris sont les variétés les plus sensibles, mais les dommages sont nettement moins graves que chez les rouges. La moitié des exploitations ayant répondu ont observé des piqûres sur Chasselas, mais à un taux moyen d'attaque inférieur à 5 % générant au maximum 10 % de perte. Dans les rares exploitations qui font du Chasselas violet, les dégâts ont pu être plus conséquents. Certains cépages blancs sont presque toujours épargnés: Doral, Chardonnay, Viognier, Chenin ou Sylvaner.

Effeillage très efficace

Une des informations importantes issues de l'enquête est l'efficacité du défeuillage (fig.2) réalisé dans la zone des grappes dès la fin de floraison. Dans des do-

maines pratiquant cette technique sur des cépages très sensibles comme Garanoir ou Mara, les parcelles défeuillées ne présentent pas ou très peu de symptômes par rapport aux parcelles non défeuillées du même cépage, sur le même domaine. Il serait donc important à l'avenir de défeuiller la zone des grappes des cépages sensibles dès la fin de la floraison et de contrôler ce défeuillage à la véraison. En dehors des mesures prophylactiques, certains vignerons ont testé d'autres techniques préventives, comme le piégeage de masse ou les filets anti-insectes. Les résultats sont satisfaisants, mais leur coût élevé limitent ces techniques aux parcelles très sensibles et bien valorisées.

Lutte insecticide classique inefficace

Une partie des vignerons ont réalisé des traitements avec les insecticides autorisés en agriculture biologique à base de spinosad ou de pyrèthre naturel. La grande majorité d'entre eux sont insatisfaits de l'efficacité et du coût élevé du traitement. Cette constatation était prévisible, car il est très difficile de traiter directement contre les drosophiles: très mobile, *D. suzukii* séjourne sur de nombreuses plantes à proximité des vignes, qui échappent au traitement, d'où elle peut recoloniser

Tableau 2 | Sensibilité des cépages blancs selon les réponses à l'enquête

Cépages blancs	Nombre de réponses comme «cépage touché»	Nombre de réponses comme «cépage épargné»	Proportion de «parcelles touchées» (attention, parfois peu de réponses)	Intensité moyenne annoncée	Intensité maximale annoncée	Sensibilité
Gewürztraminer	6	4	60,00 %	26 %	50 %	Sensible
Chasselas violet	2	0	100,00 %	20 %	20 %	Sensible
Muscat	2	3	40,00 %	–	–	Sensible
Pinot gris	12	14	46,15 %	10 %	20 %	Peu sensible
Pinot blanc	2	2	50,00 %	–	–	Peu sensible
Chasselas	85	85	50,00 %	6 %	10 %	Peu sensible
Riesling Sylvaner	1	3	25,00 %	7 %	7 %	Peu sensible
Doral	3	19	13,64 %	5 %	5 %	Peu sensible
Charmont	1	3	25,00 %	–	–	Peu sensible
Chardonnay	2	20	9,09 %	–	–	Peu sensible
Sauvignon blanc	3	6	33,33 %	–	–	Peu sensible
Viognier	0	9	0,00 %	–	–	Jamais piqué
Chenin	0	3	0,00 %	–	–	Jamais piqué
Sylvaner	0	3	0,00 %	–	–	Jamais piqué
Sauvignon gris	0	2	0,00 %	–	–	Jamais piqué
Auxerrois	0	1	0,00 %	–	–	Jamais piqué ?
Altesse	0	1	0,00 %	–	–	Jamais piqué ?
Solaris	0	1	0,00 %	–	–	Jamais piqué ?
Marsanne	1	0	100,00 %	–	–	?
Savagnin blanc	1	1	50,00 %	–	–	?

rapidement la parcelle. De plus, ces insecticides classiques nuisent à la faune auxiliaire. Les vigneron·nes sont aussi réticents à utiliser ces produits classiques à quelques semaines des vendanges.

Kaolin et autres poudres de roche mieux perçus

Mieux vaut alors se tourner vers des moyens de lutte qui limitent l'impact de la pourriture acide (mesures prophylactiques) ou vers des moyens répulsifs pour les drosophiles. C'est le cas des poudres de roche et notamment du kaolin (Surround), qui a été testé par de nombreux vigneron·nes. Leur avis sur ce produit est beaucoup plus positif qu'à l'égard des insecticides classiques. Tous les utilisateurs constatent que son action n'est pas de diminuer les populations d'adultes, mais de créer une barrière sur le raisin qui dérange l'insecte et limite sa ponte. Selon les témoignages, le kaolin aurait en outre un bon effet desséchant qui limiterait l'intensité de la pourriture acide. Plusieurs vigneron·nes relatent aussi un effet répulsif sur les oiseaux et les guêpes. De nombreux producteurs auraient voulu l'appliquer plus tôt pour créer une bonne barrière de protection. Cependant, par le voile opaque créé sur le raisin, les répondants craignent un effet possible du kaolin sur la synthèse des polyphénols. L'autre point négatif relevé par les vigneron·nes est la difficulté de trier la vendange avec le voile blanc sur les raisins.

Les retours sur le talc, mouillable ou en poudrage, et le lithotamne sont plutôt positifs lorsque ces produits sont utilisés en plusieurs applications dans la zone des grappes pour absorber l'humidité après un épisode de pluie, ce qui permet de réduire le développement de la pourriture acide. Une critique récurrente a tout de même été émise sur l'application par poudrage à quelques jours des vendanges car, bien qu'inoffensifs, les nuages de poudre peuvent faire mauvaise impression sur des observateurs non avertis. Pour finir, les vigneron·nes craignent moins d'utiliser avant les vendanges ces produits moins coûteux que les insecticides classiques. Rappelons tout de même qu'actuellement, seul le kaolin est autorisé pour lutter contre *D. suzukii*.

Figure 3 | Le défeuillage de la zone des grappes s'est révélé très efficace contre *D. suzukii*.
(Photo Thibaut Verdenal, Agroscope.)



Pertes quantitativement limitées mais économiquement importantes

La perte moyenne annoncée par les vigneron·nes lors de cette enquête est de 7% pour le canton de Vaud: un taux relativement faible en quantité et qui englobe encore probablement divers problèmes comme la grêle et les autres maladies fongiques. Cependant, ce sont souvent les parcelles des rouges les mieux valorisées qui sont touchées. A cette perte économique s'ajoute le temps considérable passé à trier les raisins atteints lors de la vendange, ce qui a fait exploser les frais de main-d'œuvre.

Conséquences restreintes sur la qualité des vins

L'énorme travail de tri à la vendange a permis de rentrer des raisins sains et de limiter considérablement les problèmes d'acidité volatile dans les vins. Au final, presque tous les domaines ont subi des problèmes de pourriture acide, mais seuls 24% ont rencontré des problèmes d'acidité volatile avec un vin de leur gamme, et à très faible intensité. Parmi les cépages les plus sujets à ce défaut, on retrouve Dornfelder et Dunkelfelder, parfois Mara et Garanoir, mais très rarement Pinot noir et Gamay. Différentes techniques ont été utilisées en cave pour limiter l'effet de la pourriture acide, telles qu'une vinification des raisins rouges en rosé ou en blanc avec pressurage immédiat, des opérations pré-fermentaires limitées et des entrées rapides en fermentation. Sur les lots touchés, les macérations ont été courtes et les vins rapidement stabilisés. ■

Remerciements

Vitiplus remercie tous les vigneron·nes qui ont partagé leurs expériences en répondant à cette enquête.

AgriTechno

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



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

NOUVEAUTÉ
pompe à graisse électrique
«intelligente»

AgriTechno

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

Pour que les fruits soient beaux...
...et le vin bon

nous importons des machines de qualité

Tecnoma 
technologies

● Tracteurs enjambeurs à 2, 3 et 4 roues motrices avec voie variable

FALC

● Bêcheuses de 1 m à 4 m

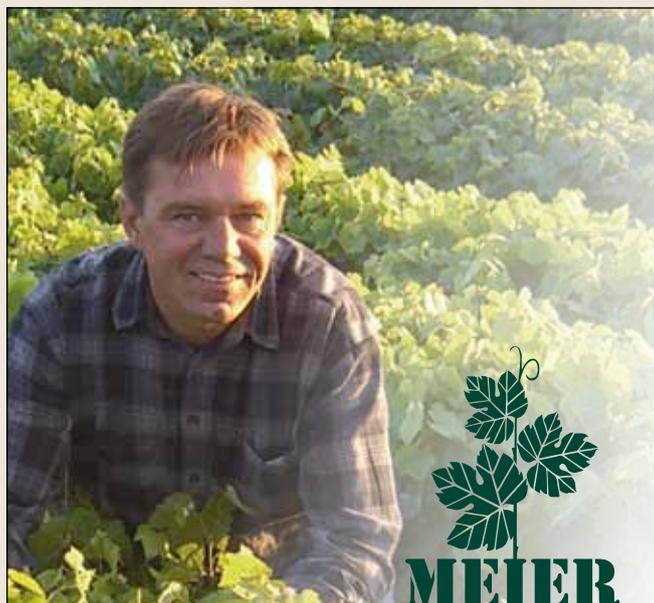


● Roto et gyrobroyeurs de 0,60 m à 3,50 m à largeur variable + gyroculteurs

Saillet + cie

Import + Service

1252 MEINIER/GE – TÉL. 022 750 24 24 – FAX 022 750 12 36
info@saillet.ch – www.saillet.ch



SEPTEMBRE 2015 –
MENSUEL PÉPINIÈRE VITICOLE OUVERTE,
POUR UN RENDEZ-VOUS INDIVIDUEL.

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



Zimmermann sa

PalisSystem
Fabrication suisse

www.zimmermannsa.ch

NOUVEAU

**PIQUETS
DE VIGNE
ZIGI MAC 4**

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

**CMZimmermann SA
1268 BEGNINS**

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

Landi

Vergers et vignes

www.landi.ch

**Échelle universelle
Tribilo Krause
3 × 12 échelons**
Hauteur de travail
max. 9,30 m.
Avec ajustement de
hauteur et élément
de pointe coulissant.
22020

290.-

dès **47.90** **42.90**

Fût à boissons

Avec couvercle et robinet
d'écoulement.

Avec robinet.

De 60 à 200 litres.

74400	60 l	47.90
74403	100 l	69.-
74406	150 l	95.-
47409	200 l	109.-



Réfractomètre

Pour l'analyse rapide,
simple et fiable de la teneur
en sucre dans les solutions,
jus, fruits.

16714



95.-

Filet de protection latérale

Renforcement latéral par
bande de boutonnage.
La maille permet le traite-
ment sans obstacle par
vaporisation.

Rouleau: 1 × 250 m. 17172



dès **14.95** dès **75.-**

Fût à fruits

Avec couvercle.
de plastique bleu.
30 litres.

74350	30 l	14.95
74355	60 l	22.90
74360	120 l	35.90
74365	220 l	79.-
74370	couvercle	4.50



Filets de protection contre les oiseaux Super 1000

Maille: 40 mm.

17259	1000 m ² , vert	75.-	17257	2000 m ² , vert	125.-	17256	4000 m ² , vert	230.-
17262	1000 m ² , bleu	75.-	17261	2000 m ² , bleu	125.-	17260	4000 m ² , bleu	230.-



Prix bas en permanence



CHAILLOT *Bouchons*

Prestige | Tradition | Innovation



CHAILLOT BOUCHONS SA
1162 ST-PREX +41 (0) 21 823 20 00 | 1950 SION +41 (0) 27 323 67 21 | 6850 MENDRISO +41 (0) 91 646 57 79
www.chaillot.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 Machines agricoles - Motoneiges - Quads
Via Motta 3 - 6828 Balerna ☎ sales@snopex.com
☎ 091 646 17 33 ☎ 091 646 42 07



La pépinière romande à votre disposition

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

Europlant S.à.r.l.

Scions fruitiers
toutes espèces fruitières

hautes tiges
arbres formés

greffage sous contrat



Eclaircissage des pommiers et des poiriers au métamitron

Thomas KUSTER et Simon SCHWEIZER, Agroscope, 8820 Wädenswil

Renseignements: thomas.kuster@agroscope.admin.ch, tél. +41 58 460 62 43, www.agroscope.ch



Les pommes Gala et les poires Conférence (photo) ont été récoltées puis calibrées pour chaque arbre en septembre 2013.

Depuis 2015, le produit Brevis (substance active métamitron) est autorisé en Suisse pour la régulation de la charge des pommiers et poiriers. Les arboriculteurs bénéficient ainsi d'une nouvelle substance active homologuée pour optimiser l'éclaircissage. Le métamitron est actuellement la seule molécule autorisée pour l'éclaircissage des poiriers.

Le métamitron inhibe la photosynthèse des arbres fruitiers en bloquant le transport des électrons du photosystème II (McArtney *et al.* 2012). La réaction des arbres traités est similaire à celle que provoque un ombrage: la faible distribution des assimilats vers les pousses et les fruits favorise la chute des fruits (Kockerols *et al.* 2010). Le mode d'action du métamitron diffère ainsi des autres produits homologués, qui modifient le système hormonal des plantes ou atteignent les fleurs.

Application du Brevis

Le métamitron doit être appliqué une à deux fois en l'espace de cinq à dix jours sur des fruits de 8–14 mm (BBCH 69–72). Le dosage recommandé par le fabricant est de 1,1 à 1,65 kg/ha (165–247,5 ppm de métamitron pour 1000 l/ha) par application. Pour les variétés difficiles à éclaircir, à faible croissance, à forte charge en fruits ou pour les vieux arbres, le dosage peut aller jusqu'à deux applications de 2,2 kg/ha (330 ppm de métamitron). Des données supplémentaires sont encore

nécessaires pour établir l'application appropriée à chaque variété. Les conditions météorologiques précédant et suivant l'application ont une influence sur le résultat du traitement au métamitron. Des essais sont en cours au niveau national et international pour déterminer comment moduler le dosage selon l'ensoleillement et la température. Grâce à la réduction de l'ensoleillement, les cultures sous filet anti-grêle bénéficient d'un éclaircissage plus efficace que les cultures sans protection. Le surdosage peut provoquer de fortes nécroses suivies d'une chute des feuilles. La substance active ne doit pas être mélangée à d'autres produits phytosanitaires, engrais ou additifs.

Essais du métamitron et de l'éthéphon sur Gala et Conférence en 2013

Les essais menés par Agroscope de 2008 à 2012 ont montré que le métamitron était très efficace dans l'éclaircissage des pommiers et n'engendrait pas de dommages aux feuilles et aux fruits (Widmer *et al.* 2013). Comme prévu, la régulation de la charge au métamitron a amélioré le calibre et la qualité des fruits. En 2013, le métamitron a fait l'objet d'essais supplémentaires sur Gala et Conférence au domaine expérimental de Güttingen (tabl.1). Différentes concentrations de métamitron ont été testées sur Gala, de même que la combinaison de métamitron et d'éthéphon (tabl.2). La stratégie d'éclaircissage communément appliquée sur Gala a été utilisée comme témoin: éthéphon, benzyladénine (BA) et acide alpha-naphtylacétique (ANA). Les variantes d'éclaircissage métamitron, BA et BA+ANA ont été testées sur Conférence (tabl.3). Un éclaircissage manuel a servi à déterminer la qualité des fruits de Gala et Conférence à charge optimale. Les conditions humides et fraîches durant la période d'éclaircissage de 2013 sont présentées à la figure 1. Comme les années précédentes, la photosyn-

Tableau 1 | Essai avec Gala et Conférence sur le domaine d'essai BBZ Arenenberg et Agroscope à Güttingen

	Gala	Conférence
Porte-greffe	Fleuren 56	Quince A
Année de végétation	13	11
Distance de plantation	3,5 x 1,1 m	3,75 x 1,8 m
Arbres/variante	12 (3 répétitions)	15 (3 répétitions)
BBCH 65	9 mai	4 mai
Récolte	26–27 septembre	12–13 septembre

thèse (mesures PS1) a été mesurée afin d'évaluer l'efficacité de la méthode d'éclaircissage. Comme les autres années, les essais de métamitron ont été discutés et ajustés avec les participants du Groupe de travail pour la gestion des cultures de fruits à pépins.

Tableau 2 | Procédés et dates d'application sur Gala

Variante	ppm (1000 l/ha)	Phénologie, Ø des fruits	Application
Témoin (non traité)			
Eclaircissage manuel		Après la chute de juin	5 juillet
Ethéphon Benzyladénine (BA) + alpha-naphtylacétique (ANA)	144 100 + 20	BBCH 60 10 mm	6 mai 27 mai
Ethéphon Métamitron	144 247,5	BBCH 60 10 mm	6 mai 27 mai
Ethéphon Métamitron	144 330	BBCH 60 10 mm	6 mai 27 mai
1 x métamitron	247,5	8 mm	20 mai
2 x métamitron	247,5 247,5	8 mm 10 mm	20 mai 27 mai
2 x métamitron	247,5 330	8 mm 10 mm	20 mai 27 mai
1 x métamitron	330	8 mm	20 mai
2 x métamitron	330 330	8 mm 10 mm	20 mai 27 mai

Résultats

Sur un pommier Gala portant en moyenne 420 bouquets floraux, environ 35 fruits par 100 bouquets floraux auraient dû être éliminés pour obtenir un rendement de 45 t/ha. Toutefois, la variété Gala a été difficile à éclaircir en 2013: le témoin éthéphon avec BA+ANA et la double application de 330 ppm de métamitron sont bien parvenus à un éclaircissage de 20 % supérieur à celui des témoins non traités mais, avec près de 100 fruits pour 100 bouquets floraux, la surcharge en

Tableau 3 | Procédés et dates d'application sur Conférence

Variante	ppm (1000 l/ha)	Phénologie, Ø des fruits	Application
Témoin (non traité)			
Eclaircissage manuel		Après la chute de juin	16 juillet
Benzyladénine (BA)	150	12 mm	20 mai
Benzyladénine (BA) + alpha-naphtylacétique (ANA)	150 + 10	12 mm	20 mai
1 x métamitron	247,5	8 mm	13 mai
2 x métamitron	247,5 247,5	8 mm 12 mm	13 mai 20 mai
1 x métamitron	330	8 mm	13 mai
2 x métamitron	330 330	8 mm 12 mm	13 mai 20 mai

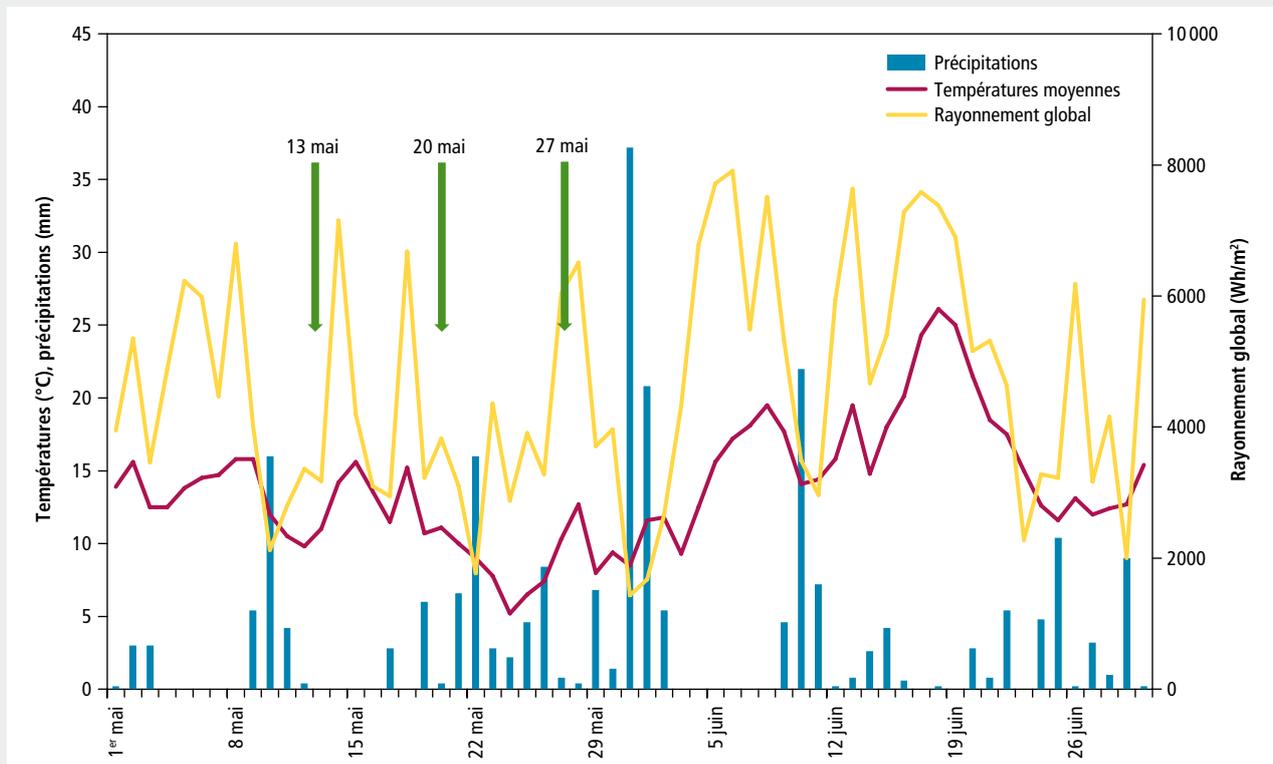


Figure 1 | Conditions météorologiques à Güttingen, mai-juin 2013. Les traitements au métamitron ont été effectués les 13, 20 et 27 mai (flèches vertes). Données météorologiques: Agrometeo.ch

fruits était élevée (fig. 2). Même la variante avec éclaircissage manuel de 50 fruits pour 100 bouquets floraux a été insuffisante. A l'exception de l'éclaircissage manuel, aucun des procédés de régulation testés n'a été significativement efficace. Le poids des fruits était plus élevé avec un faible rendement, mais aucune des variantes n'a obtenu de calibre de fruit satisfaisant.

Avec 170 bouquets par arbre en 2013, la floraison de Conférence était déjà modérée, même avant l'éclaircissage. Pour atteindre un rendement de 35 t/ha, une charge d'environ 100 fruits pour 100 bouquets floraux était visée. Les deux procédés avec double application de métamitron ont été les plus efficaces, avec une réduction de la charge d'environ 30 % par rapport aux deux témoins non traités (fig. 3). Toutes les autres modalités n'ont pas éclairci, ou seulement faiblement, notamment les variantes BA et BA+ANA. Pour Conférence, le poids moyen du fruit dépendait également de la charge en fruits.

Mesurer la photosynthèse pour évaluer l'efficacité de l'éclaircissage

La nécessité d'une deuxième application de métamitron peut être déterminée à l'aide d'un modèle décisionnel développé par le fabricant du Brevis. L'activité de la PS1 est mesurée deux à trois jours après la pre-

mière application et juste avant l'éventuelle seconde application. La valeur décisionnelle sans unité est calculée en additionnant les deux mesures, la seconde comptant double. Si la valeur calculée est inférieure à 100, une seconde application de métamitron doit être envisagée. Si la valeur est supérieure à 150, l'application supplémentaire est superflue. Entre 100 et 150, les mesures de l'activité de la PS1 ne donnent pas d'indication pour une éventuelle seconde application. Dans les essais de 2013, les modèles décisionnels n'ont pas permis de dire si une seconde application était nécessaire à l'obtention d'un éclaircissage satisfaisant, et ce pour les deux espèces fruitières. Avec 139, Gala a obtenu la valeur la plus élevée pour les deux concentrations de métamitron, tandis que Conférence n'obtenait que 104 pour 247,5 ppm de métamitron et 118 pour 330 ppm.

Conclusions de l'essai d'éclaircissage 2013

Le printemps froid et humide de 2013 a réduit l'efficacité de l'éclaircissage pour toutes les applications chimiques. Les régulateurs de croissance éthéphon, ANA et BA n'ont ainsi présenté qu'une faible efficacité, en raison des basses températures. Celle du métamitron peut s'expliquer par la baisse de l'activité physiologique des arbres lors de températures fraîches. En

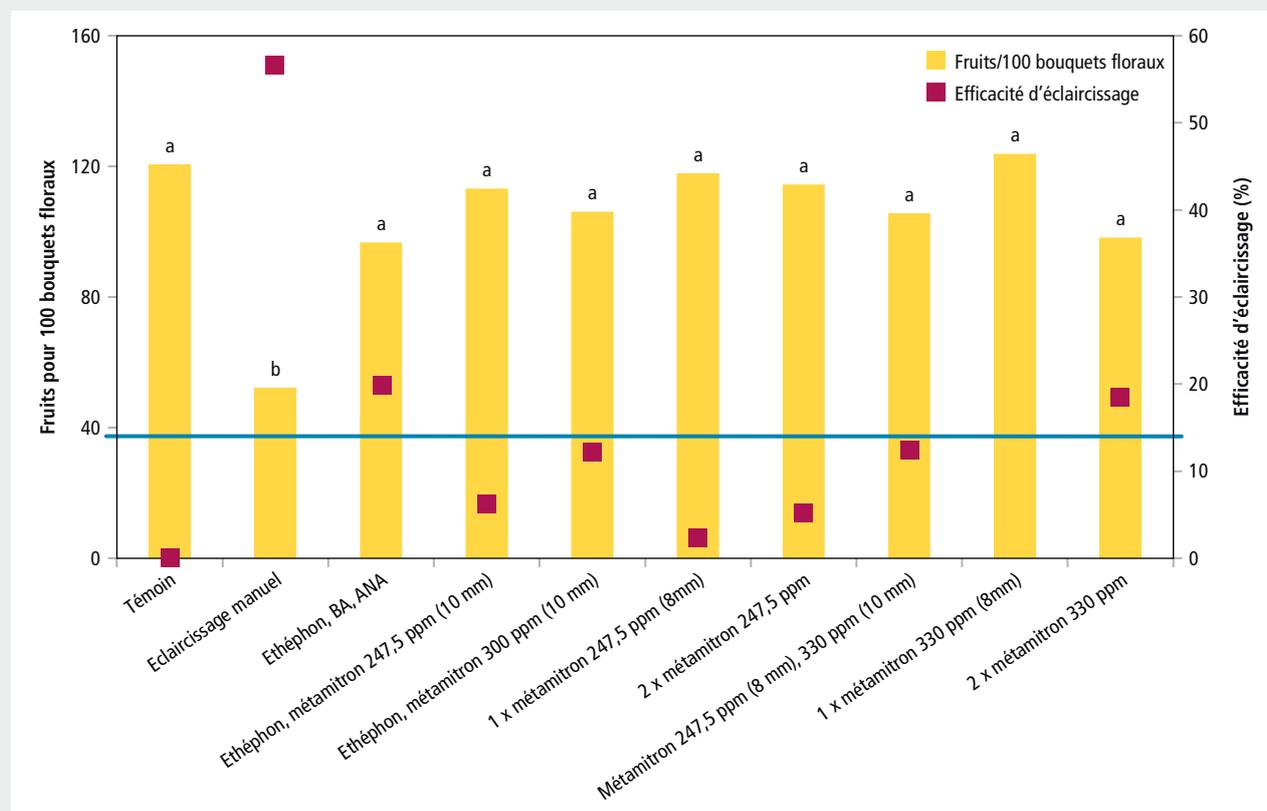


Figure 2 | Efficacité d'éclaircissage sur Gala en 2013. La ligne bleue représente la charge optimale. Hormis la variante éclaircissage manuel, aucun procédé n'a eu d'efficacité d'éclaircissage significative.

effet, si les besoins de l'arbre sont réduits, il n'y a pas de déficit d'approvisionnement des pousses et des fruits en assimilats et la chute des fruits est faible. Le développement des fruits particulièrement lent jusqu'à juin a démontré cette faible activité et confirme cette supposition. En raison de la faible activité physiologique, le suréclaircissage prévu en réaction au faible ensoleillement n'a pas eu lieu. Les stations de recherche d'Allemagne, d'Italie et d'Autriche ont fait les mêmes expériences en 2013 avec le métamitron. L'efficacité de cette matière active semble donc dépendante des conditions météorologiques. Des essais supplémentaires permettront de déterminer l'influence exacte des différents facteurs sur l'efficacité d'éclaircissage et de quelle manière le dosage devra être adapté.

Aperçu des activités de recherche

L'utilisation du métamitron pour la régulation de la charge des pommiers et poiriers fait actuellement l'objet de recherches intensives d'Agroscope et d'instituts partenaires à l'étranger. Outre le dosage approprié à chaque variété, les efforts se concentrent sur l'estimation de l'efficacité d'éclaircissage par la mesure du PS1. Des essais supplémentaires effectués dans les conditions de la pratique permettront de déterminer comment le méta-

mitron peut être combiné à un éclaircissage mécanique ou à d'autres produits d'éclaircissage. Les combinaisons pourraient être particulièrement avantageuses pour les variétés sensibles à l'alternance ou à petits fruits. Une extension de l'application du métamitron aux cultures de fruits à noyau n'est pas envisageable, à cause des graves dégâts foliaires engendrés et de l'absence d'amélioration de la qualité des fruits (Widmer *et al.* 2013). ■

Remerciements

Nous remercions Albert Widmer pour la planification et la mise en place des essais, ainsi que pour l'interprétation des résultats; Patrick Stadler pour son aide sur le domaine de Güttingen et l'entreprise Adama pour son appui matériel lors des mesures de la photosynthèse.

Remarque

Cet article est paru en allemand dans la *Schweizer Zeitschrift für Obst und Weinbau* 151 (8), 2015, 11–14.

Bibliographie

- Kockerols K., Widmer A. & Gölles M., 2010. Behangsregulierung durch Beschattung bei Apfelbäumen: I. Ausdünnwirkung. *Schweizer Zeitschrift für Obst- und Weinbau* 146, 8–11.
- McArtney S. J., Obermiller J. D. & Arellano C., 2012. Comparison of the effects of metatriton on chlorophyll fluorescence and fruit set in apple and peach. *HortScience* 47, 509–514.
- Widmer A., Gölles M. & Schweizer S., 2013. Neuer Wirkstoff für die Behangsregulierung? *Schweizer Zeitschrift für Obst- und Weinbau* 149, 8–11.

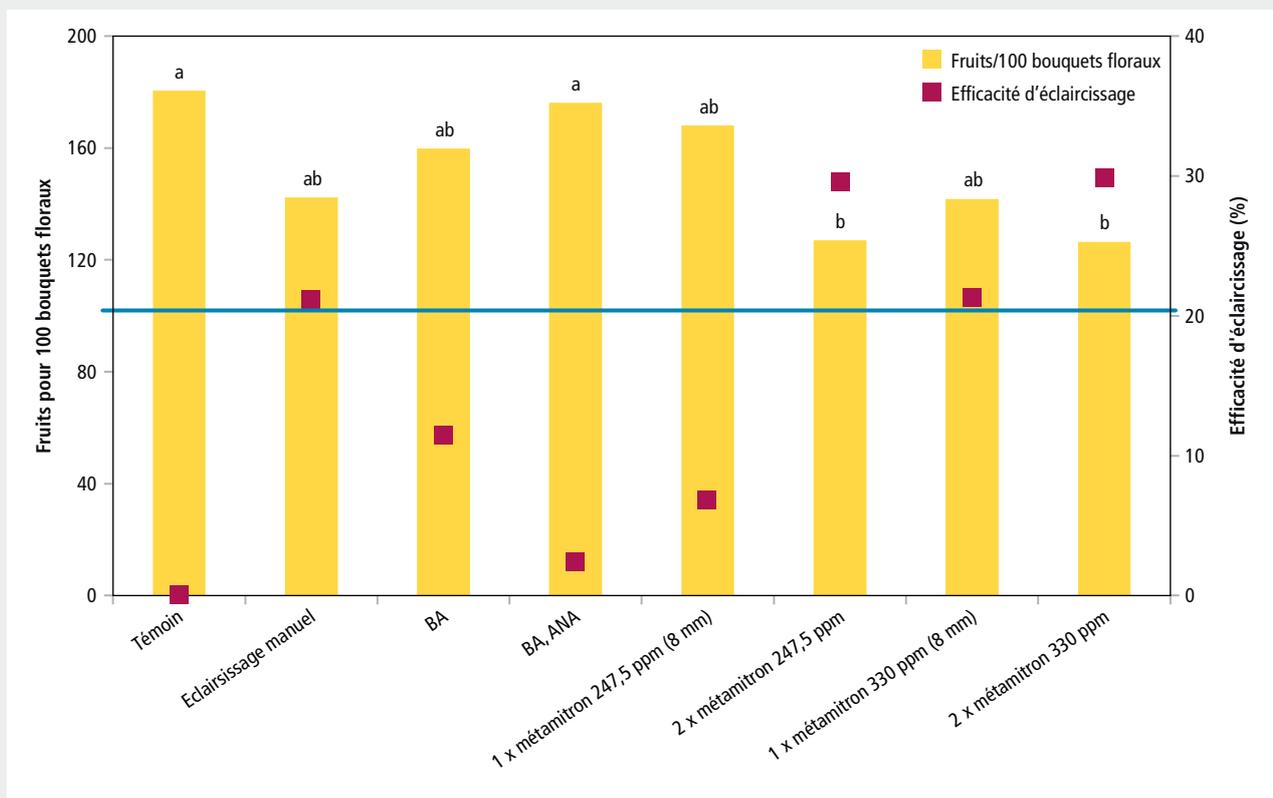


Figure 3 | Efficacité d'éclaircissage sur Conférence en 2013. La ligne bleue représente la charge optimale. L'efficacité d'éclaircissage de la variante à deux applications de métamitron était significative.

Enfin un diplôme officiel pour les sommeliers suisses

Depuis le mois de septembre 2014, les 14 premiers candidats romands au brevet fédéral de sommelier suivent les cours préparatoires organisés par CHANGINS école du vin.



Ce tout nouveau diplôme fédéral est un signe de reconnaissance mérité pour les professionnels qui tissent avec passion et savoir-faire les liens entre producteurs de vin et amateurs de gastronomie. La formation, dispensée dans les trois régions linguistiques, est assurée en Suisse romande par CHANGINS école du vin.

Une formation réservée aux professionnels

Seuls les candidats qui disposent de trois ans d'expérience dans le domaine de la restauration, de la production ou de la vente de vin peuvent se présenter à l'examen. La formation, donnée sur une année à raison d'un cours chaque lundi, se veut condensée et proche de la pratique. Outre les connaissances techniques de viticulture, de vinification et de géographie viticole, un accent particulier est mis sur la dégustation, le service et les accords mets et vins.

Deux écoles qui s'engagent pour l'excellence

Pour cette formation spécifique, CHANGINS a fait appel à l'Ecole hôtelière de Genève (EHG), considérée comme une référence dans le monde de l'hôtellerie. L'objectif est la mise en commun des compétences techniques – œnologie et dégustation pour CHANGINS, service et gestion pour l'EHG – afin d'offrir le meilleur aux futurs diplômés. Les cours ont lieu sur les deux sites.

La formation en résumé

- **Durée:** une année, 260 périodes de cours
- **Lieu:** Nyon et Genève
- **Conditions d'admission:** trois ans d'expérience pratique, possession d'un CFC ou diplôme équivalent
- **Coût:** environ Fr. 9000.–, frais d'examens inclus
- **Possibilités de subventionnements**
- **Prochaine rentrée:** septembre 2016
- **Nombre de places:** 20 personnes
- **Contact et inscriptions**
CHANGINS école du vin
Route de Duillier 50
Case postale 1148, 1260 Nyon 1
Tél. +41 22 363 40 95
E-mail: edv@changins.ch
www.changins.ch



Des formateurs de pointe

L'enseignement est assuré par les professeurs de CHANGINS et de l'EHG, complétés par des formateurs externes de haut niveau comme Paolo Basso, meilleur sommelier du monde. Des professionnels étrangers interviennent également, comme Laurent Derhé et Philippe Troussard, deux sommeliers français ayant remporté le prestigieux concours de Meilleur Ouvrier de France. ■

*Romain Cellery,
responsable Ecole du vin*

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

