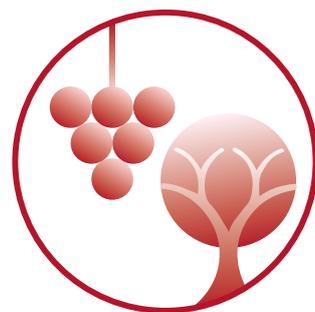


R E V U E S U I S S E D E

VITICULTURE ARBORICULTURE HORTICULTURE



J U I L L E T - A O Û T 2 0 1 7 | V O L . 4 9 | N ° 4



Agroscope | Agora | Agridea | AMTRA | CHANGINS

Dossier spécial *Drosophila suzukii*

LA VIGNE

VOLUME 2

RAVAGEURS ET AUXILIAIRES

CHRISTIAN LINDER
PATRIK KEHRLI
OLIVIER VIRET



Acarien rouge

Panonychus ulmi (Linné)

INTRODUCTION

Considéré au début du 20^e siècle comme un hôte occasionnel des vignobles, *Panonychus ulmi* est reconnu dès les années 1950 comme un ravageur principal de la vigne. Il est largement admis que ce changement de statut est d'origine anthropique. Ainsi, le développement de l'usage d'insecticides à large spectre (sprouticides, autres phosporiques...), a entraîné la disparition de ses prédateurs naturels, et plus particulièrement des acariens typhlodromes, grands consommateurs d'acaridés rouges. L'essor de *P. ulmi* semble également avoir été stimulé par des changements qualitatifs dans son alimentation, engendrés notamment par des excès d'engrais azotés. Malgré le développement de nombreuses matières actives à action acaricide, les pullulations cycliques et souvent imprévisibles d'acaridés rouges rapidement résistants ont été à l'origine de dégâts considérables dans les vignobles septentrionaux. Affectant notamment la photosynthèse et la teneur en sucres des moûts, cette espèce a ainsi longtemps figuré, avec les vers de la grappe, parmi les arthropodes les plus dommageables à la culture de la vigne. Cependant, avec la mise en pratique des concepts de lutte et de production intégrées, les pullulations de *P. ulmi* sont devenues beaucoup plus rares ces dernières années. Ainsi, le développement et l'usage de produits et techniques respectant les prédateurs a permis le retour des typhlodromes qui assurent à eux seuls le contrôle du ravageur dans les vignes. Ce bel exemple de lutte biologique est cependant tributaire d'une vigilance permanente, car même si l'acaridés rouge est redevenu un hôte discret des vignobles, il a démontré, dans un passé proche, tout son potentiel de nuisibilité.

18 | ACARIENS ROUGES



Vers de la grappe

La grappe est un organe très sensible à de nombreuses maladies et ravageurs. Parmi ceux-ci, les vers de la grappe sont les plus dommageables. Ils sont responsables de dégâts importants, notamment en termes de rendement et de qualité des raisins. Ces insectes sont très difficiles à contrôler, car ils sont capables de se cacher dans les grappes et de résister à de nombreux traitements. Leur présence est souvent détectée lors de la vendange, lorsque les grappes sont écrasées et que les vers sont libérés. Les symptômes de leur présence sont des grappes déformées, des raisins abîmés et une odeur caractéristique. Les vers de la grappe sont donc un véritable fléau pour les viticulteurs, et leur contrôle nécessite une vigilance constante et l'utilisation de méthodes de lutte intégrées.



Le deuxième volume *Ravageurs et Auxiliaires* offre au lecteur un descriptif détaillé des visiteurs indésirables, mais aussi de la faune bénéfique qui réside dans nos parcelles.

Les dégâts, les cycles biologiques des ravageurs et les mesures recommandées pour leur contrôle sont rehaussés d'images spectaculaires.

LA VIGNE – Volume 2 – RAVAGEURS ET AUXILIAIRES

Christian Linder, Patrik Kehrlı et Olivier Viret – 394 pages, ISBN 978-3-85928-099-1 CHF 79.– / dès 10 ex. CHF 72.– / Ecoles CHF 69.– (TVA incluse, frais de port non compris)

COMMANDE:

www.revuevitiarbohorti.ch ou info@revuevitiarbohorti.ch, tél. +41 79 659 48 31
M^{me} Antoinette Dumarthey, route de Duillier 50, case postale 1006, 1260 Nyon 1, Suisse



Agroscope | Agora | Amtra

Sommaire

Juillet–Août 2017 | Vol. 49 | N°4



Photographie de couverture:

Couple de *Drosophila suzukii* sur fraise.

(Photo: Arnaud Conne, Agroscope)

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

Editeur

AMTRA (Association pour la mise en valeur des travaux de la recherche agronomique), avenue des Jordils 5, CP 1080, 1001 Lausanne, Suisse.
www.revuevitiarbohorti.ch – ISSN 0375-1430

Rédaction

Judith Auer (directrice et rédactrice en chef)
E-mail: j.auer@agora-romandie.ch

Comité de lecture

Ch. Carlen (Agroscope), R. Baur (Agroscope), O. Viret (Etat de Vaud),
Ch. Rey, C. Briguët (directeur CHANGINS), Ph. Droz (Agridea)

Publicité

Inédit Publications SA, José Miranda
Avenue de Rumine 37, CP 900, 1001 Lausanne, tél. +41 79 630 12 62

Préresse

Inédit Publications SA, 1001 Lausanne

Impression

Courvoisier-Attinger Arts Graphiques SA

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

Tarifs des abonnements

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

Abonnements et commandes

Antoinette Dumartheray
CP 1006, 1260 Nyon 1, Suisse
Tél. +41 79 659 48 31, fax +41 22 362 13 25
E-mail: info@revuevitiarbohorti.ch
ou www.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

205	Editorial
	Protection des végétaux
208	Monitoring national de <i>Drosophila suzukii</i> Fabio Kuonen
212	Stratégie de lutte contre <i>Drosophila suzukii</i>: efficacité des pièges, des attractifs et des filets Catherine Baroffio, Fabio Kuonen, Cristina Marazzi et Sabine Wieland
218	Recherches d'alternatives aux traitements chimiques: exemple de la chaux Mélanie Dorsaz et Serge Fischer
224	Lutte intégrée contre la drosophile du cerisier dans les fruits à noyau Stefan Kuske, Laura Kaiser, Alexandra Wichura et Roland W. S. Weber
230	La mouche du vinaigre – Comment minimiser les dommages sur les cerises à distiller Michele Perrino, Martin Heiri et Sonia Petignat-Keller
234	<i>Drosophila suzukii</i>: importantes différences dans la sensibilité des cépages de vigne Patrik Kehrli, Fabian Cahenzli, Claudia Daniel et Christian Linder
242	Filets de protection contre <i>Drosophila suzukii</i> en viticulture Christian Linder, Nicolas Staeheli, Werner Siegfried, Markus Leumann, Philippe Droz, Thomas Morisod et Patrik Kehrli
250	Les parasitoïdes de <i>Drosophila</i> en Suisse et leur efficacité sur la drosophile du cerisier Jana Collatz et Valery Knoll
256	Rôle des structures paysagères dans la propagation de la drosophile du cerisier Ernest Ireneusz Hennig, Stefan Kuske et Dominique Mazzi



Merci beaucoup de votre collaboration

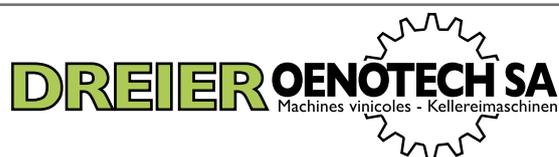
Nous vous souhaitons de
belles vendanges



Omya (Suisse) SA Agro
www.omya-agro.ch
062 789 23 36

Le spécialiste de vos installations vinicoles

Distributeur officiel des marques :



DELLA TOFFOLA



Découvrez les filtres tangentiels VINS + BOURBES et nos filtres traditionnels.

KREYER



Thermorégulation

KIESEL



Pompes et flottateurs

Moeschle
Behälterbau GmbH



Cuverie de haute Qualité

FIVER



Groupe de mise en bouteille

SS



Etiqueteuse autocollante compacte

PELLENC

AZZINI

bertolaso

SIRIO ALIBERTI

Vaucher Bequet

notan

MAS PACK
PACKAGING

BIEFFE

Logics & Controls

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

Tous ensemble contre la *suzukii*



Membres de la taskforce, de gauche à droite

En arrière-plan: Stefan Kuske (arboriculture) et Patrik Kehrli (viticulture), Agroscope.

Au premier plan: Catherine Baroffio (baies et resp. communication de la taskforce), Agroscope – Claudia Daniel, FiBL (cultures biologiques) – Dominique Mazzi, Agroscope (cheffe de la taskforce et responsable de la recherche fondamentale sur *D. suzukii*).

Ce numéro est entièrement consacré à la problématique de la drosophile à ailes tachetées (*Drosophila suzukii*). Ce ravageur, originaire d'Asie du Sud, préoccupe les producteurs. En effet, les stratégies de lutte chimique mises sur pied dans divers pays ne sont pas suffisamment efficaces, en raison de la courte durée de protection (5–7 jours) nécessitant de fréquents traitements et de l'apparition de résistances ainsi que de la présence de résidus.

Interdisciplinarité et polyvalence de la recherche

Agroscope, grâce à l'interdisciplinarité de sa recherche, propose des approches variées et innovantes pour lutter contre ce ravageur. Ainsi, dès 2012, Agroscope a créé une taskforce *suzukii*, gérée par Dominique Mazzi, permettant une analyse du problème selon des optiques variées et originales ainsi qu'une mise en commun des résultats des différents groupes de recherche.

Il ressort que pour garantir des récoltes saines, différentes stratégies de lutte doivent être appliquées. Aussi ce numéro comprend neuf articles scientifiques qui prennent en compte la culture, les moyens de protection ainsi que l'influence de la région et de la météo pour la gestion du ravageur. Le premier article de F. Kuonen (Conthey) présente les grandes lignes de la surveillance de l'insecte au niveau national, puis les contributions de C. Baroffio et M. Dorsaz (Conthey) sont consacrées à l'amélioration des pièges et des attractifs ainsi qu'au traitement à la chaux comme alternatives aux traitements insecticides dans les cultures de cerises et de petits fruits. S. Kuske et ses collègues (Wädenswil) proposent des stratégies de lutte avec des filets dans les cultures de fruits à noyau et M. Perrino et son équipe (Wädenswil) proposent des solutions simples et efficaces pour la conservation des fruits post-récoltes et l'obtention d'eaux-de-vie de qualité. La vigne n'est pas un hôte préférentiel pour la drosophile, mais les craintes face à ce ravageur sont grandes. Aussi les articles de P. Kehrli et Ch. Linder (Changins) exposent les grandes lignes de protection du vignoble. Contrairement aux articles précédents qui focalisent leurs études sur une culture précise, J. Collatz et son équipe (Reckenholz) recherchent des insectes indigènes (parasitoïdes) susceptibles de parasiter *Drosophila suzukii*. Enfin, E. Hennig et ses collègues (Wädenswil) étudient l'influence de la structure du paysage sur l'écologie du ravageur.

Une taskforce connectée aux institutions nationales et internationales

La taskforce, composée de scientifiques d'Agroscope et du FiBL (Institut de recherche de l'agriculture biologique) collabore également avec les services cantonaux. Elle est présente dans les congrès nationaux et internationaux et communique régulièrement sur les derniers résultats de la recherche.

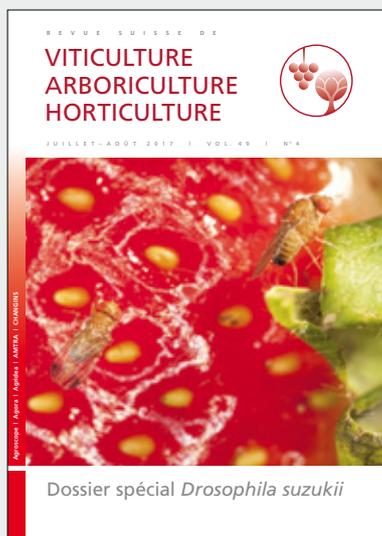
A cet égard, la prochaine journée nationale *suzukii* se déroulera à Changins, le 9 février 2018. Réservez d'ores et déjà cette date!

Catherine Baroffio, Agroscope

Vous trouverez davantage d'informations sur le thème de la *Drosophila suzukii* sous www.drosophilasuzukii.agroscope.ch

Dossier *Drosophila suzukii*

Ce numéro de la **Revue suisse de Viticulture, Arboriculture, Horticulture** consacré à *Drosophila suzukii* est en vente aux Editions AMTRA.



• Revue N° 4-2017:
64 pages.

Prix de vente:
CHF 15.-

COMMANDE: ÉDITIONS AMTRA
Avenue des Jordils 5, CP 1080, 1001 Lausanne
E-mail: j.auer@agora-romandie.ch



Le livre Cépages

Principales variétés de vigne
cultivées en Suisse

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

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

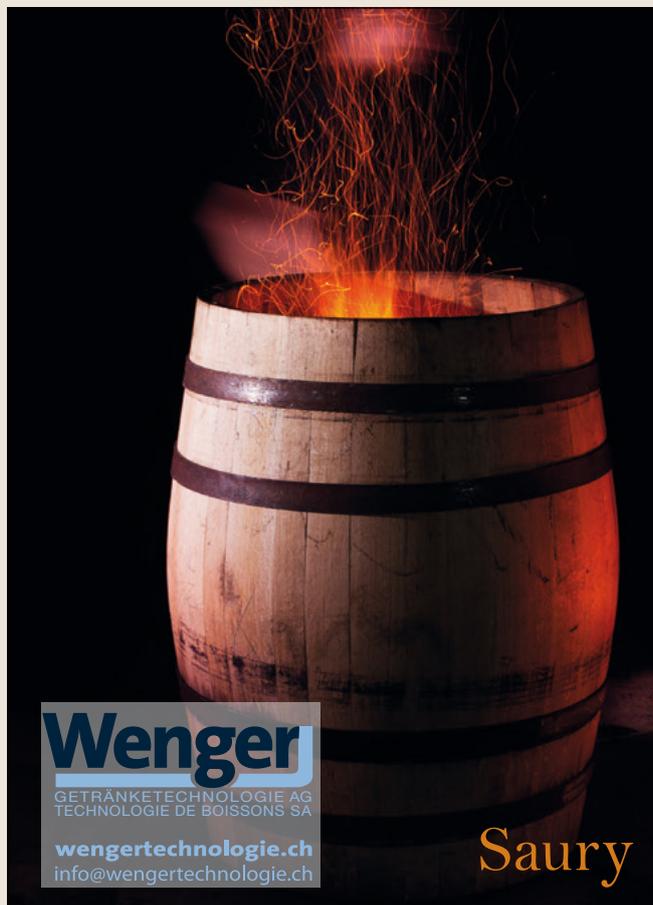
Réservez dès aujourd'hui votre livre Cépages:
AMTRA, Antoinette Dumartheray, route de Duillier 50, 1260 Nyon 1
Tél. +41 79 659 48 31 www.revuevitiarbohorti.ch



PLANTS DE VIGNE

Pour une viticulture moderne
couronnée de succès

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



Wenger
GETRÄNKETECHNOLOGIE AG
TECHNOLOGIE DE BOISSONS SA
wengertechnologie.ch
info@wengertechnologie.ch

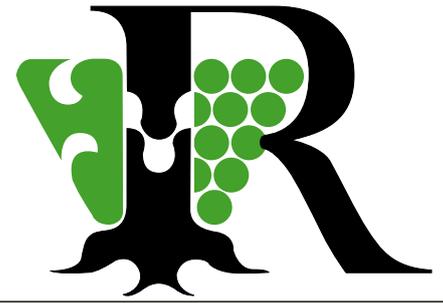
Saury

Pépinières Viticoles - Ph. Rosset

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

Qualité et Service font notre différence

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



Le tri de vendange Bucher Vaslin A chaque besoin, sa solution

Delta TRV



Tri manuel

Table de tri vibrante conçue pour faciliter le travail des trieurs.

Delta Trio



Tri mécanique à galets et trémie vibrante

Elimination efficace des débris végétaux (pétiotes, feuilles...).

Delta Rflow



Tri mécanique à lame d'air haut débit

Elimination des débris végétaux et aussi des grains millerandés, des raisins secs, des pépins, des peaux...

Delta Vistalys



Tri optique

Tri d'une extrême précision définie selon vos exigences de qualité (couleur, état sanitaire...).

Nos concessionnaires agréés :

Gigandet SA

1853 Yvorne
Tél. 024/466 13 83

Avidor Valais SA

3970 Salgesch
Tél. 027/456 33 05

Gigandet SA - Succursale La Côte

1166 Perroy
Tél. 024/466 13 83

Valélectric Farmer 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

Êtes-vous prêt pour les vendanges?


gvz_rossat

- Sérateurs de récolte
- Outils pour la récolte
- Caisses à raisins
- Filets de protection latéral
- Filets anti-insectes vert

gvz-rossat sa
Tel.: 026 662 44 66

Chemin du Milieu 6, z.I. Est C1
gvzsales@gvz-rossat.ch

1580 Avenches
www.gvz-rossat.ch

Monitoring national de *Drosophila suzukii*

Fabio KUONEN, Agroscope, 1964 Conthey, Suisse

Renseignements: Fabio Kuonen, e-mail: fabio.kuonen@agroscope.admin.ch, tél. +41 58 463 70 16, www.agroscope



Piège «Profatec» sur un cerisier haute-tige.

Introduction

Depuis 2012, Agroscope coordonne un monitoring national de la drosophile du cerisier en collaboration avec les services cantonaux (Baroffio *et al.* 2014; Kuonen et Baroffio 2016 a et b). Des pièges contenant des appâts sont placés dans des cultures hôtes et dans des habitats naturels (tabl. 1). Le nombre de captures est enregistré périodiquement sur l'ensemble de l'année, évalué et publié en ligne. Ce système donne ainsi aux conseillers et aux producteurs un aperçu de l'évolution des populations du ravageur et leur permet de prendre les mesures de lutte qui s'imposent. Le nombre de captures est également comparé aux données météorologiques. Enfin, le système établit les courbes de population du ravageur dans les différents cantons (Baroffio et Kuo-

nen 2016). A partir de 2016, un monitoring détaillé a été mis en place dans plusieurs cantons représentatifs (tabl. 1), avec des pièges standardisés et des sondes enregistrant la température et l'humidité (fig. 1). L'objectif était de vérifier l'influence du microclimat des parcelles en comparant les mesures effectuées par les enregistreurs avec celles des stations météorologiques avoisinantes (Kuonen et Baroffio 2016 a et b).

Résultats et discussions

Monitoring national

Comparaison des années au niveau suisse

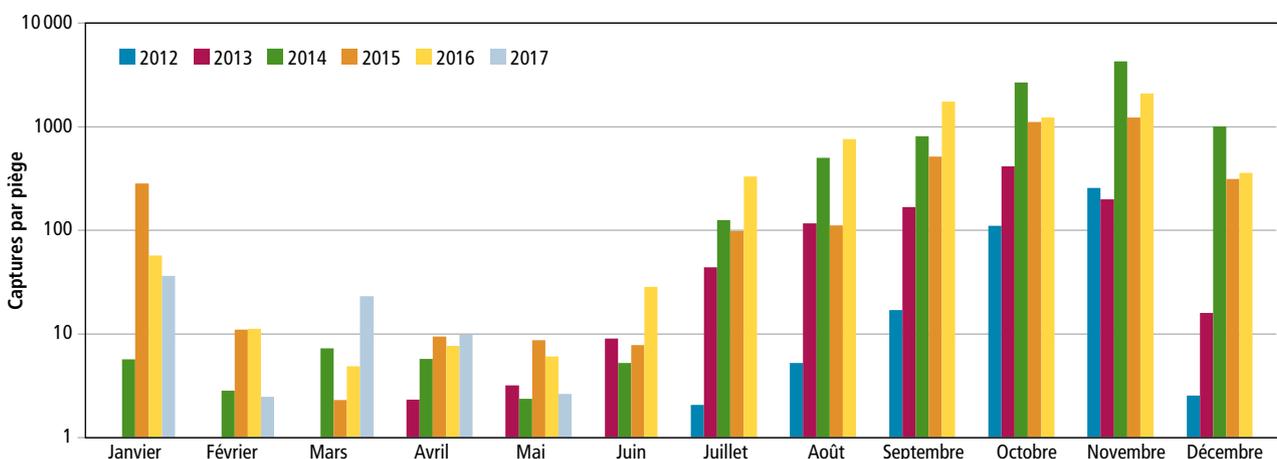
La courbe de population est similaire chaque année (fig. 2): il n'y a que très peu de captures au printemps et la population reste à un niveau bas jusqu'à l'été.

Tableau 1 | Méthode du monitoring national de la drosophile du cerisier

Contrôle	Intervalle de surveillance suivant la période de capture: <ul style="list-style-type: none"> • janvier–mars: 15–30 jours; • avril–novembre: 7 jours; • décembre: 15 jours.
Déroulement et évaluation	Le nombre de captures est saisi en ligne. Jusqu'en 2016: inscription dans une feuille de calcul Google (Google.Docs). A partir de 2017: saisie à l'aide de l'outil «Insect Monitoring» sur agrometeo.ch Le nombre de captures est divisé par le nombre de pièges.
Pièges et liquides d'appâts	Différents types de pièges sont utilisés pour la surveillance: <ul style="list-style-type: none"> • Profatec; • Biobest Droso trap; • Riga Becherfalle; • Piège fait maison. Actuellement il est recommandé d'utiliser le liquide d'appât standard de l'entreprise «Riga» avec des pièges recyclables de l'entreprise «Profatec».
Monitoring détaillé (méthode standardisée)	Pièges: Profatec (couvercle rouge) Liquide: Riga Sondes: 36 sondes: iButton DS1923-F5# de Fuchs Elektronik (température et humidité rel. de l'air) Nombre de pièges: 12 pièges Nombre de cantons: 9 cantons participants Hauteur pièges et sondes: 1,5 m du sol

Résumé La population de drosophiles du cerisier (*Drosophila suzukii*) évolue chaque année suivant le même schéma: peu de captures au printemps, développement marqué en été, pic de population à la fin de l'automne puis chute importante du nombre de captures pendant l'hiver. Le nombre de captures dépend de la température et de l'humidité de l'air. Les températures extrêmes (périodes de canicule en été ou épisodes de gel en hiver) limitent ou réduisent le développement des populations. L'humidité de l'air exerce, dans la plage de températures favorables aux drosophiles, une influence positive sur le développement des populations.

A partir du mois de juin, le nombre de captures augmente. Dès lors, la population de drosophiles se développe de manière exponentielle pour atteindre un maximum à la fin de l'automne. Bien que le schéma annuel de l'évolution du nombre de captures soit similaire pour chaque canton, le nombre total de captures par piège diffère fortement d'un canton à l'autre. >

**Figure 1 | Pièges et sondes du monitoring, de gauche à droite: piège Profatec, Biobest Droso trap, Riga Becherfalle, sondes de température et humidité (iButton) avec supports, sonde dans une éprouvette sans fond prête pour utilisation.****Figure 2 | Captures mensuelles par piège de drosophiles du cerisier en Suisse entre 2012 et mai 2017 (échelle logarithmique).**

Pendant l'hiver, la population décline rapidement. Les nuits glaciales du mois d'avril 2017 (du 19 au 21) ont non seulement occasionné des dégâts considérables dans les cultures, mais ont également influencé la population de drosophile du cerisier, réduisant la population d'environ 50 % par rapport à la moyenne des années 2014 à 2016.

Monitoring détaillé

L'évolution des populations des sites sélectionnés est comparable au schéma national, avec des faibles différences selon la région et la culture.

Incidence des conditions météorologiques

Les drosophiles du cerisier se développent essentiellement dans une plage de température comprise entre environ 8 et 22 °C (moyenne journalière). Dans cette plage, le nombre de captures est généralement corrélé avec la température et est influencé de manière positive par l'humidité de l'air. Lorsque les températures sont inférieures à 5 °C ou supérieures à 25 °C, l'humidité de l'air joue un rôle moindre, l'activité des drosophiles étant limitée par la température.

Pendant l'été, les populations se constituent, mais restent toutefois limitées en raison des températures

élevées. Ce n'est qu'à la fin de l'été ou au début de l'automne, lorsque les températures diminuent légèrement, que les captures atteignent leur maximum. A la fin de l'automne, avec l'arrivée du froid, le nombre de captures chute.

Tableau 2 | Différences maximales de température et d'humidité hebdomadaire relevées par les sondes (moyenne de trois sondes installées dans la culture) et les stations météorologiques voisines (Agrometeo)

Site de la parcelle	Site de la station de mesure Agrometeo	Différence max. de temp. (en + ou en - par rapport à Agrometeo)	Différence max. d'humidité
Uhwiesen (ZH)	Uhwiesen	+ 3,69 °C	- 8,15 %
Davesco (TI)	Cademario	+ 2,32 °C	+ 12,54 %
Füllinsdorf (BL)	Olsberg-Magden	+ 2,61 °C	- 7,04 %
Cheyres (FR)	Pomy	+ 3,92 °C	- 6,29 %
Riedholz (SO)	Riedholz	+ 2,15 °C	+ 5,42 %
Kesswil (TG)	Dozwil	+ 3,20 °C	+ 15,43 %
Etoy (VD)	Etoy	+ 2,59 °C	+ 7,59 %
Ardon (VS)	Leytron	- 3,63 °C	- 6,49 %
Chamoson (VS)	Leytron	- 6,23 °C	- 10,39 %
Vétroz (VS)	Vétroz	- 4,65 °C	+ 20,06 %
Fougères (VS)	Fougères	+ 2,19 °C	+ 6,47 %
Leuggern (AG)	Leuggern	+ 3,03 C	- 7,06 %

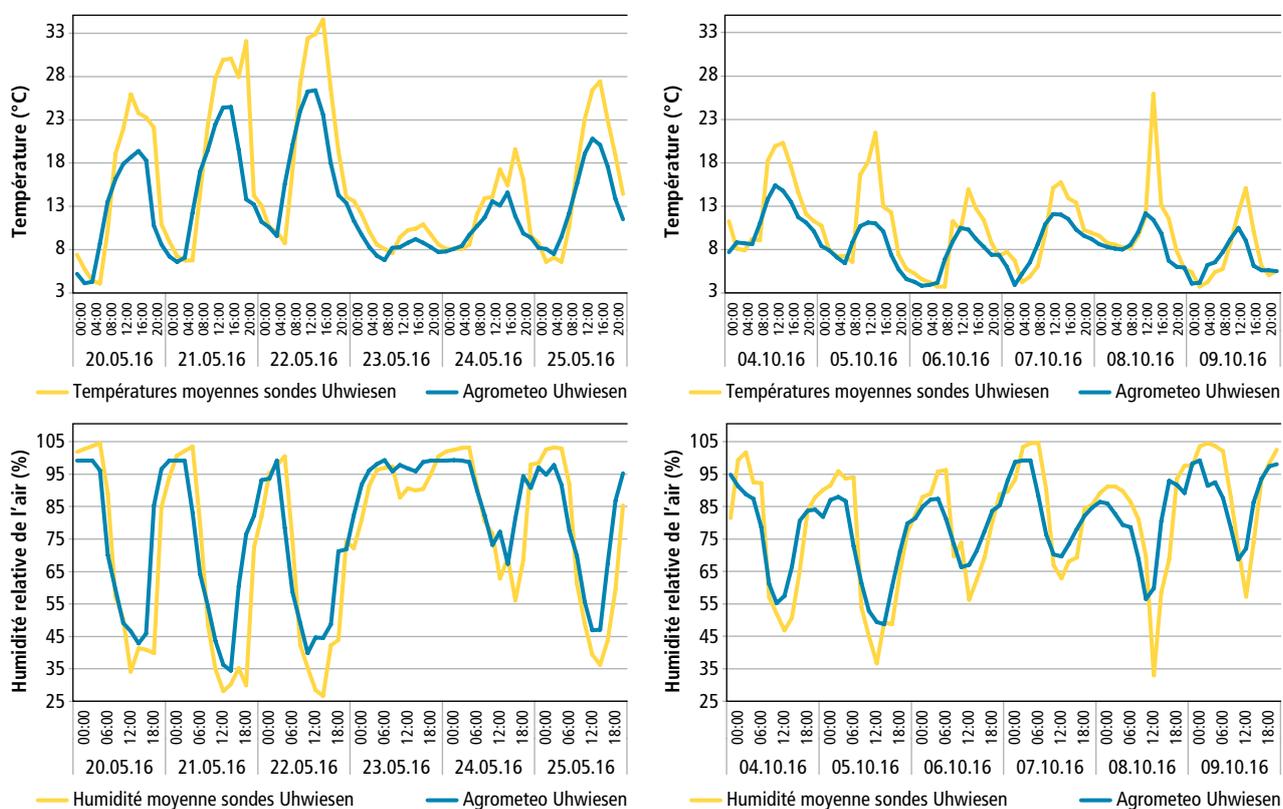


Figure 3 | Température et humidité moyenne des trois sondes installées dans une culture de framboises à Uhwiesen (ZH) (courbes jaunes), comparées aux données de la station météo de Uhwiesen (courbes bleues). A gauche: données du 20 au 25 mai; à droite: données du 4 au 9 octobre.

Summary ■ **National Monitoring of *Drosophila suzukii***
 Every year, *Drosophila suzukii* populations grow according to the same timetable: not many captures in the spring, noticeable development in the summer, a peaking of the population in late autumn, then a sizeable fall in the number of captures during the winter. The number of captures depends on temperature and air humidity. Extreme temperatures (heatwaves in the summer or frost events in winter) limit or reduce population growth. Within the temperature range favourable to *Drosophila*, humidity exercises a positive influence on population growth.
Key-words: *Drosophila suzukii*, National Monitoring, attractants, traps, meteorological data.

Zusammenfassung ■ **Nationales Kirschessigfliegen-Monitoring**
 Die Populationen der Kirschessigfliege (*Drosophila suzukii*) entwickeln sich jedes Jahr nach folgendem Schema: wenig Fänge im Frühling, markantes Wachstum im Sommer, Populationsspitze im Herbst und anschliessend starker Einbruch der Fangzahlen während des Winters. Die Fangzahlen sind abhängig von der Temperatur und der Luftfeuchtigkeit. Extreme Temperaturen (Hitzeperioden im Sommer oder Fröste im Winter) limitieren oder reduzieren die Populationsentwicklung. Innerhalb der bevorzugten Temperaturspanne der Kirschessigfliege hat die Luftfeuchtigkeit einen positiven Einfluss auf die Populationsentwicklung.

Riassunto ■ **Monitoraggio nazionale della *Drosophila suzukii***
 Le popolazioni di drosophila del ciliegio (*Drosophila suzukii*) si sviluppano ogni anno secondo lo stesso schema: poche catture in primavera, sviluppo elevato in estate, raggiungimento del picco delle popolazioni in autunno e poi diminuzione importante del numero di catture durante l'inverno. Il numero di catture dipende dalla temperatura e dall'umidità dell'aria. Le temperature estreme (periodi di canicola d'estate o gelate in inverno) limitano o riducono lo sviluppo delle popolazioni. L'umidità dell'aria esercita, se nella forchetta di temperature favorevoli alle drosophile, un'influenza positiva sullo sviluppo delle popolazioni.

Comparaison des données des enregistreurs avec celles des stations météorologiques avoisinantes

D'une manière générale, les données relevées par les enregistreurs installés dans les parcelles correspondent bien aux données d'Agrometeo (tabl. 2). Les écarts sont probablement dus à l'emplacement géographique ainsi qu'à l'enveloppe de protection des enregistreurs (éprouvettes sans fond). Les données n'en restent pas moins comparables.

Les sondes mises en place dans les cultures de cerises et de framboises confirment la tendance des données des stations météo. L'humidité est plus élevée en fin de journée et durant la nuit et les valeurs enregistrées dans les cultures sont toujours plus élevées que celles relevées par les stations météo (fig. 3).

Conclusions

- Le monitoring national des drosophiles du cerisier donne, depuis 2012, une vue d'ensemble de l'évolution de la population du ravageur.
- Les populations suivent chaque année le même schéma d'évolution, avec un pic de captures à la fin de l'automne, suivi d'une chute du nombre de captures en hiver.

- Les drosophiles du cerisier se développent essentiellement dans une plage de température comprise entre environ 8 et 22 °C (moyenne journalière). Dans cette plage, le développement des populations est influencé de manière positive par l'humidité de l'air.
- Les données relevées par les enregistreurs installés dans les parcelles correspondent bien aux données météorologiques d'Agrometeo.
- Les sondes de température et d'humidité installées dans les cultures doivent être à l'ombre. ■

Bibliographie

- Baroffio C., Richoz P., Fischer S., Kuske S., Linder C. & Kehrli P., 2014. Monitoring *Drosophila suzukii* in Switzerland in 2012. *Journal of Berry Research* 4 (1), 47–52.
- Baroffio C. & Kuonen F., 2016. Newsletter *Drosophila suzukii*, janvier-février 2016: Conclusion monitoring 2015. Agroscope Transfer, rubrique Plantes, N° 152. Adresse: <http://www.agroscope.admin.ch/publikationen/einzel/publikation/index.html?pubdownload=NHZlpZeg7t,lnp610NTU042l2Z6ln1ae2lZn4Z2rZpnG3s2Rodeln6h1d4B6fn,Nn,aknp6V2tTlJkXoKimjZ2Zn5ujikfo>.
- Kuonen F. & Baroffio C., 2016a: Monitoring national *D. suzukii*. Rapport d'essai. Agroscope Conthey.
- Kuonen F. & Baroffio C., 2016b. *Drosophila suzukii* – Monitoring approfondi. Agroscope Fiche technique, rubrique Plantes, N° 43.

Stratégie de lutte contre *Drosophila suzukii*: efficacité des pièges, des attractifs et des filets

Catherine BAROFFIO, Fabio KUONEN, Cristina MARAZZI¹ et Sabine WIELAND², Agroscope, 1964 Conthey, Suisse

¹Service phytosanitaire cantonal, 6501 Bellinzona, Suisse

²Inforama, 3425 Koppigen, Suisse

Renseignements: Catherine Baroffio, e-mail: catherine.baroffio@agroscope.admin.ch, tél. +41 58 481 35 18, www.agroscope.ch



Cultures de myrtilles à Dürrenroth (BE).

Introduction

La Suisse possède depuis 2012 sa propre approche de gestion de *Drosophila suzukii*, fondée sur un réseau national de surveillance et une stratégie de lutte qui allie les mesures d'hygiène, le piégeage de masse et, en dernier recours, les traitements chimiques (Baroffio et al. 2015; Haye et al. 2016). Bien que le système de lutte soit en place et fonctionnel, il doit encore être amélioré, car il ne garantit pas une protection suffisante des récoltes dans les situations critiques. Plusieurs essais ont été réalisés dans le but d'améliorer les différentes méthodes de lutte déjà en place. Ces essais éva-

luent des matériels en comparant différents types de pièges et d'attractifs et des méthodes telles que les filets anti-insectes, pour finalement présenter aux producteurs des stratégies efficaces et rentables adaptées à leurs besoins (Baroffio et al. 2013; Kehrlí et al. 2013; Baroffio et al. 2014; Charlot et al. 2014).

Matériel et méthodes

Comparaison de pièges contre *Drosophila suzukii*

Différents pièges ont été testés dans des parcelles de cerises et de framboises en Valais et au Tessin, avec trois répétitions dans chaque parcelle (tabl. 1). Les pièges

étaient le piège américain Pherocon (www.trece.com) avec deux variantes différentes (fig. 1) en comparaison avec notre piège de référence Profatec (www.profatec.ch). Les essais ont commencé début octobre 2016, pour huit semaines.

Comparaison d'attractifs commerciaux contre *Drosophila suzukii*

Deux attractifs disponibles dans le commerce ont été testés sur cerises et sur framboises en Valais durant neuf semaines entre la fin septembre et la fin novembre 2016, au moment du pic de population (tabl.2). Trois répétitions par culture ont été mises en place.



Figure 1 | Détail du piège Pherocon avec liquide Riga dans la parcelle de cerisier au Valais

Tableau 1 | Pièges testés dans des parcelles de cerises et de framboises en Valais et au Tessin

Variante	Piège	Attractif 1	Attractif 2	Volume (ml)
1	Pherocon	Pheromone stick	Eau savonneuse	200
2	Pherocon	Pheromone stick	Liquide Riga	200
3	Profatec	0	Liquide Riga	130

Résumé *Drosophila suzukii* cause de considérables pertes économiques, particulièrement dans les cultures de cerises et de petits fruits. La Suisse possède une approche fonctionnelle de gestion de ce ravageur qui doit être améliorée, car elle ne garantit pas une protection suffisante des récoltes dans les situations critiques. Plusieurs essais visant à évaluer l'efficacité des outils de lutte ont été réalisés en 2015 et 2016. Plusieurs types et couleurs de pièges ont été comparés, ainsi que différents attractifs. L'intérêt d'un filet anti-insectes pour protéger les cultures a été mesuré dans une culture de myrtilles. Nos essais ont clairement montré que le liquide Riga est actuellement un des meilleurs attractifs disponibles commercialement. Le piège américain Pherocon n'est pas efficace sous nos conditions, que ce soit en Valais ou au Tessin. Le filet anti-insectes a montré son efficacité.

Efficacité de filets contre *Drosophila suzukii* sur myrtilles

L'efficacité d'un filet anti-insectes a été testée dans deux parcelles de myrtilles, une au Tessin, à Sant'Antonino, et l'autre dans le canton de Berne, à Dürrenroth (tabl.3). Des sondes de températures ont été posées dans l'essai de Dürrenroth.

Tableau 2 | Attractifs disponibles dans le commerce testés sur cerises et sur framboises en Valais

Variante	Piège	Attractif	Volume (ml)
1	Profatec	Bioiberica FV 047 www.bioiberica.com	130
2	Profatec	Liquide Riga www.becherfalle.ch	130

Tableau 3 | Filets anti-insectes testés dans deux parcelles de myrtilles, dans les cantons du Tessin et de Berne.

Canton	Variante	Filet	Répétition	Pièges/répétition	Fruits contrôlés/semaine
Tessin	Témoin	0	3	2	25
	Filets	Arrigoni Mesh 25: 0,97 x 0,72 mm	3	2	25
Berne	Témoin	0	2	2	50
	Filets	Arrigoni Mesh 25: 0,97 x 0,72 mm	2	2	50

Résultats et discussion

Comparaison de pièges contre *Drosophila suzukii*

Le piège Pherocon avec le liquide Riga est la meilleure combinaison. Il capture significativement plus d'insectes que les deux autres variantes (tabl. 4a). En mettant à volume égal les deux meilleures variantes (Pherocon + liquide Riga et Profatec + liquide Riga), il n'y a aucune différence significative, à l'exception de la dernière date (tabl. 4b). Il n'y a donc aucune raison de passer au piège Pherocon, plus cher et plus difficile à entretenir. Le piège suisse Profatec reste un excellent piège pour la surveillance des cultures en Suisse.

Comparaison d'attractifs commerciaux contre *Drosophila suzukii*

Le liquide Riga est particulièrement efficace sur cerises, avec des captures significativement plus fortes que dans le liquide Bioiberica (tabl. 5). Les résultats sur framboises n'ont montré aucune différence significative entre les deux attractifs (données non présentées). La formulation Bioiberica actuellement dans le commerce a été

améliorée par rapport à la formulation testée. Actuellement, le liquide Riga reste notre attractif standard.

Efficacité de filets contre *Drosophila suzukii* sur myrtilles

L'intensité de captures était nettement plus forte au Tessin. Dans les deux cas, la protection du filet a montré son efficacité (fig. 2 et 3). Aucune larve n'a été trouvée sous filet à Berne (fig. 4) et au Tessin. Le filet anti-insectes est une mesure efficace contre *D. suzukii*, mais elle demande beaucoup de rigueur: le filet doit être bien re-positionné et ne doit pas être abîmé pour éviter toute introduction de *D. suzukii*, ce qui a certainement été le cas au Tessin, avec une infestation plus forte sous filet à certaines dates (fig. 2). Des mesures d'hygiène strictes ainsi qu'un traitement insecticide doivent être associés à la pose du filet afin de garantir une surface sous filet sans présence du ravageur.

La pose d'un filet modifie le climat de la zone de production et les températures généralement plus élevées sont les conditions de développement idéales pour de nombreuses maladies (fig. 5). Lors de l'année

Tableau 4a | Comparaison des captures entre les trois pièges différents sur cerises pendant six semaines.

Résultats des captures sur cerises en Valais						
Moyenne des captures / piège/semaine	10.1	17.1	24.1	2.11	7.11	15.11
Pherocon + liq. Riga	1941 a	2125 a	2080 a	4381 a	5159 a	163 a
Profatec + liq. Riga	793 b	765 b	743 b	2524 ab	3326 a	110 ab
Pherocon + soap water	116 b	326 b	510 b	568 b	1195 a	38 b
Pr > F	0,003	0,001	0,008	0,017	0,125	0,047
Différence significative	oui	oui	oui	oui	non	oui

Tableau 4b | Comparaison des captures des deux meilleures variantes à volume égal.

Résultats des captures sur cerises en Valais								
Moyenne des captures / 100 ml	10.1	17.1	24.1	2.11	7.11	15.11	10.1	17.1
Pherocon + liq. Riga	970 a	1062 a	1040 a	2191 a	2580 a	82 a	2833 a	302 a
Profatec + liq. Riga	610 a	588 a	572 a	1942 a	2559 a	85 a	1947 a	98 b
Pr > F	0,189	0,061	0,159	0,733	0,989	0,908	0,559	0,005
Différence significative	non	non	non	non	non	non	non	oui

Tableau 5 | Comparaison des captures entre les deux attractifs Riga et Bioiberica sur cerises durant neuf semaines et sur framboises pendant cinq semaines.

Résultats des captures sur cerises									
Moyenne des captures / piège/semaine	3.1	10.1	17.1	24.1	2.11	7.11	15.11	22.11	30.11
Riga	764 a	1098 a	702 a	528 a	2524 a	3326 a	110 a	2531 a	128 a
Bioiberica	221 b	290 b	404 a	458 a	359 b	289 a	96 a	496 a	95 a
Pr > F	0,023	0,025	0,128	0,806	0,035	0,143	0,467	0,245	0,379
Différence significative	oui	oui	non	non	oui	non	non	non	non

2015, particulièrement chaude et sèche, les températures relevées sous les filets ont effectivement été plus élevées, mais l'humidité faible a permis d'éviter les dégâts causés par des champignons.

Conclusions

- Le liquide Riga reste le meilleur attractif disponible en Suisse, que ce soit dans le piège de surveillance Profatec ou dans le piège de masse Riga.

- Les filets anti-insectes permettent de réduire considérablement les captures et infestations de *D. suzukii* dans les cultures protégées. Les modifications des conditions climatiques qu'ils engendrent peuvent toutefois augmenter la propagation de maladies fongiques lors d'années humides.
- Toutes ces mesures de lutte ne sont efficaces que si elles sont accompagnées de strictes mesures d'hygiène. ■

Figure 2 | Nombre de captures de *D. suzukii* par piège et par date de relevé pour les myrtilles hors et sous filet au Tessin.

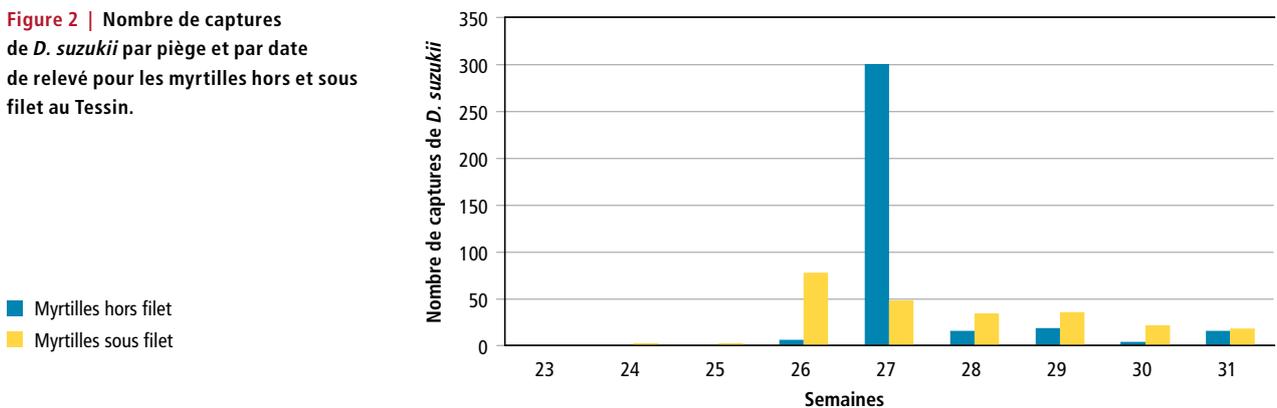


Figure 3 | Nombre de captures de *D. suzukii* par piège par date de relevé pour les myrtilles hors et sous filet à Berne.

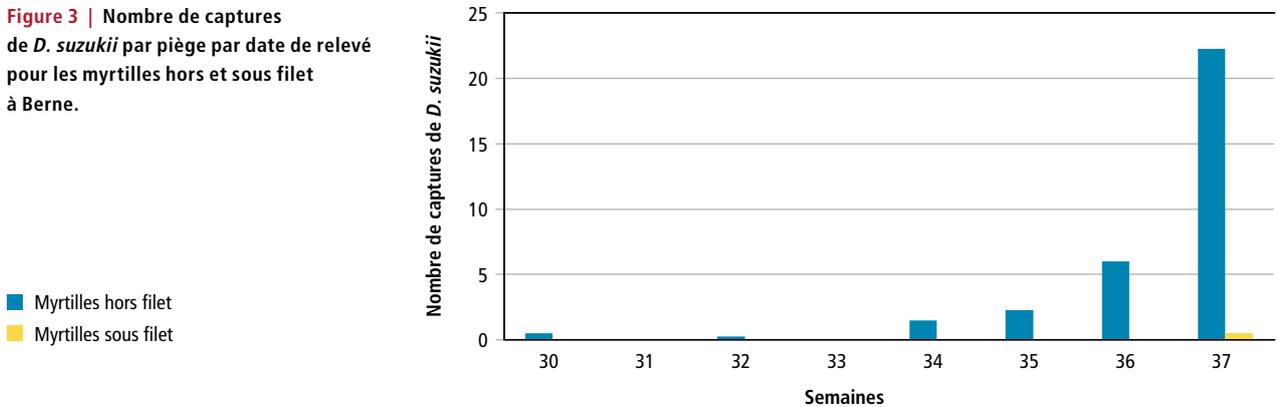


Figure 4 | Moyenne du nombre de larves pour 50 fruits dans les deux variantes pour les deux répétitions: contrôle et filets à Berne.

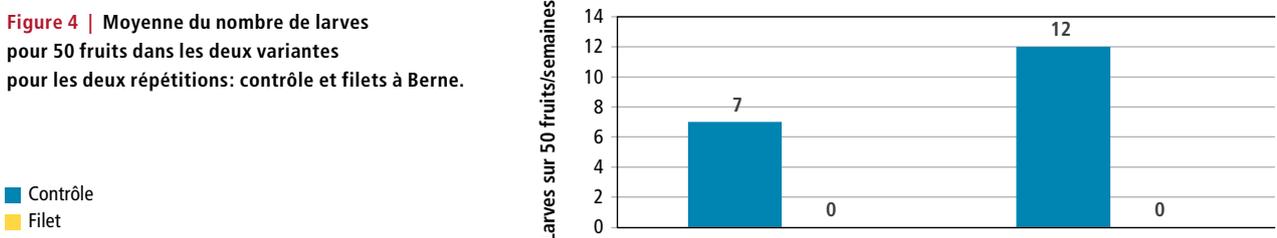
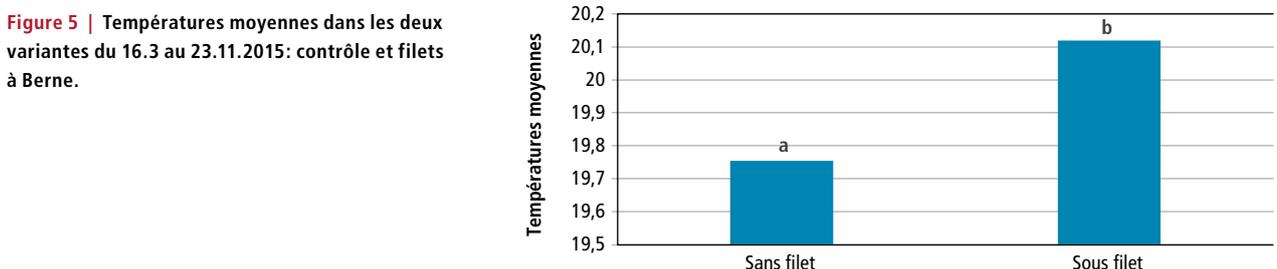


Figure 5 | Températures moyennes dans les deux variantes du 16.3 au 23.11.2015: contrôle et filets à Berne.



Summary

Strategy to control *Drosophila suzukii*: effectiveness of traps, attractants and nets

Drosophila suzukii causes considerable economic losses especially in cherry and berry crops. Switzerland has a functional approach to managing this pest, which needs to be improved because it does not guarantee adequate crop protection in critical situations. Several tests to evaluate the effectiveness of the control tools were carried out in 2015 and 2016. Several types and colors of traps were compared as well as different attractants. The value of an insect net for crop protection was measured in a blueberry crop. Our tests have shown that Riga attractant is currently one of the best commercially available. The American trap Pherocon is not effective under our conditions, neither Valais nor in Ticino. The insect net has shown its effectiveness

Key-words: *Drosophila suzukii*, raspberries, cherries, traps, nets.

Zusammenfassung

Strategie zur Bekämpfung von *Drosophila suzukii*: Effizienz von Fallen, Lockstoffen und Netzen

Drosophila suzukii verursacht erhebliche wirtschaftliche Verluste, vor allem in Kirschen- und Beerenobstkulturen. Das in der Schweiz bestehende funktionelle Vorgehen für das Management dieses Schädling muss verbessert werden, da es keinen ausreichenden Schutz der Ernten in kritischen Situationen gewährleistet. Mehrere Versuche zur Beurteilung der Effektivität der Bekämpfungsmassnahmen wurden im 2015 und 2016 durchgeführt. Mehrere Fallentypen und -farben, sowie verschiedene Köderflüssigkeiten wurden verglichen. In einer Heidelbeerkultur wurde ein Anti-Insekten-Netz auf dessen Wirksamkeit zum Schutz der Kulturen getestet. Die Versuche haben klar gezeigt, dass die Riga Köderflüssigkeit die zurzeit attraktivste Fangflüssigkeit auf dem Markt ist. Die amerikanische Falle Pherocon ist unter den Bedingungen im Wallis und Tessin nicht effizient. Das Anti-Insekten-Netz zeigte eine gute Wirksamkeit.

Riassunto

Strategia di lotta contro la *Drosophila suzukii*: efficacia delle trappole, dei richiami e delle reti

La *Drosophila suzukii* causa importanti perdite economiche, in particolare nelle colture delle ciliegie e altri piccoli frutti. L'approccio funzionale di gestione di questo parassita deve essere migliorato in Svizzera, siccome al momento non garantisce una protezione sufficiente delle raccolte nelle situazioni critiche. Nel 2015 e nel 2016 sono stati effettuati diversi test con lo scopo di valutare l'efficacia degli strumenti di lotta. Nei test sono state confrontate diverse tipologie e colori di trappole così come altri tipi di richiami. L'interesse delle reti anti insetti per proteggere le colture è stato misurato in una piantagione di mirtili. I nostri test hanno chiaramente dimostrato che il liquido Riga è al momento il migliore richiamo disponibile sul commercio. La trappola americana Pherocon non è efficace alle nostre latitudini, né in Vallese né in Ticino. Anche la rete anti insetti si è dimostrata efficace.

Bibliographie

- Baroffio C., Richoz P., Arriagada B., Kuske S., Brand G., Fischer S., Linder C., Samietz J. & Kehrli P., 2013. Surveillance de *Drosophila suzukii*: bilan de l'année 2012. *Revue suisse vitic. arboric. hortic.* 45 (4), 212–218.
- Baroffio C., Richoz P., Fischer S., Kuske S., Linder C. & Kehrli P., 2014. Monitoring *Drosophila suzukii* in Switzerland in 2012. *Journal of Berry Research* 4 (1), 47–52.
- Baroffio C., Richoz P., Fischer S., Kehrli P., Linder C. & Kuske S., 2015. Monitoring and controlling *Drosophila suzukii* in Switzerland. *IOBC wprs Bulletin* 109, 227–231.
- Charlot G., Weydert C., Millan M., Brachet M. & Warlop F., 2014. Nets and covers to protect cherry trees from rain and insects *short Contributions*. http://www.ecofruit.net/2014/365C_Charlot_cherry_nets_covers_p222-227.pdf.
- Haye T., Girod P., Cuthbertson A. G. S., Wang X., Daane K. M., Hoelmer K., Baroffio C., Zhang J. P. & Desneux N., 2016. Current SWD IPM tactics and their practical implementation in fruit crops across different regions around the world. *J. Pest. Sci.*, 1–9.
- Kehrli P., Fischer S., Linder C., Samietz J. & Baroffio C., 2013. The Swiss approach to combat *Drosophila suzukii*. *IOBC wprs Bulletin* 91, 303–304.



Invitation aux Journées de visite 2017

Vendredis 25 août et 1^{er} septembre 9h à 17h
Samedis 26 août et 2 septembre 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
 E-mail: auer@rebschulen.ch
 Tél. 052 681 26 27 Fax 052 681 45 63



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**



www.zimmermannsa.ch

**PIQUETS DE VIGNE
 ÉCHALAS – TUTEURS
 AMARRES
 FILS – ÉCARTEURS
 TENDEURS**

BON DE CHF 100.–

A faire valoir en 2017 lors de votre commande
 d'une valeur minimale de CHF 1000.–

**CMZimmermann SA
 1268 BEGNINS**

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

Ce bon n'est valable qu'une seule fois



Recherches d'alternatives aux traitements chimiques: exemple de la chaux

Mélanie DORSAZ¹ et Serge FISCHER²

¹Agroscope, 1964 Conthey, Suisse – ²Agroscope, 1260 Nyon, Suisse

Renseignements: Mélanie Dorsaz, e-mail: melanie.dorsaz@agroscope.admin.ch, tél. +41 58 481 35 47, www.agroscope.ch



Traitement de myrtilles avec une solution de chaux.

Introduction

Drosophila suzukii (Diptera: Drosophilidae) est un ravageur originaire d'Asie du Sud qui a su profiter de l'expansion du commerce international pour élargir son aire de répartition à tous les continents, excepté l'Australie (Cini *et al.* 2014; Depra *et al.* 2014; Asplen *et al.* 2015). Face à ce problème, chaque pays concerné a mis en place des stratégies pour contrôler ce ravageur. Certains ont basé leur stratégie sur la lutte chimique

(Bruck *et al.* 2011; Cuthbertson *et al.* 2014), mais celle-ci montre rapidement ses limites au point de vue des résistances et des risques de résidus (Asplen *et al.* 2015).

La Suisse possède une approche de gestion fondée sur un réseau national de surveillance et une stratégie de lutte comprenant notamment des mesures d'hygiène et un système de piégeage de masse (Baroffio, 2016). Pour l'améliorer, d'autres méthodes sont testées, l'objectif étant de proposer aux producteurs des stratégies flexibles, efficaces, rentables, et adaptées à leurs besoins.

Cet article se focalise sur l'usage de traitements à base d'hydroxyde de calcium (chaux éteinte). En agriculture, la chaux sert principalement à élever le pH des sols (Soltner, 2005). Mais elle peut aussi être appliquée directement sur les plantes, y induisant des réactions intéressantes et, dans le cas d'espèce, présentant un potentiel d'activité contre *D. suzukii*. Le mode d'action n'est pas totalement éclairci, mais il semble que la forte basicité de la chaux modifie temporairement le pH à la surface du fruit, jouant un rôle de répulsif ou, plus vraisemblablement, de masquage superficiel, ce qui diminuerait la capacité de *D. suzukii* à localiser les fruits hôtes (Dorsaz, 2016).

Matériel et méthodes

Chaux

Les essais ont été réalisés avec une chaux à usage alimentaire, de marque Nekapur 2® de la firme KFN (Kalkfabrik Netstal AG), à un dosage équivalent à 1,8 kg de produit dilué dans 1000 l d'eau par hectare. Le pH de la solution, qui doit être supérieur à 12, est mesuré à l'aide du pH-mètre portable Seven2Go™, de la marque Mettler Toledo.

Pour les essais en semi-field (environnement semi-contrôlé), le mélange est appliqué sur les fruits à l'aide d'un pulvérisateur manuel.

Insectes

Les *D. suzukii* utilisées proviennent des élevages d'Agroscope Changins. Les insectes sont élevés en cellules climatisées à 23 °C avec une humidité de 65–70 % et une photopériode de 16–24 heures. Elles sont nourries avec un milieu nutritif agarisé à base de banane et de levure (selon la recette, légèrement modifiée, proposée par Chabert *et al.* 2011).

Matériel végétal

Les essais en laboratoire ont été effectués sur des fraises et des myrtilles provenant du commerce.

Les essais en semi-field ont été réalisés avec le matériel végétal disponible à Agroscope Conthey, comme indiqué dans le tableau 1.

Tableau 1 | Caractéristiques des myrtilles de l'essai en semi-field

Paramètres	Myrtilles
Lieu	Conthey
Date de plantation	2015
Variété	Liberty
Système de production	Hors-sol en conteneurs plastiques (45 l)
Système d'irrigation	Goutte à goutte
Environnement	Sous serre

Résumé

Pour lutter contre la drosophile du cerisier, la Suisse a mis en place une stratégie de lutte combinant plusieurs mesures telles qu'un monitoring national, des mesures d'hygiène et un système de piégeage de masse. En complément, d'autres méthodes sont testées et évaluées dans l'idée de compléter et améliorer la stratégie actuelle. Avec ses propriétés répulsives et de masquage, la chaux est une piste à envisager. Des essais ont été conduits en laboratoire et en semi-field pour déterminer l'intérêt de cette substance contre *D. suzukii*. En laboratoire, la chaux a contribué, quoique de manière statistiquement non significative, à une baisse d'attractivité des fruits. Un effet ovicide a, quant à lui, été statistiquement vérifié. Un essai en semi-field met également en évidence les effets positifs de la chaux, les plants non traités étant constamment plus infestés que les plants traités. Après plusieurs applications, une différence statistiquement significative du nombre de larves par fruit est même perçue.

Essais en laboratoire

Essai 1: effet d'un traitement à la chaux sur l'attractivité de fraises pour les femelles de *D. suzukii*

Ce premier test a pour but de mesurer l'éventuelle baisse d'attractivité de *D. suzukii* pour des fruits traités à la chaux. Il est conduit dans une cage de 1 m³ placée en cellule climatisée aux conditions constantes (22 °C; 65–70 % d'humidité relative et une photopériode de 16/24h).

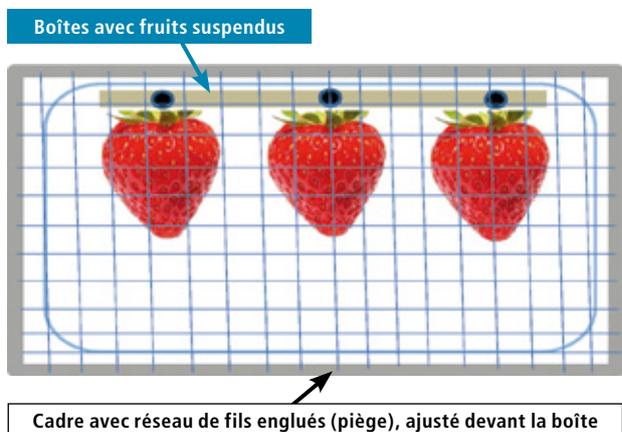


Figure 1 | Représentation de l'essai 1 en laboratoire sur l'attractivité de fraises envers les femelles de *D. suzukii*.

Les fraises sont suspendues dans des cadres en plastique, de manière à se trouver derrière un réseau de fils de perlon englués (épaisseur du fil 0,2 mm; mailles de ~10x10 mm) (fig. 1). Les caractéristiques de l'essai sont exposées au tableau 2.

Essai 2: effet de la chaux sur les œufs de *D. suzukii* sur myrtilles

Cet essai, conduit dans les mêmes conditions climatiques que le précédent, visait à vérifier un éventuel effet ovicide de la chaux sur les œufs de *D. suzukii*. Quarante myrtilles sont placées durant 24 heures dans une cage contenant 50 femelles de *D. suzukii* en état de reproduction. Le nombre d'œufs déposés par fruit est alors décompté sous loupe binoculaire. Les myrtilles sont ensuite soumises aux procédés «traitement à la chaux et témoin non traité» (tabl. 3).

Essai en semi-field

Effet des applications de chaux sur l'infestation de myrtilles par *D. suzukii*

Cet essai vise à déterminer l'effet d'applications répétées de chaux sur les infestations de *D. suzukii* en se rapprochant un peu plus des conditions pratiques de production.

Il a été réalisé dans des tentes insect-proof (L x l x h = 1 m x 1 m x 2,30 m, maillage 300 x 200 µ) (fig. 2) comme indiqué au tableau 4.



Figure 2 | Essai en semi-field sur myrtilles en cages insect-proof et mode d'application de la chaux.

Tableau 4 | Caractéristiques de l'essai en semi-field

Paramètres	Essai en semi-field
Taille des modalités	1 conteneur/tente
Répétitions par modalité	7
Modalités 1	Témoins non traités
Modalités 2	Solution de chaux
Fréquences des applications	Chaque semaine
Introductions <i>D. suzukii</i>	5 couples/semaine/tente (effectuées 1 jour après le traitement)
Durée de l'essai	5 semaines
Analyse des infestations	10 fruits/conteneur/semaine

Tableau 2 | Caractéristiques de l'essai 1 en laboratoire

Paramètres	Essai 1 en laboratoire
Taille des modalités	3 fraises
Répétitions par modalité	2
Modalités 1	Témoins non traités
Modalités 2	Solution de chaux
Application du traitement	Une application en jour 1
Lâcher de <i>D. suzukii</i>	50 femelles en état de reproduction
Durée de l'essai	4 jours
Analyse de l'attractivité	Nombre d'individus piégés sur les fils par jour (les insectes capturés sont remplacés par de nouvelles femelles chaque jour)

Tableau 3 | Caractéristiques de l'essai 2 en laboratoire

Paramètres	Essai 2 en laboratoire
Taille des modalités	1 myrtille
Répétitions par modalité	20
Modalités 1	Témoins trempés dans de l'eau contenant le mouillant Etalfix à 0,1%
Modalités 2	Solution de chaux contenant le mouillant Etalfix à 0,1 %
Application du traitement	Une application en jour 1
Durée de l'essai	Environ 20 jours: chaque fruit est placé individuellement dans une boîte ventilée (25 °C) jusqu'à émergence totale des insectes
Détermination de l'effet ovicide	Rapport entre le nombre de drosophiles émergées et le nombre d'œufs pondus

Résultats et discussion

Essai en laboratoire

Essai 1: effet de la chaux sur l'attractivité des fraises pour les femelles de *D. suzukii*

Les résultats montrent une tendance, statistiquement non significative, à la diminution d'attractivité des fraises traitées à la chaux. Sur les fils englués du procédé témoin, 41 femelles sont en effet piégées, contre 23 seulement pour les fruits traités à la chaux (fig. 3).

Essai 2: effet ovicide de la chaux sur myrtilles

Dans ce cas, l'effet ovicide est statistiquement démontré (fig. 4). Par rapport aux nombres de pontes déposées, on observe une émergence de 24 % d'adultes de

D. suzukii à partir des fruits traités à la chaux, alors que ce taux d'émergence atteint 57 % dans le procédé témoin.

Essai en semi-field

Effet des applications de chaux sur l'infestation de myrtilles

L'essai en conditions semi-field met également en évidence un effet de la chaux: toutes dates confondues, les plants non traités présentent une plus forte infestation que les fruits traités (fig. 5).

D'autre part, dans le procédé traité à la chaux, l'infestation diminue avec le temps, alors que dans le procédé témoin elle demeure constamment élevée. Le nombre d'œufs décomptés est en outre toujours plus

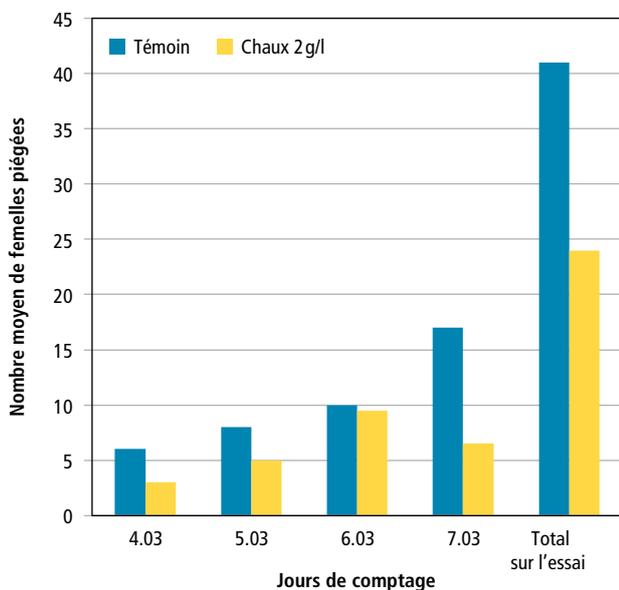


Figure 3 | Effet de la chaux sur l'attractivité des fraises pour *D. suzukii* en laboratoire.

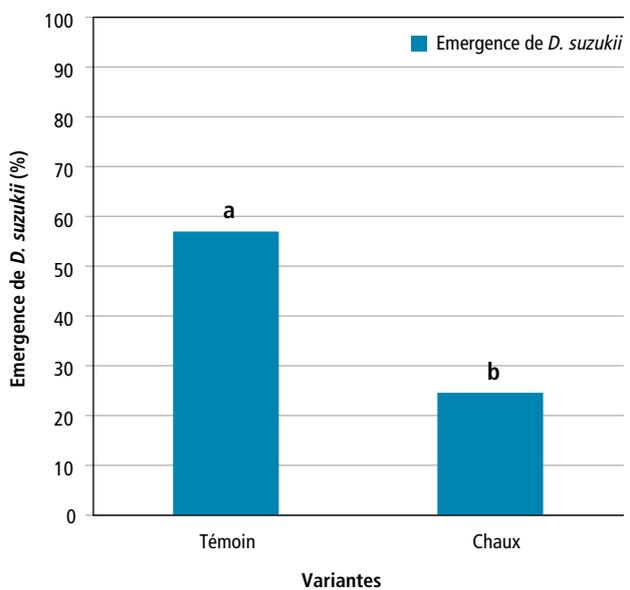


Figure 4 | Effet ovicide de la chaux envers *D. suzukii* sur des myrtilles en laboratoire.

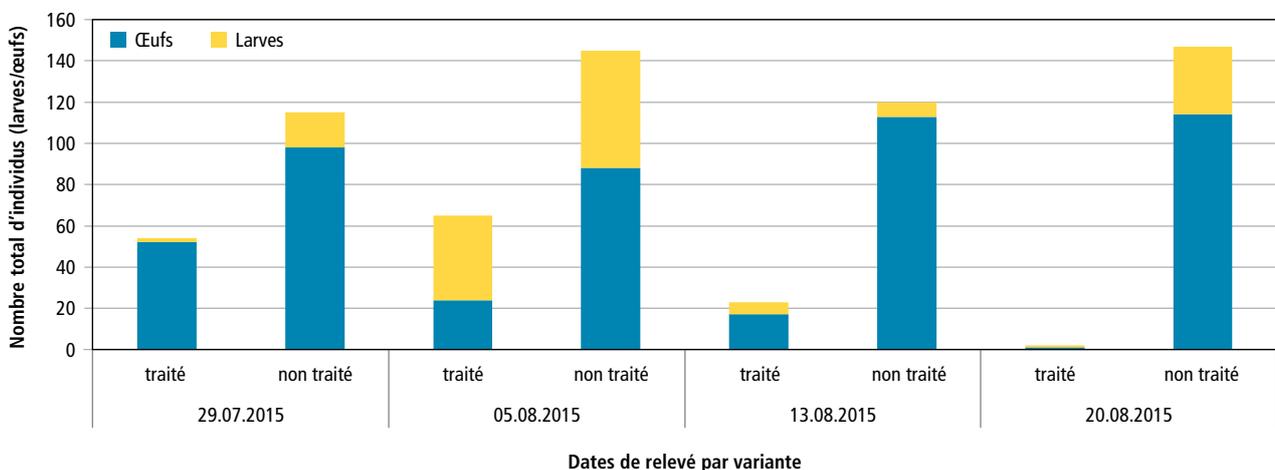


Figure 5 | Somme des infestations (larves et œufs) de *D. suzukii* par date de relevé et modalité sur myrtilles en semi-field.

important que celui des larves (sauf pour la modalité «traité» du 05.08.2015) (fig. 5).

Sur l'ensemble de l'essai (tabl. 5), il n'y a pas de différence statistiquement significative du nombre d'individus (œufs et larves) retrouvés dans les fruits au sein d'un même procédé. Avec une p-valeur de 0,034 au seuil de 5 %, les deux modalités du relevé du 20.08.2015 sont statistiquement différentes. A cette date, le nombre d'individus est systématiquement plus important pour les variantes non traitées.

Les essais menés en conditions de laboratoires et de semi-field mettent donc en évidence un effet positif de la chaux.



Myrtilles après un traitement avec une solution de chaux.

L'essai en semi-field sur myrtilles est particulièrement intéressant, démontrant l'efficacité de cette substance en condition de culture. Plusieurs applications de chaux permettent en effet de réduire significativement les attaques de *D. suzukii*. L'effet ovicide semble en outre être supérieur à l'action larvicide. On peut supposer que la chaux se déposant sur les filaments respiratoires émergeant de l'épiderme des fruits asphyxierait les œufs. Les larves, protégées à l'intérieur du fruit, sont évidemment moins exposées. Cette observation est cohérente avec les résultats du second test en laboratoire, où le nombre d'adultes émergents est réduit sur les fruits traités à la chaux.

Notons que l'effet de l'application de chaux en première semaine de l'essai semi-field est discutable. En effet, on ne peut exclure la possibilité que les procédés aient été influencés par des conditions de culture préalables (les plants utilisés provenant d'une production commerciale). L'observation de fruits prélevés sur l'ensemble des plantes soumises aux tests aurait permis de mieux vérifier l'homogénéité initiale des procédés.

Conclusions

- L'approche pragmatique de la gestion de *D. suzukii* développée en Suisse est d'ores et déjà fonctionnelle, mais des améliorations et compléments doivent être entrepris pour la rendre plus efficace et adaptée à la production.
- En cas de présence importante de *D. suzukii*, la lutte chimique peut être une solution efficace à l'échelle restreinte d'une culture. La flexibilité écologique et spatiale de l'insecte rend cependant cette solution difficile à gérer à plus long terme.
- L'usage de chaux présente un potentiel intéressant, qui pourrait être intégré aux autres stratégies de lutte contre ce ravageur. Comme pour les autres méthodes visant ce ravageur, les modalités d'usage devront cependant être adaptées en fonction des types de cultures et de leur environnement. ■

Tableau 5 | Nombre médian d'individus de *D. suzukii* par date de relevé, modalité et p-valeurs des tests de Kruskal-Wallis pour le nombre d'individus par date de relevé et pour la durée totale de l'essai

Date de relevé	Traité: nombre médian d'œufs et larves	Non traité: nombre médian d'œufs et larves	Kruskal-Wallis (p-valeur)
29.07.15	7	16	0,272
05.08.15	8	12	0,275
13.08.15	2	11	0,063
20.08.15	0	9	0,034
Kruskal-Wallis (p-valeur)	0,134	0,968	–

Summary

Alternatives to Chemical Control, with Lime as an Example

In order to control the spotted-wing drosophila, Switzerland has set up a control strategy combining a number of measures such as a national monitoring programme, hygiene measures, and a mass-trapping system. In addition, other methods are being tested and evaluated with the idea of supplementing and improving the current strategy. The use of lime, with its repellent and masking properties, is one possible approach to consider. Laboratory and semi-field trials have been conducted to determine the efficacy of this substance against *D. suzukii*. In the laboratory, lime contributed, although in a statistically non-significant manner, to a decline in the attractiveness of the fruits. An ovicidal effect was statistically verified. A semi-field trial also highlights the positive effects of lime, with non-treated plants consistently subject to greater infestation than treated plants. After several applications, a statistically significant difference in the number of larvae per fruit was even detected.

Key-words: Berries, *Drosophila suzukii*, alternative treatment, lime.

Zusammenfassung

Alternativen zur chemischen Bekämpfung

Für die Bekämpfung der Kirschessigfliege hat die Schweiz eine Strategie entwickelt, die verschiedene Massnahmen kombiniert: nationales Monitoring, Hygienemassnahmen und ein Massenfangsystem. Zur Verbesserung dieser Strategie wurden zusätzlich andere Methoden getestet und beurteilt. Aufgrund seiner abstossenden und maskierenden Wirkung ist der Einsatz von Kalk ein möglicher Ansatz. Es wurden Versuche im Labor und im Halbfreiland durchgeführt, um die Wirkung von Kalk gegen *D. suzukii* zu testen. Im Labor hat die Kalkbehandlung, wenn auch nicht statistisch signifikant, zu einer verminderten Attraktivität der Früchte geführt. Die abtötende Wirkung von Kalk konnte statistisch nachgewiesen werden. Auch der Versuch unter Halbfreiland-Bedingungen zeigt die positive Wirkung von Kalk; Die nicht behandelten Früchte waren konstant stärker befallen als die behandelten Früchte. Nach mehreren Kalkanwendungen zeigte sich ein statistisch signifikanter Unterschied in der Anzahl Larven pro Frucht.

Riassunto

Alternative alla lotta chimica: l'esempio della calce

Al fine di contrastare la drosophila del ciliegio, la Svizzera ha allestito una strategia di lotta che combina diverse misure tra cui un monitoraggio nazionale, misure di igiene e un sistema di trappole massali. Nell'ottica di completare e migliorare la strategia attuale, sono inoltre testati e valutati altri metodi. Con le sue proprietà repellenti e di mascheramento, la calce è un elemento da tenere in considerazione. Sono stati effettuati dei test in laboratorio e in semi-campo per determinare l'utilità di questa sostanza contro la *D. suzukii*. In laboratorio la calce ha contribuito a diminuire l'attrattività dei frutti, benché in modo non significativo sul profilo statistico. L'effetto ovicida, invece, è stato comprovato statisticamente. Un test in semi-campo ha ugualmente messo in evidenza gli effetti positivi della calce: le piante non trattate erano costantemente più infestate rispetto a quelle trattate. Dopo diverse applicazioni, è inoltre stata osservata una differenza statistica significativa del numero di larve per frutto.

Bibliographie

- Asplen M., Anfora G., Biondi A., Choi D. S., Chu D., Daane K. M., Gibert P., Gutteriez A. P., Hoelmer K. A., Hutchinson W. D., Isaacs R., Jiang Z., Karpati Z., Kimura M. T., Pascual M., Philips C. R., Plantamp C., Ponti L., Vetek G., Vogt H., Walton V. M., Yu Y., Zappala L. & Desneux N., 2015. Invasion biology of spotted wing drosophila (*Drosophila suzukii*): a global perspective and future priorities. *Journal of Pest Science* **88**, 469–494.
- Baroffio C., Kopp M., Marazzi C., Sandrini F., Thoss H., Vuillemin D., Zurflüh M., 2016. *Drosophila suzukii* – Stratégie 2016 pour les petits fruits. Fiche technique Agroscope, rubrique Plantes 38.2.
- Bruck D. J., Bolda M., Tanigoshi L., Klick J., Kleiber J., De Francesco J., Gerdeman B. & Spitzer H., 2011. Laboratory and field comparisons of insecticides to reduce infestation of *Drosophila suzukii* in berry crops. *Pest Management Science* **67** (11), 1375–1385.
- Chabert S., Gilbert P. & Allemand R., 2011. Caractérisation des traits d'histoire de vie de *Drosophila suzukii* (Matsumura 1931) et détermination de l'efficacité parasitaire de dérébrants parasitoïdes de la Vallée du Rhône. Rapport de stage, Laboratoire de biométrie et biologie évolutive, Université Claude Bernard Lyon, 1:35.
- Cini A., Anfora G., Escudero-Colomar L. A., Grassi A., Santosuosso U., Seljak G. & Papini A., 2014. Tracking the invasion of the alien fruit pest *Drosophila suzukii*. *Europe. Journal of Pest Science* **87** (4), 559–566.
- Cuthbertson A. G. S., Collins D., Blackburn L. F., Audsley N. & Bell H., 2014. Preliminary screening of potential control products against *Drosophila suzukii*. *Insects* **5**, 488–498.
- Depra M., Poppe J. L., Schmitz H. J., De Toni D. C. & Valente V., 2014. The first records of the invasive pest *Drosophila suzukii* in the South American continent. *Journal of Pest Science* **87**, 379–383.
- Dorsaz M., 2016. Amélioration des méthodes de lutte contre *Drosophila suzukii* dans les baies et cerises en Valais (Suisse). Thèse de Master.
- Soltner D., 2005. Les amendements minéraux basiques, calciques et magnésiens. Les bases de la production végétale tome I: le sol et son amélioration. *Sciences et techniques agricoles*, 272–294.

Lutte intégrée contre la drosophile du cerisier dans les fruits à noyau

Stefan KUSKE¹, Laura KAISER¹, Alexandra WICHURA² et Roland W. S. WEBER²

¹Agroscope, 8820 Wädenswil, Suisse

²Landwirtschaftskammer Niedersachsen, Allemagne

Renseignements: Nicola Stäheli, e-mail: nicola.staeheli@agroscope.admin.ch, tél. +41 58 467 18 60, www.agroscope.ch



Cultures de cerisiers avec et sans filets de protection contre les insectes.

Introduction

Après l'inquiétude suscitée initialement par l'apparition soudaine de la drosophile du cerisier, des stratégies de lutte et de prévention praticables commencent à se dessiner, au-delà de la protection phytosanitaire chimique.

Résultats et discussion

Monitoring par piégeage

Pour prendre les mesures appropriées, il s'agit d'identifier la phase initiale d'infestation des drosophiles. Une possibilité consiste à identifier les adultes grâce à des

captures dans des pièges. Des pièges (fig. 1) et du liquide d'appât sont disponibles dans le commerce ou peuvent être fabriqués. Les pièges rouges ou noirs sont souvent plus efficaces que les modèles jaunes ou transparents. Toutefois, plus la maturation des cerises avance, moins les pièges sont attractifs pour les drosophiles. Par conséquent, une baisse du nombre de captures ne signifie pas pour autant que le risque d'infestation diminue.

Les insectes capturés dans les pièges après la récolte permettent de tirer des conclusions sur les tendances à long terme. Le monitoring national peut désormais être consulté sur www.agrometeo.ch.

Contrôle de la ponte des œufs et de l'éclosion des larves

Pour établir la preuve d'une infestation pendant la période critique de la récolte, les producteurs fruitiers doivent impérativement contrôler régulièrement les pontes d'œufs et l'éclosion de larves sur les fruits. Sur les fruits à peau lisse comme les cerises, il est souvent possible de les détecter à l'œil nu. Cela ne fonctionne pas sur la plupart des autres fruits. Une autre méthode consiste à surveiller l'infestation par les larves à l'aide d'un test au sel ou d'un test d'incubation (Groupe de travail sur la drosophile du cerisier 2017). Il s'agit d'analyser des fruits sans lésion externe pour éviter toute contamination par d'autres types de drosophilidae.

Capture en masse

Les exploitations cultivant des fraises témoignent des bons résultats obtenus avec les captures en masse pour contrôler l'infestation (Baroffio 2015). Dans les plantations de fruits à noyau, cette mesure perd sa signification dès lors que des fruits mûrs sont disponibles. La capture en masse peut toutefois être utile au printemps pour un «nettoyage» des cultures protégées par



Figure 1 | De gauche à droite: pièges RIGA, pièges de fabrication propre en PET et pièges Profatec pour la surveillance et les captures en masse.

Résumé ■ Avec un taux de reproduction équivalent à des centaines d'œufs par femelle, une période de développement de 15 jours en moyenne, huit à treize générations par an et un spectre d'hôtes englobant quasiment la totalité des fruits à pépins et à noyau, la drosophile du cerisier, identifiable seulement depuis 2008 en Europe, est devenue un vrai problème pour la protection des plantes. Il n'existe pas d'insecticides suffisamment efficaces ni pour la production intégrée, ni pour la production écologique. Dès lors, il est important que différents points soient pris en compte et systématiquement appliqués en matière de conduite des cultures et d'hygiène pour renforcer l'action des insecticides et prévenir les résistances.

des filets, ou après la récolte pour protéger les cultures tardives (fig. 2). Au bout de deux semaines au plus tard, les pièges devraient être relevés et changés.

Hygiène des cultures

L'hygiène constitue la base de toutes les stratégies de lutte (Wichura et Weber 2017). Elle comprend toutes les mesures réduisant la présence des fruits contaminés dans une plantation: par exemple, le ramassage fréquent des fruits abîmés au cours de la récolte, ainsi que le ramassage total et l'élimination appropriée de tous les fruits qui restent après la récolte. >



Figure 2 | Captures en masse d'une semaine sur une parcelle de cerises déjà récoltées à la fin de l'été.

Une infestation par la drosophile du cerisier peut apparemment se déclarer de manière soudaine, lorsque le ravageur s'est multiplié subrepticement sur des variétés précoces et qu'il colonise ensuite les variétés tardives. Comme la proximité géographique joue un rôle important, il faut veiller à prévoir des peuplements à «fenêtre de récolte» unique lorsqu'on met en place un verger.

Mesures de taille

La drosophile du cerisier apprécie un environnement humide et craint la lumière directe du soleil. Elle dépose de préférence ses œufs à l'intérieur des arbres. Comme la forme de l'arbre et la taille influencent le milieu, il est recommandé de donner aux arbres une architecture très ajourée. Dans les vignobles du Sud-Tyrol, on a constaté une pression d'infestation nettement plus importante dans les «Pergels» humides et ombragés (éléments verticaux en bois utilisés pour soutenir la vigne) que dans les plantations en espaliers habituelles en Suisse (Sinn 2015).

Chaîne du froid

Au bout de trois jours à 3°C, une grande partie des œufs et des jeunes larves sont détruits. A une température de 1°C, c'est la quasi-totalité qui meurt (Kaiser et al. 2015). De cette manière, les marchandises infestées, mais non identifiées comme telles, conservent un aspect propre et les dommages dus à la pourriture peuvent être évités. Presque toutes les espèces de fruits à noyau et toutes les baies peuvent être réfrigérées à -0,5°C. Pour la récolte des cerises, les cuves rem-

plies d'eau glacée ont fait leurs preuves comme solution de refroidissement intermédiaire (fig. 3). Dans les centres de collecte et de distribution, les systèmes d'hydrocooling constituent une procédure sûre, mais néanmoins coûteuse.

Pose de filets

Poser des filets latéraux verticaux suffisamment tôt en bordure des plantations permet de retarder la mise en place de l'infestation de plusieurs semaines et d'en réduire nettement l'intensité dans la fenêtre de récolte (Kuske et al. 2014). Pour minimiser les risques, on recommande d'employer des filets avec des mailles mesurant entre 1,0 et 1,4 mm (fig. 4 et photo d'introduction). Même les moustiquaires contre les mouches des cerises (*Rhagoletis* spp.) avec des mailles de 1,4 x 1,7 mm



Figure 3 | Cuve remplie d'eau glacée pour le refroidissement des cerises pendant la récolte. (Photo: Werner Stuber, Tobi-Seeobst).



Figure 4 | Filets latéraux de protection contre les insectes avec maillages variables dans un essai d'Agroscope sur le terrain.

ont un certain effet protecteur (Brand *et al.* 2014). Il ne semble pas obligatoirement nécessaire de couvrir les rangées par un filet, à condition que les filets latéraux atteignent une hauteur de 4 m (Gamper 2015). Les filets de protection doivent être placés au plus tôt juste après la floraison, mais au plus tard avant que les fruits commencent à devenir jaunes. Ils doivent rester étanches jusqu'à la récolte. La pose de filets retarde la mise en place de l'infestation et permet éventuellement d'éviter une application d'insecticides.

Lutte chimique

Les cultures menacées peuvent être protégées en associant une prophylaxie efficace à une lutte ciblée contre la drosophile du cerisier. Une application d'insecticides ne peut être efficace qu'associée à toutes les autres mesures. Des essais internationaux (tabl. 1) montrent qu'un bon résultat peut être obtenu contre *D. suzukii* avec plusieurs groupes de principes actifs: les organophosphates, les pyréthri-noïdes, les spinosynes et les diamides. En revanche, les pyréthrinés et les néonicotinoïdes se sont généralement avérés moins efficaces. Pour des questions d'efficacité et d'autorisation, les produits à base de Spinosad, composé naturel de la spinosyne (SpinTor®), ainsi que les produits à base de la diamide cyantraniliprole (DuPont Exirel®) sont actuellement les plus prometteurs sur le marché européen. Spinosad agit par ingestion sur les mouches adultes comme sur les larves. Les mouches absorbent probablement la substance en cherchant à se nourrir sur les feuilles. Ces produits ont néanmoins un problème: ils résistent mal à la pluie et ne supportent pas plus de 10 mm de précipitations. Spinetoram, le dérivé de synthèse qui n'est pas

autorisé en Suisse, apporte une amélioration. Le cyantraniliprole, qui lui non plus n'est pas encore autorisé en Suisse, présente une efficacité modérée sur les insectes adultes, mais une efficacité élevée sur les œufs et les larves. Il faut également citer sa résistance élevée à la pluie, ainsi que ses effets secondaires contre la tordeuse de la pelure (*Adoxophyes orana*) et la mouche de la cerise (*Rhagoletis* spp.). Les produits phytosanitaires autorisés en Suisse pour lutter contre la drosophile du cerisier dans les cultures de fruits à noyau figurent dans la disposition générale de l'OFAG. Il est impératif de respecter les règles d'application.

Conclusions

- Selon notre estimation actuelle, la drosophile du cerisier ne représente actuellement pas une véritable menace pour la culture des fruits à noyau, mais elle accélérera la spécialisation des exploitations.
- Dans les cultures de cerises de table, les filets combinés à d'autres mesures apportent une protection efficace contre les dommages que peut causer la drosophile du cerisier. Les cultures sur lesquelles il n'est pas possible de poser des filets comme les arbres haute-tige dans les cultures fruitières de plein champ restent menacées et demeurent au centre des préoccupations de la recherche. Actuellement, deux stratégies sont testées, l'une avec de la poudre de roche (kaolin) et l'autre avec de la chaux éteinte. Ces procédés rendent les fruits peu attrayants pour la ponte des œufs des drosophiles du cerisier. ■

Tableau 1 | Effet de différents groupes d'insecticides contre *D. suzukii* dans des essais internationaux (complété selon Wichura et Weber 2015).

Groupe des substances	Efficacité (durée d'efficacité)	
	Contre les mouches	Contre les larves
Substance		
Organophosphate	++	++
Diméthoate	< 5 jours	5 jours
Pyréthri-noïde	++	++/+++
Lambda-cyhalothrine	7 jours	Jusqu'à 10 jours
Pyréthrine	Peu de données	Peu de données
Pyréthrine + huile de sésame	Pas de données	Pas de données
Spinosyne	+++	+++
Spinosad	< 7 jours	Jusqu'à 10 jours
Néonicotinoïde	-/+	+ / ++
Acétamipride, thiaclopride	3 jours	7 jours
Diamide	++	+++
Cyantraniliprole	5 jours	Jusqu'à 14 jours

■ Summary

Integrated Control of *Drosophila suzukii* in stone fruits

With a reproduction rate equivalent to hundreds of eggs per female, an average developmental period of fifteen days, eight to thirteen generations per year, and a host range encompassing practically all pip and stone fruits, *Drosophila suzukii*, which has only been identified in Europe since 2008, has become a real problem for plant protection. Because there are no sufficiently effective insecticides for either integrated or organic production, it is important for different crop-management and hygiene factors to be taken into account and systematically applied in order to reinforce the action of insecticides and prevent the development of resistance. **Key-words:** *Drosophila suzukii*, integrated production, stone fruits.

■ Zusammenfassung

Integrierte Bekämpfung der Kirschessigfliege im Steinobst

Mit einer Reproduktionsrate von Hunderten Eiern pro Weibchen, einer Entwicklungszeit von durchschnittlich 14 Tagen, acht bis 13 Generationen jährlich und einem fast das ganze Stein- und Weichobst umfassenden Wirtsspektrum, ist die erst seit 2008 in Europa nachweisbare Kirschessigfliege (KEF) ein pflanzenschützerisches Problem geworden. Weder für die integrierte noch für die ökologische Produktion sind ausreichend wirksame Insektizide verfügbar. Daher müssen verschiedene Aspekte der Kulturführung und Hygiene beachtet und konsequent umgesetzt werden, um die Wirkung der Insektizide zu stärken und Resistenzbildung vorzubeugen.

■ Riassunto

Lotta integrata contro la drosfila del ciliegio nella frutta a nocciolo

Con un tasso di riproduzione che si eleva a centinaia di uova per esemplare femmina, un periodo di sviluppo medio di 15 giorni, tra otto e tredici generazioni all'anno e una paletta di ospiti che comprende quasi tutta la frutta a nocciolo e a granella, la drosfila del ciliegio – identificabile solo dal 2008 in Europa – è diventata un vero problema per la protezione dei vegetali. Non esistono insetticidi sufficientemente efficaci né per la produzione integrata, né per quella ecologica. Pertanto, per rafforzare l'azione degli insetticidi e prevenire le resistenze, occorre prendere in considerazione diversi punti applicandoli sistematicamente nella gestione delle colture e sul piano igienico.

Bibliographie

- Arbeitsgruppe Kirschessigfliege., 2017. Bekämpfungsstrategie gegen *Drosophila suzukii* in Steinobstkulturen. Agroscope Merkblatt, Rubrik Pflanze, Nr. 57+58; Agroscope Fiche technique, rubrique Plantes, N°s 57+58.
- Baroffio C., 2015. Die Kirschessigfliege – Erfahrungen aus der Schweiz. *Spargel & Erdbeer Profi* 1/2015: 54–55.
- Brand G., Höhn H., Schwizer T. & Kuske S., 2014. Insektennetz hält Kirschenfliege fern. *Schweizer Zeitschrift für Obst- und Weinbau* 150 (10), 8–11.
- Gamper M., 2015. Netze schützen vor der Kirschessigfliege. *Obstb. Weinb.* 52: 125–127.
- Hampton E., Koski C., Barsoian O., Faubert H., Cowles R. S. & Alm S. R., 2014. Use of early ripening cultivars to avoid infestation and mass trapping to manage *Drosophila suzukii* (Diptera: Drosophilidae) in *Vaccinium corymbosum* (Ericales: Ericaceae). *Hort. Entomol.* 107: 1849–1857.
- Kaiser L., Gossin D., Gasser F. & Kuske S., 2015. Kirschessigfliege – Auswirkung der Kühllagerung bei Zwetschgen. *Schweizer Zeitschrift für Obst- und Weinbau* 151 (13): 10–12.
- Kuske S., Kaiser L., Razavi E., Fataar S., Schwizer T., Mühlentz E. & Mazzi D., 2014. Netze gegen die Kirschessigfliege. *Schweizer Zeitschrift für Obst- und Weinbau* 150 (22):14–18.
- Sinn F., 2015. Vier Jahre Kirschessigfliege im Südtiroler Weinbau. *Obstb. Weinb.* 52: 112–116.
- Weber R. W. S. & Wichura A., 2016. Kirschessigfliege auch im Norden auf dem Vormarsch. *Schweizer Zeitschrift für Obst- und Weinbau* 152 (7): 8–11.
- Wichura A. & Weber R. W. S., 2015. Die (un)bekannte Kirschessigfliege *Drosophila suzukii*: ein Überblick. *Mitt. d. Obstbauversuchsringses d. Alten Landes* 70: 275–286.

... Nous multiplions votre avenir

Hybridation • Sélection • Multiplication
Conseil • Plantation • Suivi

**Réservez maintenant les plants adaptés
à vos projets!**

- Cépages classiques
- Nouvelles variétés résistantes
- Greffage hautes-tiges

Pépinières Borioli

Ch. du Coteau 1 • 2022 BEVAIX • Tél. 032 846 40 10 • Fax 032 846 40 11
info@multivitis.ch • www.multivitis.ch

GIGANDET SA

Atelier mécanique
Machines viticoles
et vinicoles

1853 YVORNE - Tél. 024 466 13 83 - gigandet-sa@bluewin.ch
www.gigandetsa.ch Succursale de la Côte, 1166 Perroy

VENTE - SERVICE - RÉPARATION - RÉVISION



**Pressoirs - Pompes
Egrappoirs - Fouloirs
Réception pour vendange**

Votre spécialiste
BUCHER
vaslin

DUVOISIN
Puidoux



Tondeuse CARONI



Pulvérisateur WEBER

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

SNOPEX

www.snopex.com

PASSION FOR QUALITY

VOLCAN
73CV-98CV



• **DUALSTEER**



Dualsteer - brevet double système de direction
091 646 17 33 / 079 933 53 68 / sales@snopex.com

La mouche du vinaigre – Comment minimiser les dommages sur les cerises à distiller

Michele PERRINO, Martin HEIRI et Sonia PETIGNAT-KELLER, Agroscope, 8820 Wädenswil, Suisse

Renseignements: martin.heiri@agroscope.admin.ch, tél. +41 58 460 61 74, www.agroscope.ch



Analyse sensorielle d'eaux-de-vies.

Introduction

Il peut facilement s'écouler quelques jours entre la récolte des fruits mûrs et la macération à la distillerie, et ce, pour des raisons pratiques. Les fruits, souvent cueillis durant plusieurs jours et stockés, ne sont finalement livrés au distillateur que lorsque la récolte est terminée. Ce long processus retarde le début de la fermentation et il est alors problématique. En effet, en cas de contamination par la drosophile du cerisier, la peau des fruits présente des lésions dues à la ponte des œufs. Ceci peut

engendrer des infections secondaires qui auront pour conséquence d'augmenter encore la teneur en acétate d'éthyle et en acide acétique (fig. 1). Lorsque les fruits sont endommagés, comme c'est le cas avec une contamination par la drosophile du cerisier, l'objectif est la réduction du temps entre la cueillette et la macération. Une macération immédiate des fruits cueillis induit une production de CO_2 qui limite la présence d'oxygène. Dans cet état anaérobie, les bactéries d'acide acétique ne peuvent pas oxyder l'alcool jusqu'au stade d'acide, limitant les teneurs en acide acétique (Pulver 1996).

Résultats et discussion

1^{er} essai: macération immédiate après la récolte

Le but de cet essai était de vérifier les pertes de qualité induites par une macération retardée. Des cerises cueillies à la même période ont donc été mises à macérer à trois moments différents: un, quatre et sept jours après la récolte (tabl. 1).

Les cerises (variété Carlotta) ont été cueillies au domaine de Breitenhof à Wintersingen le 21 juillet 2016 (semaine 29). Au moment de la récolte, la parcelle était totalement contaminée, l'évaluation de la ponte des œufs sur les fruits équivalant à une contamination à 100 %.

Après la cueillette, les cerises ont été réparties dans les cuves de fermentation. Les fruits de la variante a) ont été mis à macérer un jour après la récolte. Le moût

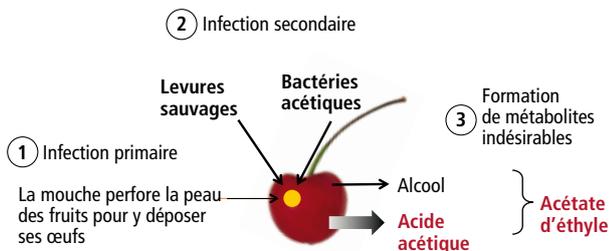


Figure 1 | Formation d'acide acétique et d'acétate d'éthyle lors d'infections secondaires dues à la ponte des œufs de la drosophile du cerisier.



Figure 2a | État des cerises quatre jours après la récolte.



Figure 2b | État des cerises sept jours après la récolte: augmentation du nombre de cerises atteintes de pourriture et présence de nombreuses larves de mouches du cerisier.

Résumé Les teneurs en acétate d'éthyle et en acide acétique dans le distillat augmentent fortement lors de la distillation de fruits fortement contaminés par la drosophile du cerisier. En 2016, Agroscope a réalisé des essais de distillation sur ce sujet. Il s'est avéré que l'ajout d'acide (acide lactique et phosphorique 1:1) au moment de la macération et l'utilisation de souches pures de levure étaient essentiels pour limiter l'augmentation de l'acétate d'éthyle et de l'acide acétique. La durée entre la récolte et le début de la fermentation alcoolique doit être également limitée au maximum en utilisant notamment une souche pure de levure.

a été ajusté à un pH de 3,0 en ajoutant un mélange d'acides (acide lactique et acide phosphorique dans une proportion de 1:1). La fermentation a été initiée à l'aide de levures sèches actives (LSA) Lalvin W15 (Lallemand). Les deux autres variantes (b et c) sont restées à une température de 18°C pendant quatre, respectivement sept jours avant d'être mises à macérer à leur tour selon le même procédé décrit ci-dessus (fig.2a et b).

Tableau 1 | Variantes des essais de distillation

Variantes des essais de distillation	Fruits macérés			Levures sèches actives LSA	Diminution du pH
	1 jour après récolte	4 jours après récolte	7 jours après récolte		
Essai 1	a) Macération 1 jour après récolte	x		oui	oui
	b) Macération 4 jours après récolte		x	oui	oui
	c) Macération 7 jours après récolte			x	oui
Essai 2	d) avec LSA et acidification		x	oui	oui
	e) avec LSA sans acidification		x	oui	non
	f) FA spontanée, sans acidification		x	non	non

Après une durée de fermentation de 22 ± 3 jours, la distillation a été réalisée dans un alambic de 25l. La séparation des têtes de distillation s'est faite de manière sensorielle, le cœur jusqu'à une température dans le col de cygne de 85°C , les queues à partir de 85 à 94°C . Pour les besoins de l'analyse, les fractions ont été assemblées dans leurs proportions d'origine. Les données des figures 3 et 4 se réfèrent donc à la teneur totale en acétate d'éthyle et en acide acétique, tête, cœur et queues de distillation comprises.

Des analyses des distillats montrent que le temps qui s'écoule entre la récolte et le début de la fermentation joue un rôle décisif sur la qualité des eaux-de-vie. En l'espace de quatre jours, la teneur en acidité totale a doublé et a continué à augmenter jusqu'au septième jour, pour atteindre cinq fois la valeur initiale (fig.3). La teneur en acétate d'éthyle était déjà quatre fois supérieure à la teneur initiale au bout de quatre jours et six fois supérieure au septième jour.

2° essai: pas de fermentation spontanée

Un deuxième essai avait pour but de répondre à la question suivante: l'abaissement du pH et l'emploi de souches pures de levures (LSA) ont-ils une influence sur la teneur en acétate d'éthyle et en acide acétique

par rapport à la fermentation spontanée? Les cerises ont été mises à macérer comme suit: variante d) avec des souches pures de levures et avec acidification (diminution du pH); variante e) avec des souches pures de levures sans acidification; variante f) fermentation spontanée, sans acidification.

Les résultats indiquent que lorsque les fruits sont contaminés par la drosophile du cerisier, une fermentation spontanée conduit à une augmentation des teneurs en acétate d'éthyle et en acide acétique. Dans le présent essai, la teneur en acétate d'éthyle a été multipliée par 1,5 et celle en acide acétique par trois (fig.4). Dans la variante sans apport d'acide, aucune augmentation d'acétate d'éthyle n'a été constatée, alors que la teneur en acide acétique a pratiquement doublé.

Bibliographie

- Heiri M., Perrino M., Petignat-Keller S. & Kuske S., 2016. Kirschessigfliege – Erste Erfahrungen in der Brennerei, *Schweizer Zeitschrift für Obst- und Weinbau* 152 (11), 8–11.
- Pulver D., 1996. Weinfehler: Essigstich und Esterton, *Schweizer Zeitschrift für Obst- und Weinbau* 132, 385–385.

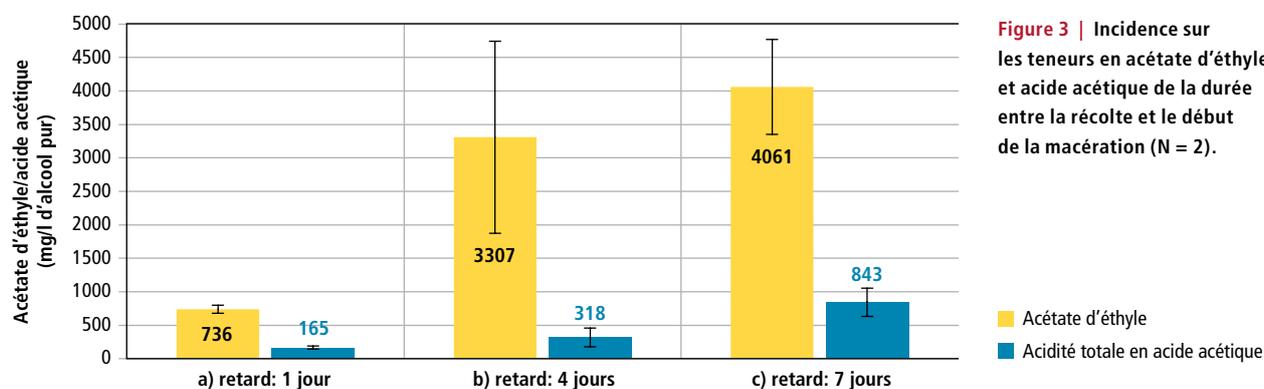


Figure 3 | Incidence sur les teneurs en acétate d'éthyle et acide acétique de la durée entre la récolte et le début de la macération (N = 2).

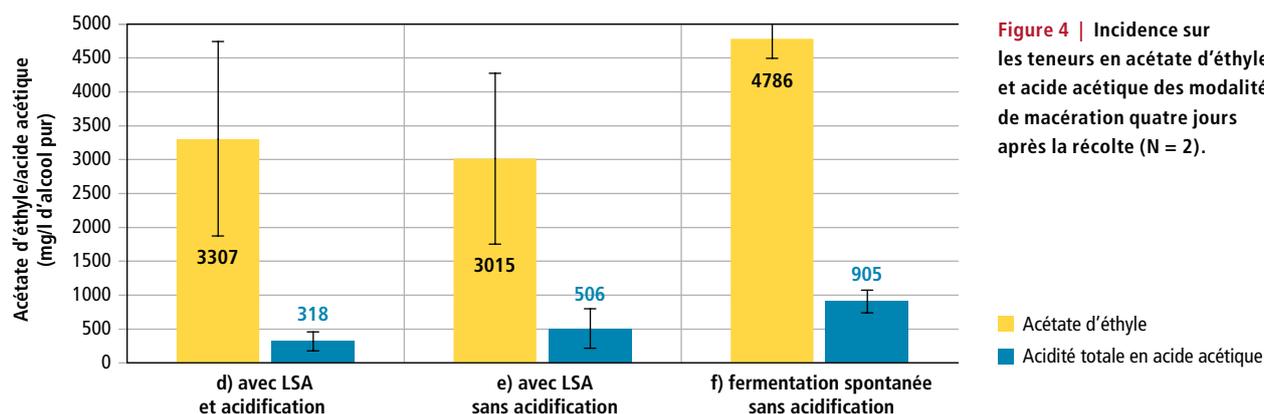


Figure 4 | Incidence sur les teneurs en acétate d'éthyle et acide acétique des modalités de macération quatre jours après la récolte (N = 2).

Summary ■ **Minimising *Drosophila suzukii* damage in cherries for distillation**

When processing cherries with a severe *Drosophila* infestation, ethyl acetate and acetic acid levels in the distillate increase sharply (Heiri *et al.*, 2016). Agroscope conducted further distillation tests addressing this issue in 2016. The tests showed that acid addition and the use of pure yeast cultures during maceration are two important factors which can prevent a further increase in ethyl acetate and acetic acid. It was also shown that immediate maceration of fruit after harvesting is advantageous.

Key-words: *Drosophila suzukii*, distillation, quality of spirits, mashing, yeast, acidification.

Zusammenfassung ■ **Kirschessigfliege – so bleibt der Schaden bei Brennkirschen klein**

Werden Früchte mit hohem Kirschessigfliegenbefall verarbeitet, steigt der Essigester- und Essigsäuregehalt im Destillat stark an (Heiri *et al.* 2016). Agroscope hat 2016 weitere Brennversuche zu diesem Thema durchgeführt. Dabei zeigte sich, dass beim Einmaischen die Säurezugabe und der Einsatz von Reinzuchthefen zwei wichtige Faktoren sind, die einen weiteren Anstieg von Essigester (Ethylacetat) und Essigsäure verhindern können. Es konnte ebenfalls gezeigt werden, dass nach der Ernte ein sofortiges Einmaischen der Früchte vorteilhaft ist.

Riassunto ■ **Drosophila del ciliegio – come limitare i danni nelle ciliegie per la distillazione**

Se si distilla frutta fortemente colpita dalla drosophila del ciliegio, aumenta molto il tenore di acetato di etile e di acido acetico nel distillato (Heiri *et al.* 2016). Nel 2016, Agroscope ha svolto ulteriori test di distillazione a riguardo. Gli studi dimostrano che durante l'ammestatura, l'aggiunta di acido e l'uso di lieviti selezionati sono due fattori importanti che permettono di limitare l'ulteriore aumento di acetato di etile e acido acetico. È stato inoltre possibile dimostrare che è vantaggioso procedere all'ammestatura al più presto dopo il raccolto.

Conclusions

- Les essais montrent que le laps de temps qui s'écoule entre la cueillette et le début de la fermentation exerce une grande influence sur la qualité des eaux-de-vie. Les cerises qui ont été mises à macérer le premier jour après la récolte ont donné des eaux-de-vie fruitées à l'arôme intense avec de faibles teneurs en acétate d'éthyle et en acide acétique. Ceci malgré le fait que les cerises aient été récoltées sur une parcelle totalement contaminée par la drosophile du cerisier (il s'agissait toutefois d'une contamination récente). La récolte rapide et la macération immédiate ont donc permis d'élaborer un kirsch irréprochable à l'arôme intense.
- Les eaux-de-vie produites à partir de fruits mis à macérer quatre ou sept jours après la récolte ont une composition totalement différente. Durant ce laps de temps, des teneurs considérables d'acétate d'éthyle et d'acide acétique se sont formées. Une bonne coordination des opérations allant de la récolte à la macération permet de diminuer l'impact de l'infestation. Aussi, il est indispensable que les producteurs fruitiers et les distillateurs se concertent suffisamment tôt.
- Les résultats montrent également qu'une acidification à un pH de 2,8 à 3,2 est indispensable pour une bonne fermentation. Dans ce milieu acide, les souches pures de levures sélectionnées peuvent encore travailler, tandis que les micro-organismes «sauvages» sont à peine actifs. Cette inhibition permet d'éviter les métabolites indésirables. Cette méthode empêche que les teneurs en acétate d'éthyle et en acide acétique n'augmentent.
- En résumé, il est recommandé d'acidifier le moût à l'aide d'un mélange d'acides et d'initier le début de la fermentation le plus rapidement possible à l'aide de levures sélectionnées.
- Lors de la distillation, un procédé lent avec renforcement (deux plateaux à cloche fermés) facilite la séparation de l'acétate d'éthyle, aisément volatil, dans les têtes de distillation. De même, une séparation précoce des queues de distillation permet de retenir l'acide acétique difficilement volatil. ■

Drosophila suzukii: importantes différences dans la sensibilité des cépages de vigne

Patrik KEHRLI¹, Fabian CAHENZLI², Claudia DANIEL² et Christian LINDER¹

¹Agroscope, 1260 Nyon, Suisse

²FIBL, 5070 Frick, Suisse

Renseignements: Patrik Kehrli, e-mail: patrik.kehrli@agroscope.admin.ch, tél. +41 58 460 43 16, www.agroscope.ch



Écoulement de jus à partir du site de ponte de *D. suzukii* à la surface d'une baie de raisin.

Introduction

En 2014, la présence de la drosophile du cerisier (*Drosophila suzukii*) dans les vignobles suisses a provoqué une grande inquiétude auprès des viticulteurs, faisant craindre l'apparition d'un nouveau ravageur majeur de la vigne (Linder *et al.* 2015). Cependant, la situation est restée relativement calme en 2015 et 2016 (Kehrli *et al.*

2017), malgré des captures d'adultes encore plus importantes en août et septembre 2016 qu'en 2014 (Kuonen *et al.* 2017). Peu de pontes de *D. suzukii* sur raisin ont donc pu être observées ces deux dernières années et les attaques importantes sont restées rares et très localisées. En général, les pontes étaient plus abondantes dans les vignobles entourés de forêts, haies et bosquets qu'au milieu de grandes surfaces viti-

coles. De même, les parcelles avec des zones de grappes peu effeuillées ou un enherbement atteignant la zone des grappes ont subi des attaques plus importantes, dues au fait que l'insecte favorise les situations ombragées et humides. Le risque d'infestation augmente également avec la maturité du raisin et avec le nombre de baies blessées physiquement ou infectées par des maladies (Linder *et al.* 2014; Ioriatti *et al.* 2015; Grant et Sial 2016). De nombreuses observations indiquent en outre que les cépages blancs sont généralement moins colonisés que les variétés rouges (Linder *et al.* 2015), que les cépages à grappes compactes sont plus infestés que les variétés à grappes lâches et que le risque d'attaque augmente souvent avec la précocité du cépage et la finesse de la pellicule des baies (Ioriatti *et al.* 2015). Dans cet article, nous résumerons les connaissances acquises par Agroscope et le FiBL sur la sensibilité des cépages dans le vignoble suisse à l'encontre de *D. suzukii*.

Matériel et méthodes

Surveillance du vignoble

Afin de détecter les pontes de *D. suzukii*, Agroscope et les services cantonaux ont contrôlé de mi-août à fin octobre 2015 dans quelque 500 parcelles plus de 90 000 baies, majoritairement de cépages sensibles. En 2016, les chiffres se sont élevés à plus de 150 000 baies contrôlées dans plus de 600 parcelles. En règle générale, 50 baies saines ont été prélevées par parcelle de manière aléatoire, chaque semaine, de la véraison à la vendange. Le nombre de baies avec œufs a été décompté par les divers observateurs à l'aide d'une loupe grossissant 5 à 20 fois.

Observations dans une collection de cépages

Dans le vignoble d'Agroscope à Pully (VD), l'évolution des pontes de *D. suzukii* a été suivie sur plusieurs cépages par le contrôle hebdomadaire de 50 baies saines. Sur une grande partie de ces cépages, la force de pénétration à travers la pellicule de leurs baies a été mesurée à l'aide d'un pénétromètre. Comme deux différents types d'aiguilles ont été utilisés en 2015 et 2016, les valeurs mesurées divergent fortement entre les deux années et nous renonçons donc à la présentation des chiffres absolus.

Essai en laboratoire

La sensibilité du Pinot noir et de dix cépages résistants aux maladies (Solaris, Seyval blanc, Johanniter, Cabernet Cortis, Bronner, Prior, Chambourcin, VB 32-7, IRAC 1999, VB 912604) a été étudiée en conditions de laboratoire au FiBL. Une à trois semaines avant les ven-

Résumé ■ Même si la présence de la drosophile du cerisier (*Drosophila suzukii*) dans les vignobles suisses a provoqué une grande inquiétude auprès des viticulteurs en 2014, les expériences acquises ces deux dernières années montrent que la vigne doit être considérée comme une plante hôte secondaire. Malgré cela, des œufs peuvent être pondus dans les baies de divers cépages. Avec l'aide des services cantonaux, nous avons échantillonné plus de 90 000 baies dans 500 parcelles en 2015, ainsi que 150 000 baies dans 600 parcelles en 2016. L'analyse de ces données montre que la sensibilité du raisin augmente avec la maturation, que les cépages rouges Acolon, Cabernet Dorsa, Cornalin, Divico, Dornfelder, Dunkelfelder, Galotta, Garanoir, Humagne rouge, Mara, Regent et Syrah subissent un risque plus élevé et que les cépages à pellicule tendre sont plus fortement attaqués par *D. suzukii*. La contribution de ce nouveau ravageur au développement de la pourriture acide dans le vignoble doit cependant encore être précisée.

danges, deux baies intactes par cépage provenant du vignoble de Frick ont été exposées durant vingt-quatre heures dans des petites cages à cinq femelles de *D. suzukii*. Par la suite, le nombre d'œufs pondus et le taux de sucre dans les baies ont été déterminés. En général, douze répétitions indépendantes ont été effectuées par cépage.

Résultats

Surveillance du vignoble

Le nombre de parcelles infestées par *D. suzukii* a été plus important en 2016 qu'en 2015 (fig. 1). Tandis que le taux d'infestation moyen des baies s'est élevé à 0,5 % en 2015, il est monté à 1,92 % en 2016 pour la totalité de la surface viticole suisse. Les premières pontes ont été observées durant les deux années lors de la deuxième quinzaine d'août et le taux d'infestation des baies a augmenté avec la maturité du raisin jusqu'au début des vendanges, pour diminuer par la suite.

Pour les deux années, les attaques se concentrent sur les cépages rouges (fig. 1 et 2). En 2015, des pontes de *D. suzukii* ont été observées dans plus de 30 % des

parcelles de Cabernet Dorsa, Dunkelfelder, Humagne rouge et Dornfelder (fig. 1a). Dans au moins 20 % des parcelles de Cabernet Dorsa, Dunkelfelder, Mara, Humagne rouge et Dornfelder, le seuil d'intervention de 4 % de baies avec pontes a été atteint ou dépassé. En 2016, ce sont les parcelles de Cabernet Dorsa, Dakapo, Dunkelfelder, Regent, Mara, Humagne rouge et Divico qui ont été attaquées par *D. suzukii*, dans un minima de 60 % des cas (fig. 1b). Le seuil d'intervention de 4 % de baies avec pontes a été atteint ou dépassé dans plus de 40 % des parcelles de Cabernet Dorsa, Dunkelfelder, Regent, Mara, Humagne rouge, Divico, Syrah, Galotta et Acolon (fig. 1b). A la vendange, le seuil de 4 % a cependant uniquement été atteint sur les cépages Cabernet

net Dorsa, Dunkelfelder, Dornfelder, Regent, Mara et Humagne rouge (fig. 2). Les cépages Pinot noir, Chasselas, Gamaret, Merlot et Müller-Thurgau ont subi, en moyenne, peu d'attaques. Relevons toutefois qu'il existe une forte variance dans le taux d'infestation par *D. suzukii* à l'intérieur des parcelles d'un cépage (fig. 2).

La sensibilité des cépages mesurée a été similaire entre les deux années. Le rapport entre le pourcentage de parcelles infestées et le taux d'infestation ne correspond par contre pas nécessairement. Par exemple, en 2016, des pontes de *D. suzukii* ont été observées dans 80 % des parcelles de Dakapo, mais le seuil d'intervention a été atteint dans seulement 20 % des parcelles et, avec 2,4 %, le taux d'attaque à la vendange est resté

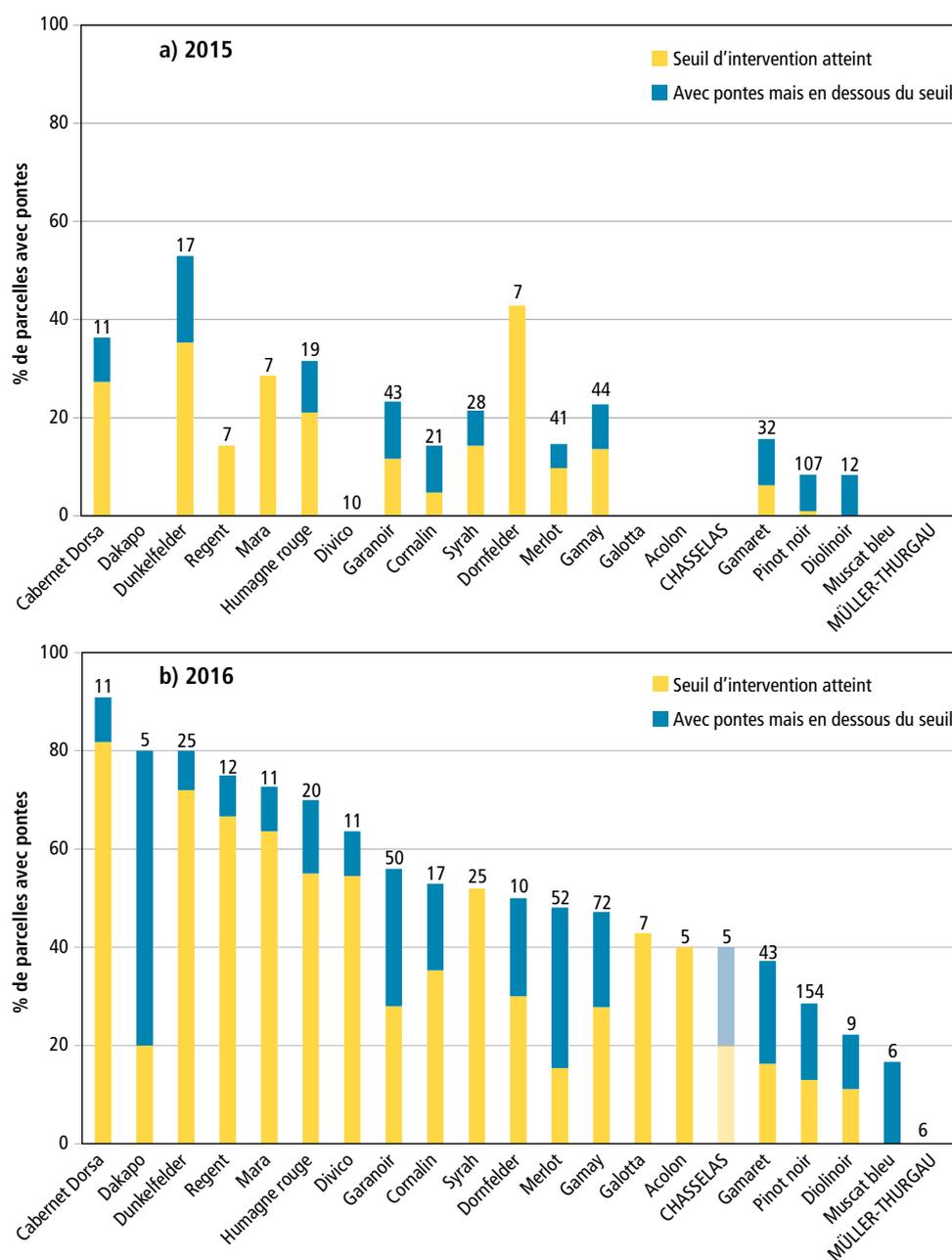


Figure 1 | Pourcentage de parcelles contrôlées par cépage a) en 2015 et b) en 2016 avec des pontes de *D. suzukii* dans le vignoble suisse. En jaune: % de parcelles atteignent le seuil d'intervention de 4 % des baies infestées avec *D. suzukii*. En bleu: % de parcelles avec infestation, mais inférieur au seuil de d'intervention de 4%. Cépages blancs indiqués avec des lettres majuscules et couleurs mates. N = nombres de parcelles contrôlées (N ≥ 5).

faible (fig. 1 et 2). De la même manière, 48 % des parcelles de Merlot ont été infestées, mais le taux d'attaque à la vendange a été inférieur à 1,9 % et le seuil d'intervention n'a été atteint que dans 15 % des parcelles contrôlées. A l'inverse, des œufs ont été trouvés dans seulement 40 % des parcelles de Galotta et d'Acolon, mais le seuil d'intervention a été atteint dans toutes ces parcelles en 2016 (fig. 1).

Observations dans des collections de cépages

Même si moins de raisins ont été infestés par *D. suzukii* en 2015 qu'en 2016 (fig. 3), la sensibilité des différents cépages reste similaire entre les deux années à Pully (R² = 0,25; P = 0,04). Pour les deux années, les attaques se concentrent sur les cépages rouges et roses. Ce sont notamment les cépages Gamay précoce, Chasselas rose, Bondonetta, Kimisch Lutshitsii, Humagne rouge, >

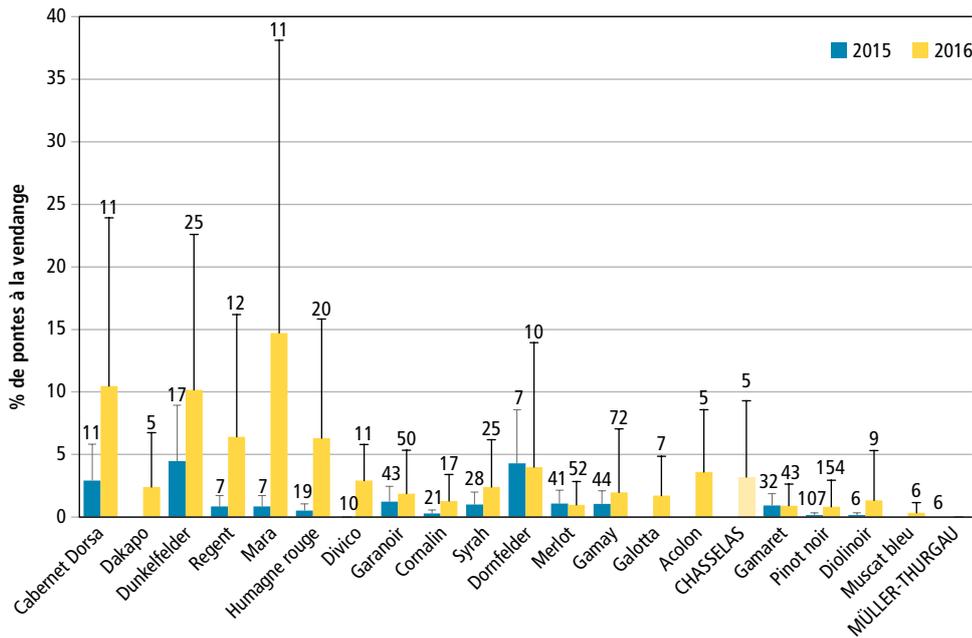


Figure 2 | Pourcentage de baies contrôlées par cépage à la vendange avec des pontes de *D. suzukii* dans le vignoble suisse. En 2015 et 2016 (Ø ± écart-type). Cépages blancs indiqués avec des lettres majuscules et couleurs plus claires. N = nombres de parcelles contrôlées (N ≥ 5).

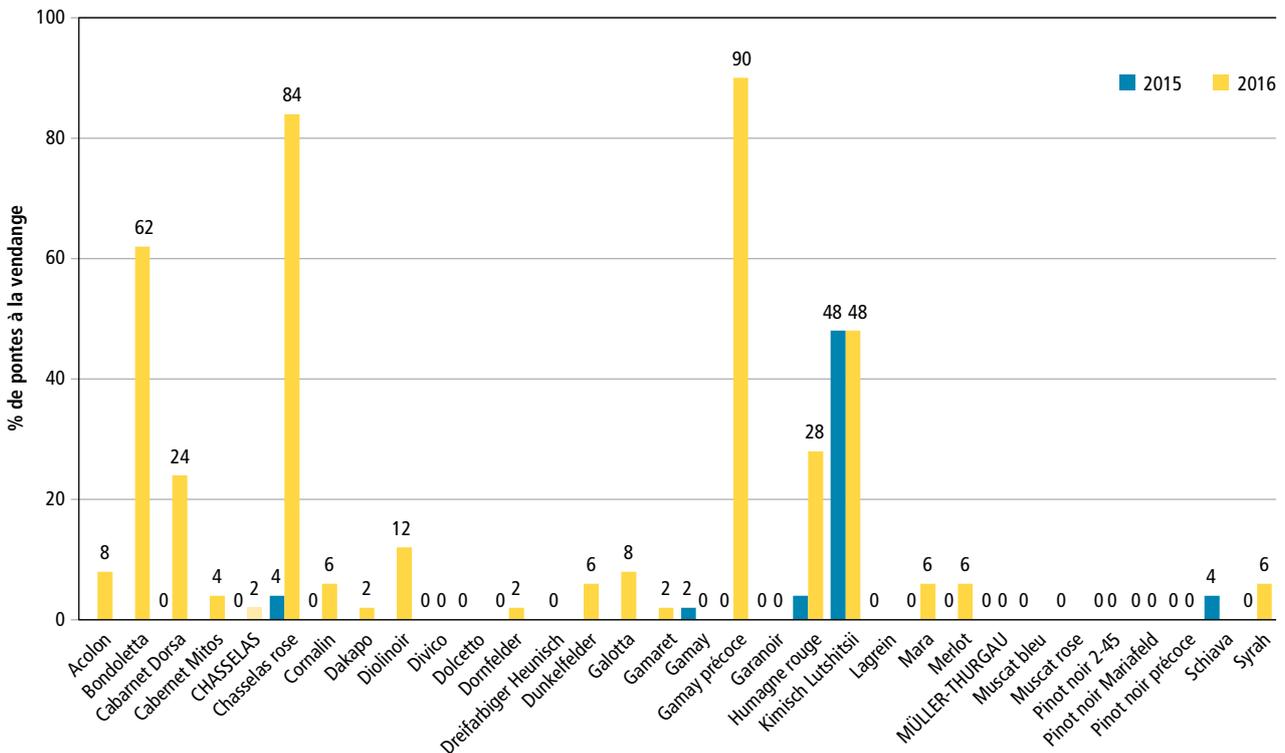


Figure 3 | Pourcentage de baies contrôlées par cépage à la vendange avec des pontes de *D. suzukii* dans le vignoble d'Agroscope à Pully, en 2015 et 2016. Cépages blancs indiqués avec des lettres majuscules et couleurs plus claires. N = nombres de parcelles contrôlées (N ≥ 5).

Cabernet Dorsa et Diolinoir qui subissent les plus fortes attaques de *D. suzukii* (fig.3). Ce sont généralement aussi ces cépages qui ont nécessité le moins de force pour pénétrer la pellicule de leurs baies durant les deux années (fig.4). Tandis que les cépages Kimisch Lutshitsii, Humagne rouge, Mara et Chasselas rose ont une pellicule particulièrement tendre, les variétés Pinot noir et Gamaret ont une peau spécialement dure. Même si les valeurs absolues divergent près de dix fois entre 2015 et 2016, dû aux différents pénétromètres utilisés, l'ordre relatif de ces mesures reste fortement comparable ($R^2 = 0,42$; $P = 0,004$). Les forces de pénétration des cépages ont été corrélées avec leur taux d'infestation par *D. suzukii*. En 2015 tout comme en 2016, le taux d'infestation diminue significativement avec la dureté de la pellicule des baies. En d'autres termes, les cépages à peau tendre sont plus fortement attaqués par *D. suzukii* (fig.5).

Essai en laboratoire

Le cépage a eu un effet significatif sur l'oviposition des femelles de *D. suzukii* en laboratoire (fig.6). Dans cet essai «sans choix de ponte», la couleur n'a cependant pas influencé le nombre d'ovipositions. Il en est de même du taux de sucre dans les raisins.

Discussion

Plusieurs années d'expérience permettent d'affirmer que le raisin ne figure pas au menu préféré de *D. suzukii* et que la vigne doit être considérée comme une plante hôte secondaire. Malgré cela, des œufs peuvent être pondus dans les baies de divers cépages. A part quelques raretés (Bondoletta, Chasselas rose, Eyholzer Roter, Kimisch Lutshitsii, Siegerrebe, etc.), ce sont surtout les cépages Acolon, Cabernet Dorsa, Cornalin,

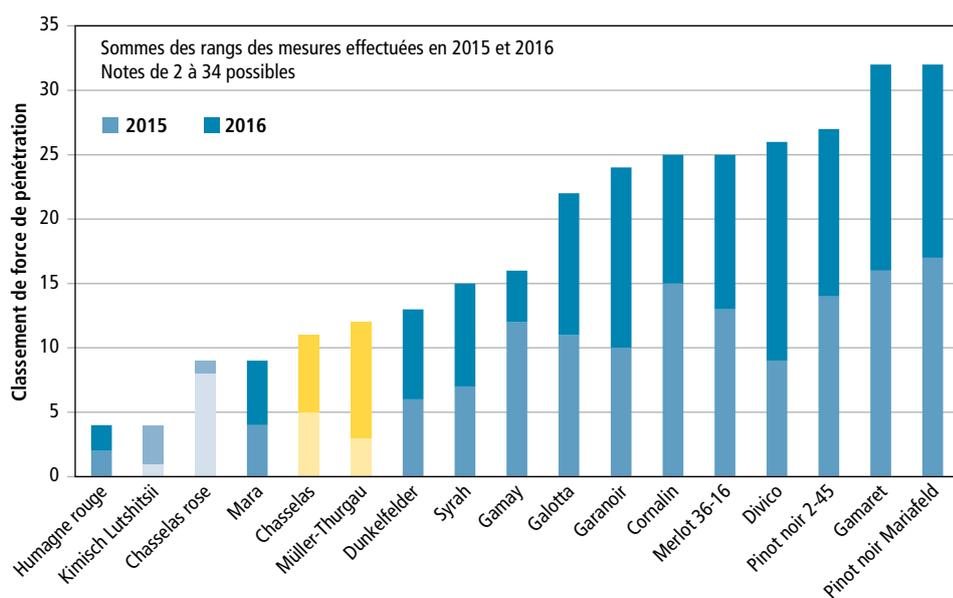


Figure 4 | Rangs cumulés de la force de pénétration pour les différents cépages testés dans le vignoble d'Agroscope à Pully en automne 2015 et 2016. La force qui est nécessaire pour pénétrer la pellicule augmente avec la somme de rangs. En jaune = cépages blancs, en bleu clair = cépages roses, en bleu = cépages rouges.

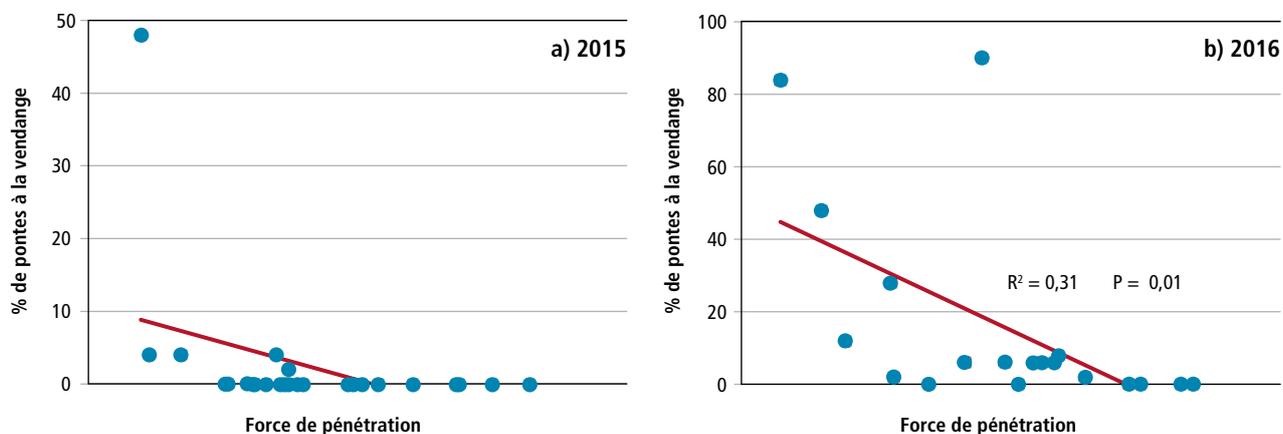


Figure 5 | Relation entre la force de pénétration et le pourcentage de baies infestées avec *D. suzukii* dans le vignoble d'Agroscope à Pully en a) 2015 et b) 2016.

Divico, Dornfelder, Dunkelfelder, Galotta, Garanoir, Humagne rouge, Mara, Regent et Syrah qui présentent le plus de risques d'attaque dans le vignoble suisse. Parmi les variétés suivies, le Gamay semble cependant être le seul cépage principal moyennement à risque. Il convient toutefois de noter que le seuil d'intervention de 4 % a souvent été atteint lors du dernier contrôle avant les vendanges, ce qui en pratique ne doit pas déclencher de traitements.

Nos diverses observations confirment que la sensibilité des cépages s'explique notamment par la maturation, la couleur et la dureté de la pellicule de leurs baies. Même si le taux de sucre dans le raisin n'a pas influencé l'oviposition des femelles de *D. suzukii* dans des essais «sans choix de ponte» au laboratoire, l'infestation à l'extérieur augmente avec la maturation du raisin dans le vignoble. De plus, ce sont généralement les cépages roses ou rouges qui sont beaucoup plus à risque que les variétés blanches. Nous confirmons les observations d'Ioriatti *et al.* (2015) qui ont montré que la sensibilité des cépages diminuait avec la dureté de la pellicule de leurs baies. Contrairement à eux, nous n'avons jusqu'à présent pas pu identifier un seuil de force de pénétration absolu au-dessous duquel la ponte est improbable. Ceci probablement aussi parce que la sensibilité d'un cépage ne dépend pas seulement de la physiologie de ses baies, mais également de l'état phytosanitaire de la vigne et du contexte environnemental de la parcelle. Ces deux derniers facteurs jouent vraisemblablement également un rôle majeur qui explique la grande variance d'infestation entre les parcelles à l'intérieur d'un même cépage (fig. 2).

L'éventuelle contribution de *D. suzukii* au développement de la pourriture acide est la seule et unique raison pour lutter contre cet insecte en viticulture. A ce

jour, les captures dans le vignoble, le taux de ponte et la présence de pourriture acide ne peuvent toutefois que difficilement être mis en relation. Même si Rombaut *et al.* (2017) ont pu démontrer en laboratoire que des pontes de *D. suzukii* facilitent l'infestation du raisin par les drosophiles indigènes qui, par la suite, favorisent le développement de la pourriture acide, le rôle exact de *D. suzukii* dans le vignoble reste à être précisé.

Conclusions

- Plusieurs années d'expérience permettent d'affirmer que le raisin ne figure pas au menu préféré de *D. suzukii* et que la vigne doit être considérée comme une plante hôte secondaire.
- La sensibilité des cépages à l'encontre de *D. suzukii* s'explique essentiellement par la maturation et la couleur du raisin, ainsi que par la dureté de la pellicule des baies.
- Le taux d'infestation dans le vignoble augmente avec la maturation du raisin.
- Les cépages roses ou rouges, notamment Acolon, Cabernet Dorsa, Cornalin, Divico, Dornfelder, Dunkelfelder, Galotta, Garanoir, Humagne rouge, Mara, Regent et Syrah, présentent un risque plus élevé que les variétés blanches.
- La sensibilité des cépages est inversement corrélée à la dureté de la pellicule de leurs baies ou, en d'autres termes, les cépages à peau tendre sont plus fortement attaqués par *D. suzukii*. ■

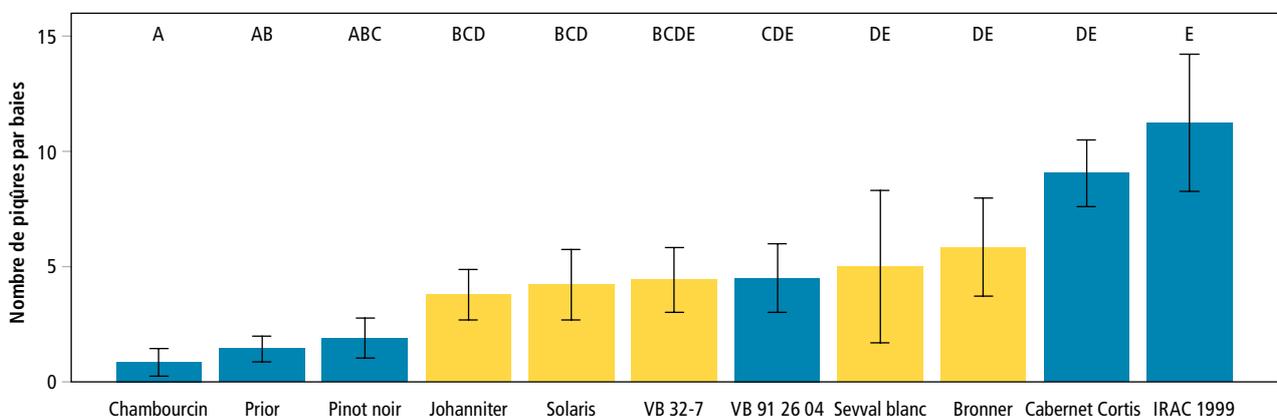


Figure 6 | Nombre de pontes par baie pour les différents cépages exposés à cinq femelles en condition de laboratoire au FiBL, à Frick, ($\emptyset \pm$ erreur standard). En jaune = cépages blancs, en bleu = cépages rouges. Les lettres différentes indiquent des différences significatives entre les cépages ($P \leq 0,05$).

Summary

***Drosophila suzukii*: important differences in the susceptibility of grape cultivars**

Although the presence of the Spotted wing drosophila (*Drosophila suzukii*) in Swiss vineyards raised important concerns in 2014, the last two years' experiences indicate that grapevines have to be considered as a secondary host plant. Yet, eggs can be laid in berries of a great variety of cultivars. With the help of the cantonal authorities we sampled more than 90 000 berries in 500 parcels in 2015 as well as 150 000 berries in 600 plots in 2016. The analysis of this data shows that the sensibility of grapes increases with berry maturation, that in particular the red varieties Acolon, Cabernet Dorsa, Cornalin, Divico, Dornfelder, Dunkelfelder, Galotta, Garanoir, Humagne rouge, Mara, Regent and Syrah are at higher risk and that soft-skinned cultivars are more heavily infested by *D. suzukii*. However, the role of this new pest for the development of sour rot in the vineyard still needs to be clarified.

Key-words: Viticulture, vinegar fly, sensitivity, penetration force.

Zusammenfassung

***Drosophila suzukii*: grosse Unterschiede in der Sensibilität der Rebsorten**

Auch wenn 2014 die Präsenz der Kirschessigfliege (*Drosophila suzukii*) im Schweizer Rebberg grosse Besorgnis bei den Winzern ausgelöst hat, so weisen die Erkenntnisse der letzten beiden Jahre darauf hin, dass die Rebe als eine sekundäre Wirtspflanze betrachtet werden muss. Nichtsdestotrotz können Eier in die Beeren verschiedener Sorten abgelegt werden. Mit der Hilfe der kantonalen Fachstellen haben wir 2015 um die 90 000 Beeren in 500 Parzellen sowie 2016 über 150 000 Beeren in 600 Parzellen beprobt. Die Analyse dieser Daten zeigt, dass die Anfälligkeit der Trauben mit der Beerenreife steigt, dass insbesondere die roten Rebsorten Acolon, Cabernet Dorsa, Cornalin, Divico, Dornfelder, Dunkelfelder, Galotta, Garanoir, Humagne rouge, Mara, Regent und Syrah stärker gefährdet sind und das weichhäutige Rebsorten vermehrt befallen werden. Die Rolle von *D. suzukii* in der Entwicklung der Essigfäule im Rebberg bleibt jedoch zu klären.

Riassunto

***Drosophila suzukii*: notevoli differenze per quanto concerne la sensibilità dei vitigni**

Anche se la presenza della drosophila del ciliegio (*Drosophila suzukii*) nei vigneti svizzeri ha provocato una grande ondata di preoccupazione tra i viticoltori nel 2014, le esperienze fatte negli ultimi due anni dimostrano che la vigna deve essere considerata come una pianta ospite secondaria. Ciononostante, le uova possono essere deposte nelle bacche di diversi vitigni. Grazie al sostegno dei servizi cantonali, abbiamo raccolto i campioni di oltre 90 000 bacche in 500 parcelle nel 2015 e 150 000 bacche in 600 parcelle nel 2016. L'analisi di questi dati dimostra che la sensibilità dell'uva aumenta con la maturazione, che i vitigni rossi Acolon, Cabernet Dorsa, Cornalin, Divico, Dornfelder, Dunkelfelder, Galotta, Garanoir, Humagne rosso, Mara, Regent e Syrah sono più a rischio e che i vitigni a pellicola tenera sono attaccati maggiormente dalla *D. suzukii*. Occorre tuttavia ancora definire quanto il nuovo parassita contribuisca allo sviluppo del marciume acido nei vigneti.

Remerciements

Les auteurs remercient vivement Corrado Cara, Yaëlle Cruchon, Michael Kobelt, Nicola Stäheli et Olivier Vonlanthen, ainsi que les services cantonaux compétents et les viticulteurs pour leur étroite collaboration dans la surveillance du vignoble suisse.

Bibliographie

- Grant J. A. & Sial A. A., 2016. Potential of Muscadine Grapes as a Viable Host of *Drosophila suzukii* (Diptera: Drosophilidae) in Blueberry-Producing Regions of the Southeastern United States. *J. Econ. Entomol.* **109** (3), 1261–1266.
- Ioriatti C., Walton V., Dalton D., Anfora G., Grassi A., Maistri S. & Mazzoni V., 2015. *Drosophila suzukii* (Diptera: Drosophilidae) and its Potential Impact to Wine Grapes During Harvest in Two Cool Climate Wine Grape Production Regions. *J. Econ. Entomol.* **108** (3), 1148–1155.
- Kehrli P., Cruchon Y., Stäheli N., Cara C. & Linder C., 2017. *Drosophila suzukii*: un ravageur principal du vignoble? *Revue suisse Vitic. Arboric. Hortic.* **49** (1), 67–69.
- Linder C., Kehrli P. & Kuske S., 2015. Drosophile du cerisier dans les vignes: bilan de l'année 2014. *Revue suisse Vitic. Arboric. Hortic.* **47** (1), 59–60.
- Linder C., Martin C., Laboisie S., Chatelain P. G. & Kehrli P., 2014. Susceptibility of various grape cultivars to *Drosophila suzukii* and other vinegar flies. *IOBC/WPRS Bull.* **105**, 219–224.
- Rombaut A., Guilhot R., Xuéreb A., Benoit L., Chapuis M. P., Gibert P. & Fellous S., 2017. Invasive *Drosophila suzukii* facilitates *Drosophila melanogaster* infestation and sour rot outbreaks in the vineyards. *R. Soc. open sci.* **4** (3), 170117.
- Kuonen et al., 2017. Monitoring national de *Drosophila suzukii*. *Revue suisse Vitic. Arboric. Hortic.* **49** (4), 208–211.

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

JEAN-CLAUDE
FAY
PÉPINIÈRES
VITICOLES

Qualité, conseil, service

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

Rencontrons-nous :

Plus d'informations :

00 33 (0)4 79 28 54 18

www.pepinieres-viticoles-fay.fr

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

Pompe à graisse électrique

AgriTechno

Z.I. En Publoz 11 • CH-1073 Savigny • Tél. 021 784 19 60

E-mail: info@agritechno.ch • www.agritechno.ch



DÉTERMINER

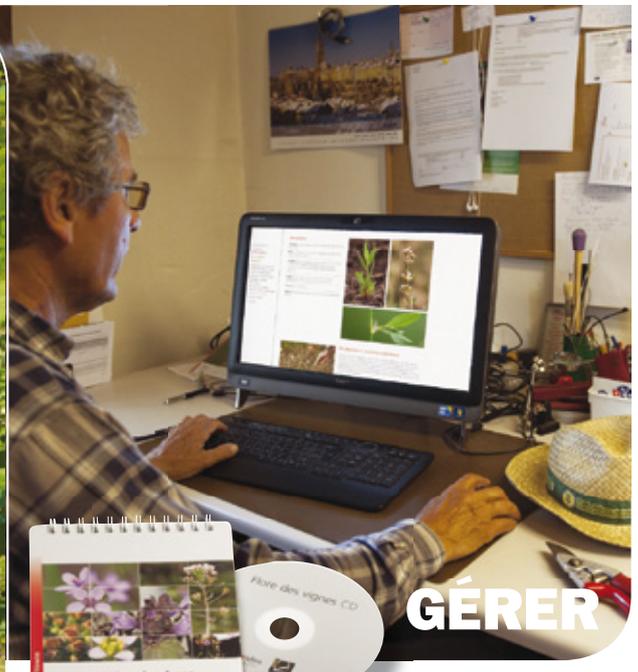
Flore des vignes

Ce petit livre de terrain présente les 33 plantes les plus fréquemment observées et leur impact (favorable, neutre ou indésirable) sur le vignoble.

Le CD joint aborde la gestion écologique de cette flore.

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

Tél. +41 79 659 48 31 | info@revuevitiarbohorti.ch



GÉRER



AMTRA

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

Filets de protection contre *Drosophila suzukii* en viticulture

Christian LINDER¹, Nicolas STAEHELI², Werner SIEGFRIED³, Markus LEUMANN⁴, Philippe DROZ⁵, Thomas MORISOD⁵ et Patrik KEHRLI¹

¹Agroscope, 1260 Nyon; ²Agroscope, 8820 Wädenswil; ³Fösterstrasse 8, 8805 Richterswil; ⁴Landwirtschaftsamt des Kantons Schaffhausen, 8212 Neuhausen am Rheinfall; ⁵AGRIDEA, 1001 Lausanne

Renseignements: Christian Linder, e-mail: christian.linder@agroscope.admin.ch, tél. +41 22 363 43 89, www.agroscope.ch



Essai de filets anti-insectes recouvrant plusieurs rangs à Weinfelden (TG).

Introduction

Depuis sa première observation en Suisse en 2011, la drosophile du cerisier (*Drosophila suzukii*) a colonisé tous les milieux naturels et cultivés du pays (Baroffio *et al.* 2013). En viticulture, c'est en 2014 qu'elle occasionne de premiers dégâts significatifs (Linder *et al.* 2015). La lutte repose principalement sur des mesures prophylactiques et notamment sur une bonne aération et mise en lumière de la zone des grappes. En complément, des applications d'argile de type kaolin contribuent à contenir les attaques, l'usage d'insecticides n'intervenant qu'en dernier recours (Kehrli *et al.* 2017;

Linder *et al.* 2017). L'usage de filets protégeant les grappes des attaques de la mouche est également proposé comme méthode de lutte complémentaire. Utilisés en cultures de fruits à noyau (Kuske *et al.* 2014) et dans diverses cultures de baies (Grassi et Pallaoro 2012; Riggs *et al.* 2016; Leach *et al.* 2016), les filets offrent une bonne protection contre l'insecte. L'efficacité dépend surtout d'une installation soignée, du moment de la pose et de la taille des mailles. En viticulture, l'usage de telles installations est peu documenté. Les difficultés de manutention, le coût, les éventuelles influences négatives sur la qualité des vendanges, voire du paysage et des doutes sur l'efficacité de la méthode ont limité

jusqu'à présent son développement. Cet article présente une synthèse des principaux résultats pratiques obtenus dans diverses régions viticoles suisses durant la saison 2016.

Matériel et méthodes

Types de filets

De nombreux essais pratiques, résumés dans le tableau 1, ont été mis en place et suivis dans toute la Suisse en 2016, avec l'aide des viticulteurs et des services cantonaux compétents. Dans un souci de simplification, les divers types de filets testés ont été regroupés en trois grandes catégories: filets anti-grêle (maillage moyen de 3x8mm), filets anti-guêpes et anti-oiseaux (3x10mm) et filets anti-insectes (1,2x1,2mm). Les filets anti-grêle, de couleur noire, plus rarement blanche, sont relativement rigides. Ils sont disposés latéralement et ne sont généralement pas fermés dans leur partie supérieure et inférieure (fig. 1a). Les filets anti-guêpes et anti-oiseaux sont plus souples et protègent la zone des grappes. Ils sont généralement bien tendus, ce qui réduit considérablement la taille des mailles. Ils sont souvent fermés dans la partie supérieure et inférieure (fig. 1b) à l'aide de divers modèles d'attaches. Différentes couleurs sont disponibles sur le marché,

Résumé Depuis quelques années, *Drosophila suzukii* occasionne des dégâts dans la viticulture suisse. En 2016, Agroscope, en collaboration avec les services cantonaux compétents, a réalisé 22 essais pratiques de lutte à l'aide de divers types de filets de protection. Si les filets anti-grêle se sont avérés insuffisants, l'usage de filets à mailles fines contre les insectes ou guêpes/oiseaux a permis une réduction de l'activité de *D. suzukii* dans la zone des grappes, ainsi qu'une diminution des pontes et des taux de pourriture enregistrés à la vendange. La pose de filets latéraux protégeant la zone des grappes suffit généralement à assurer une protection satisfaisante si les installations sont bien tendues et fermées. Les surcoûts engendrés par ces installations peuvent se justifier dans les situations qui nécessitent d'habitude une protection contre les oiseaux et les guêpes et/ou dans les parcelles de cépages sensibles à haute valeur ajoutée.

mais la couleur bleue est la plus répandue. Les filets anti-insectes sont plus spécifiquement conçus pour lutter contre *D. suzukii* et d'autres insectes ravageurs >

Tableau 1 | Principales caractéristiques des filets utilisés contre *D. suzukii* en viticulture en Suisse en 2016

Types de filets	Maillages (mm)	Nombre d'essais	Cantons
Anti-grêle	3 x 7 3 x 9	5	BE, TG, ZH
Anti-guêpes/ Anti-oiseaux	3 x 8 3 x 12 2 x 10	7	BE, GE, SG, TG, TI, VS, ZH
Anti-insectes	1,2 x 1,2 1 x 0,8 1 x 1,3 1,4 x 1,7	10	BE, GE, TG, TI, VS, ZH



Figure 1 | Essai de lutte contre *D. suzukii* à l'aide de filets a) anti-grêle et b) anti-guêpes et anti-oiseaux protégeant la zone des grappes ou c) anti-insectes couvrant des rangs entiers.

occasionnels (hyménoptères, orthoptères, etc.). Les couleurs blanche et noire sont les plus répandues. Plusieurs types de pose ont été testés: recouvrement complet de plusieurs rangs, recouvrement complet de rangs individuels ou protection limitée à la zone des grappes avec ou sans fermeture de la partie supérieure ou inférieure (fig. 1c). Les variantes protégées ont été comparées à des témoins non couverts.

Contrôles des captures, des pontes et du taux de pourriture

Le suivi du vol de *D. suzukii* sous les filets n'a pas été réalisé systématiquement. Dans les parcelles où il a été effectué, des pièges artisanaux ou commerciaux du type Riga (www.becherfalle.ch) ou Profatec (www.kirschessigfliege.ch) emplis de l'attractif Riga-Mix ont été relevés hebdomadairement depuis l'installation des filets jusqu'à la vendange et les adultes de *D. suzukii* ont été identifiés sous loupe binoculaire. Le contrôle des pontes de *D. suzukii* a été effectué en prélevant hebdomadairement des séries de 50 baies saines par variante, contrôlées ensuite sous loupe binoculaire (Linder *et al.* 2017). La fréquence des attaques de pourritures diverses et leur intensité ont été relevées peu avant la vendange à quelques occasions, en contrôlant deux à trois séries de 50 grappes successives et en utilisant un système de classes (0,5 %, 25 %, 50 %, 75 % et 100 % de pourriture).

Mesures microclimatiques et qualité de la vendange

Afin de déterminer l'influence de divers modèles de filets sur la température et l'humidité relative, des mesures climatiques ont été réalisées à Ligerz (BE), Uesslingen (TG), Weinfeld (TG), Gudo (TI) et Wädenswil (ZH). Les data loggers LogTag HAXO-8 ou Elpro Ecolog TH1 ont été installés dans la zone des grappes et laissés en place durant une période de 36 à 63 jours. Ils ont enregistré les paramètres climatiques cités toutes les 12 à 15 minutes. De plus, dans les essais d'Uesslingen et de Wädenswil, la qualité de la vendange produite sous divers types de filets a été comparée avec celle d'un témoin non protégé en analysant 200 ml de moût de chaque variante (FOSS Winescan).

Traitements phytosanitaires

L'influence des filets sur le dépôt et la répartition des matières actives lors de traitements phytosanitaires a également été mesurée à Uesslingen. La qualité de l'application d'un dernier traitement de couverture réalisé le 30.08.2016 à l'aide d'un Turbo Fischer équipé de quatre buses Teejet (2 x 015 verte pour la zone des grappes et 2 x 02 jaune pour la haie foliaire) à une pres-

sion de 10 bars, un volume de 320l/ha et à une vitesse de 3,7km/ha a ainsi été évaluée. Des papiers hydro-sensibles disposés sous les filets ont permis d'apprécier visuellement la répartition de la bouillie. En collaboration avec la firme Syngenta, ces observations ont été complétées par une analyse plus fine des dépôts sur feuilles et sur grappes réalisée à l'aide de traceurs mis en évidence par fluorimétrie.

Coûts

Agridea a analysé les coûts liés à l'usage des filets anti-grêle et de trois principaux types de filets latéraux auprès de quelques viticulteurs ayant expérimenté cette technique pour lutter principalement contre les dégâts dus aux oiseaux et aux guêpes: filets type «balle de foin» à grandes mailles, filets anti-guêpes et anti-oiseaux à mailles plus fines (bleus ou verts) et filets anti-insectes. Les données à disposition se rapportent à de petites parcelles généralement plantées avec des spécialités ou à des bords de parcelles. Des chantiers de taille plus conséquente permettraient certainement des économies d'échelle. La main-d'œuvre a été valorisée au tarif d'employés non qualifiés, soit à 23.60CHF/h. Ce coût est issu d'une enquête interne à la branche réalisée par Agridea. Les tarifs machines publiés par Garazzin (2016) ont été utilisés pour les travaux mécaniques.

Résultats et discussion

Captures

Tous les modèles de filets testés ont permis, à divers degrés, de réduire les captures de *D. suzukii* dans la zone de grappes (fig. 2). L'intensité de cette réduction dépend essentiellement de la taille des mailles. Ainsi,

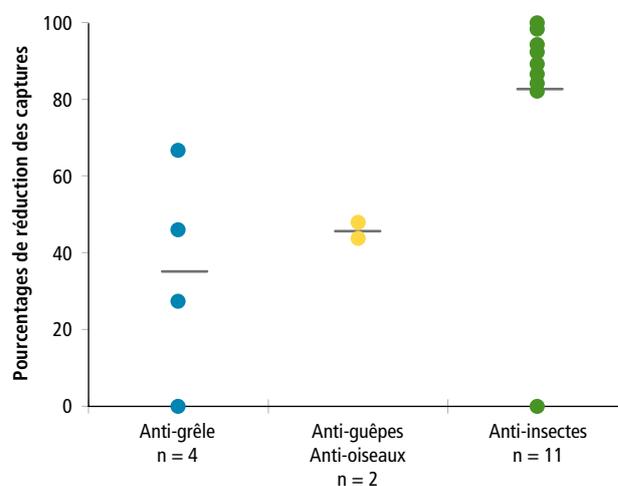


Figure 2 | Pourcentages de réduction des captures de *D. suzukii* sous divers types de filets de protection. Les barres horizontales représentent les moyennes.

les filets anti-grêle qui présentent les mailles les plus importantes et les plus rigides n'ont permis de réduire les captures que de 35 % en moyenne (min. 0 % – max. 66 %). Dans deux sites équipés de filets anti-guêpes et anti-oiseaux, une réduction du vol de 46 % en moyenne (min. 44 % – max. 48 %) a été observée. Enfin, les captures sous les filets anti-insectes à mailles fines ont été fortement inhibées, avec une diminution moyenne du vol de 83 % (min. 0 % – max. 100 %), sans tenir compte de la couleur, du type de pose et de la fermeture des installations. L'influence de ces différents paramètres est difficile à analyser et, comme le montrent les résul-

tats détaillés de quelques essais présentés dans le tableau 2, ils ne semblent pas avoir joué un rôle significatif dans l'inhibition des captures.

Pontes

Les filets anti-grêle n'ont pas permis de réduire les pontes de manière satisfaisante (fig. 3). Si l'efficacité calculée sur la moyenne de tous les contrôles de baies effectués a atteint 43 % (min. 0 % – max. 100 %), les observations effectuées juste avant les vendanges ont montré que les variantes anti-grêle hébergeaient autant de pontes que les témoins non protégés. Cette

Tableau 2 | Caractéristiques des installations de filets anti-insectes dans quatre sites suisses et pourcentage de réduction de captures, de pontes, de fréquence et d'intensité de pourritures obtenus.

Lieux (canton)	Type de pose	Maillage	Couleur	Fermeture supérieure/inférieure	Captures et % réduction captures	% pontes et % réduction pontes à la vendange	Fréquence/intensité et % réduction fréquence/intensité de pourritures
Weinfelden (TG)	Témoin (valeurs absolues)				1090	35,3	90 / 12,2
	Rangs multiples	1,2 x 1,2	Blanc	Oui/Oui	84,3	94,3	57,7 / 84,4
	Rang individuel	1,2 x 1,2	Blanc	Oui/Oui	98,8	100	73,3 / 91,0
	Zone des grappes	1,2 x 1,2	Blanc	Non/Oui	94,4	100	76,6 / 93,4
Ligerz (BE)	Témoin (valeurs absolues)				317	4	0 / 0
	Rang individuel	1,4 x 1,7	Noir	Oui/Non	91,8	100	–
	Rang individuel	1,2 x 1,2	Blanc	Oui/Oui	NC	100	–
Uesslingen (TG)	Témoin (valeurs absolues)				310	0	9 / 0,2
	Zone des grappes	1,2 x 1,2	Blanc	Non/Oui	94,5	NC	77,8 / 99,9
	Zone des grappes	1,2 x 1,2	Noir	Non/Oui	82,4	NC	55,6 / 99,9
	Zone des grappes	1,2 x 1,2	Blanc	Non/Non	92,6	NC	77,8 / 99,9
Wädenswil (ZH)	Témoin (valeurs absolues)				406	5,5	49,7 / 3,2
	Zone des grappes	1,0 x 1,3	Blanc	Non/Non	87	100	32,2 / 9,4
	Zone des grappes	1,0 x 1,3	Noir	Non/Non	89,5	100	50,3 / 50

NC: non contrôlé.

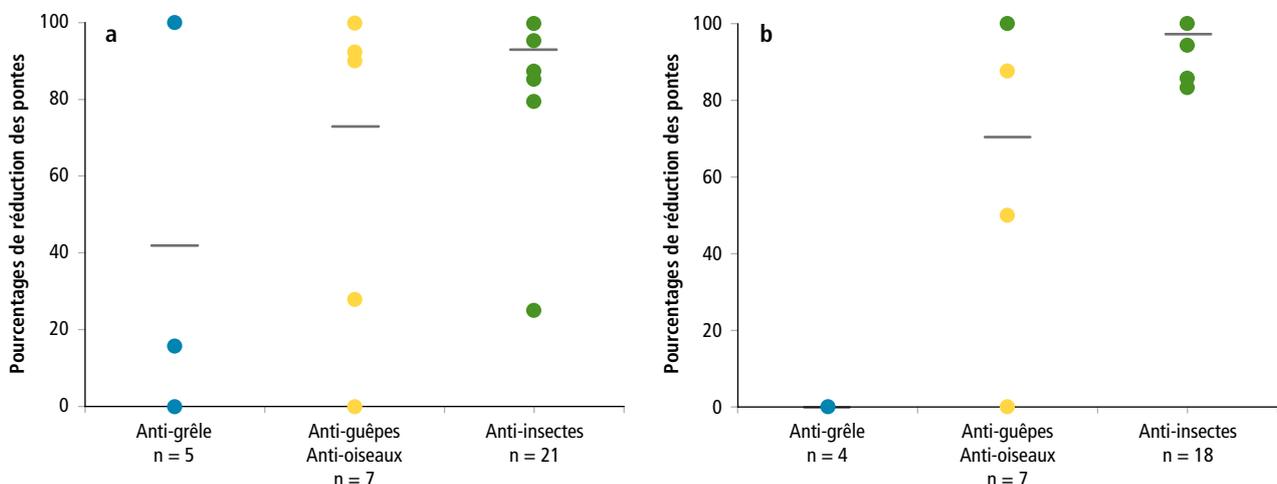


Figure 3 | Pourcentages de réduction de pontes de *D. suzukii* sous divers types de filets de protection a) moyenne de tous les contrôles b) contrôle pré-vendange. Les barres horizontales représentent les moyennes.

surestimation de l'efficacité est liée au nombre réduit d'essais et aux faibles attaques enregistrées dans les témoins servant de comparaison. En cas de forte pression de l'insecte, ce type de filets n'est probablement pas suffisant pour réduire les pontes de manière significative. Les filets anti-guêpes et anti-oiseaux ont permis une meilleure protection des raisins, avec des efficacités moyennes de l'ordre de 70 % (min. 0 % – max. 100 %). Bien que le maillage ne diffère pas de celui des modèles anti-grêle, une pose soignée et une bonne tension réduit considérablement la taille des mailles. Enfin, les filets anti-insectes avec des efficacités moyennes de l'ordre de 93% (min. 25 % – max. 100 %) se sont avérés les mieux à même de réduire les pontes de *D. suzukii*. Tout comme pour le vol, il ne semble pas que la couleur, le type de pose ou le système de fermeture influence de manière significative l'efficacité de ces filets (tabl. 2). Des expérimentations complémentaires devront encore confirmer ces premières observations.

Pourritures

Les estimations de pourriture acétique et/ou grise effectuées sous les filets anti-insectes ont montré une réduction moyenne de l'ordre de 60 % des pourritures en fréquence (min. 32 % – max. 78 %) et 78 % en intensité (min. 9 % – max. 100 %) par rapport à des parcelles non protégées (tabl. 2).

Microclimat et qualité

Le microclimat dans la zone des grappes a été peu influencé par les filets utilisés. Seuls les résultats de trois sites d'études où des filets anti-insectes à mailles fines blancs et noirs ont été comparés à un témoin sont présentés (fig. 4). Ces structures, a priori plus hermétiques, sont les plus à même d'influencer le climat. En moyenne, les filets anti-insectes blancs ont conduit à une hausse de la température moyenne de 0,38 °C et à une diminution de l'humidité relative de 1,3 %. Le phénomène in-

verse a été observé avec les filets noirs, avec des températures inférieures de 0,11 °C et une humidité relative en hausse de 0,41 % par rapport au témoin. Ces valeurs moyennes se situent toutefois dans la marge d'erreur des appareils de mesure. Une analyse plus détaillée réalisée à Ligerz montre que c'est en août, durant la journée (de 6 h à 18 h), que les différences entre les variantes sont les plus marquées, avec des températures plus élevées (+1,7 °C) et des humidités relatives plus

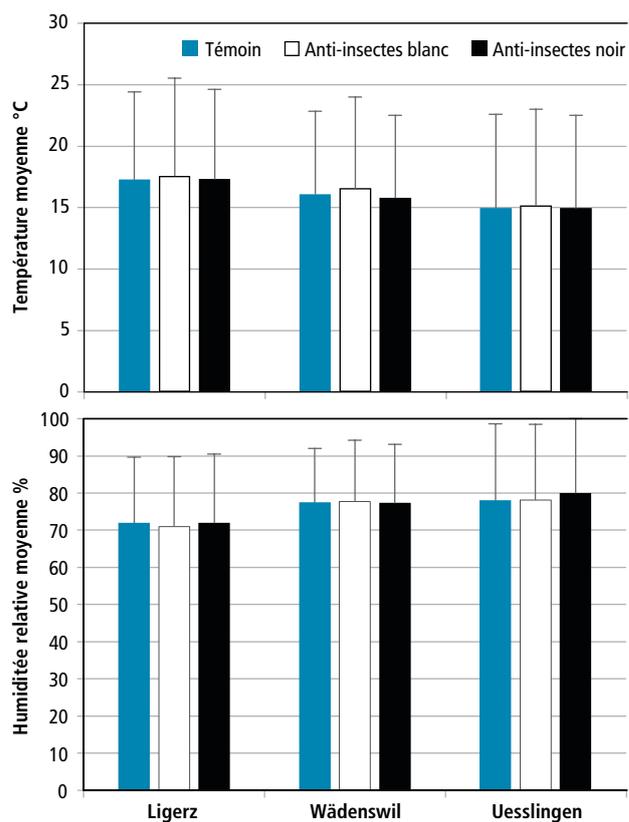


Figure 4 | Températures et humidités relatives moyennes enregistrées sous filets anti-insectes noirs et blancs dans trois sites d'essais en 2016 et écarts-types.

Ligerz (25.08-12.10): filet recouvrant le rang; Wädenswil (24.08-18.10) et Uesslingen (23.08-24.10): filet protégeant la zone des grappes.

Tableau 3 | Principaux résultats des analyses de moûts réalisées sous divers types de filets.

Lieux (cépages)	Variantes	°Brix	°Oe	pH	Acidité totale (g/l)	Acide tartrique (g/l)	Acide malique (g/l)	Formol (g/l)
Wädenswil (Garanoir)	Témoin	20,2	83,9	3,22	6,01	4,64	2,9	11,9
	Anti-insectes noir	21,1	88,0	3,19	6,64	4,68	3,0	12,6
	Anti-insectes blanc	20,6	85,2	3,24	5,47	4,60	2,6	11,0
	Anti-grêle noir	20,1	83,4	3,24	5,59	4,43	2,7	11,9
Uesslingen (Merlot)	Témoin	21,1	87,7	3,05	7,98	5,31	3,5	13,3
	Anti-insectes noir	21,0	87,2	3,04	8,63	5,98	3,4	16,9
	Anti-insectes blanc	20,7	86,1	3,02	8,35	5,58	3,6	13,6
	Anti-insectes blanc	21,2	88,3	3,08	7,24	5,20	3,3	13,8
	Anti-grêle noir	21,2	88,3	3,08	7,28	5,12	3,4	13,6

basses (-4,1 %) sous les filets anti-insectes. Ce phénomène est plus marqué pour les filets blancs que pour les filets noirs.

Les analyses de moûts réalisées à Wädenswil et Uesslingen ne montrent par contre pas de différences notables (tabl. 3), même si à Wädenswil, les taux de sucre semblent légèrement supérieurs dans les variantes sous filets. Ce phénomène n'a pas été observé à Uesslingen. D'une manière générale, les filets n'ont pas influencé la qualité du millésime 2016, caractérisé par un automne chaud et sec. Des observations complémentaires devraient être conduites en conditions plus fraîches et humides, afin de confirmer ces premiers résultats.

Filets et traitements phytosanitaires

L'appréciation visuelle de la qualité des traitements à l'aide de papiers hydrosensibles ne montre pas de différences de répartition de la bouillie entre le témoin et les filets anti-insectes (fig. 5 a et b). En revanche, l'analyse des dépôts montre que les filets anti-grêle interceptent près de 20 % des produits appliqués sur les feuilles et les grappes (fig. 6). Ces valeurs passent même respectivement à près de 30 % et 40 % sur feuilles et sur grappes pour les filets anti-insectes. Dans l'attente

d'essais de techniques d'applications complémentaires, il est recommandé de ne pas installer ces filets avant d'avoir effectué le dernier traitement de couverture, sous peine de prendre le risque d'enregistrer des efficacités réduites.

Coûts

Les résultats présentés constituent une première approche de l'estimation des coûts de ce type d'installations, qui varieront fortement en fonction du type et des techniques de pose. Les filets latéraux sont généralement déroulés par un tracteur ou par une chenillette de part et d'autre de l'interligne. Leur fermeture à l'aide de divers types d'agrafes n'est pas encore standardisée. Compte tenu du prix élevé des filets à mailles fines, ceux-ci sont généralement récupérés après les vendanges, pour être redéployés les années suivantes. Dans les parcelles avec des longueurs de ligne irrégulières, les filets sont numérotés, pour pouvoir être déployés chaque année sur les mêmes rangs. Des filets de protection contre la grêle sont installés dans de nombreux vignobles, particulièrement au Tessin et dans certaines régions de Suisse alémanique. Ils demandent des installations fixes et modifient les travaux de la feuille, >

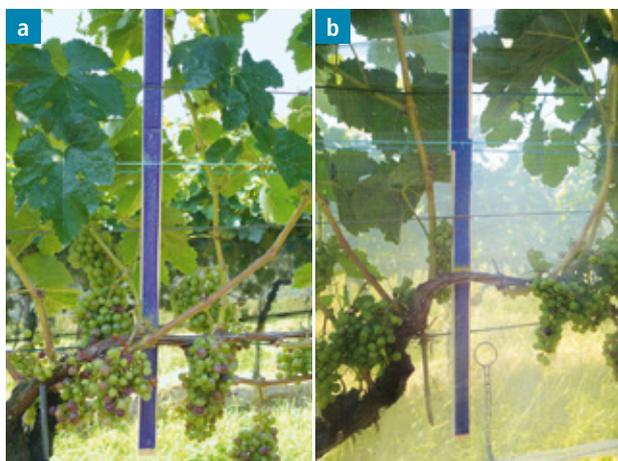


Figure 5 | Répartition de la bouillie sur du papier hydrosensible a) dans le témoin et b) sous filet anti-insectes.

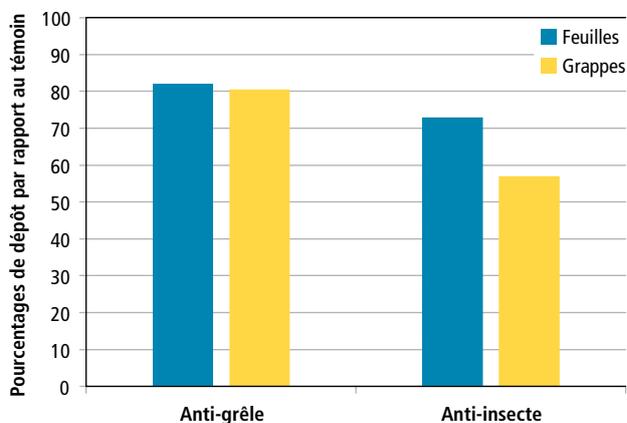


Figure 6 | Dépôt de produit moyen sur feuilles et sur grappes sous filet anti-grêle et anti-insectes en pourcentages du témoin.

Tableau 4 | Coût annuel de la protection du vignoble avec divers types de filets latéraux.

Travaux et matériel	Filets balle de foin (usage unique) Interligne 2 m CHF/ha	Filets anti-guêpes anti-oiseaux (5 ans) Interligne 1,4 m CHF/ha	Filets anti-insectes (8 ans) Interligne 1,4 m CHF/ha
Main-d'œuvre	708	1180	1180
Tracteur ou chenillard	1050		
Filets	550	1100	2175
Dépose, nettoyage et repliage des filets		945	945
Evacuation, mise en décharge	100		
Coût total	2408	3225	4300

car ils sont déployés durant toute la période de végétation. Leur coût d'installation s'élève à environ 18000 CHF/ha (matériel et pose). La durée de vie de ces filets anti-grêle s'élève à quinze ans. Leur déploiement au printemps et leur relèvement lors des vendanges génèrent des coûts à mettre en relation avec leur incidence sur les divers travaux viticoles. Les essais 2016 ont de plus montré que leur efficacité contre *D. suzukii* était insuffisante. La pose de filets de protection latéraux de type «balles de foin» dans des parcelles mécanisées exige une trentaine d'heures de travail par hectare (tabl. 4). En fin de saison, ces filets à usage unique sont retirés par les vendangeurs, puis ramassés après vendanges pour être mis en décharge. Ce type de filets à grandes mailles ne protège toutefois pas le raisin contre les drosophiles. La pose de filets anti-oiseaux à mailles plus fines (bleus ou verts) ou de filets anti-insectes requiert plus d'attention et de travail, vu leur rigidité et leur poids. Leur fermeture à l'aide d'agrafes doit être soignée. Le calcul a donc considéré un temps de travail de 50 heures par hectare. Aux dires des viticulteurs, s'ils sont minutieusement enlevés, ces filets peuvent être réutilisés entre cinq ans et dix ans. Ils doivent généralement être déroulés manuellement les années suivantes. Cependant, certains praticiens ont construit des rouleaux qui permettent de reformer des rouleaux bien structurés et aptes à être redéployés mécaniquement.

La rentabilité de l'usage de filets contre les drosophiles est donc dépendante de plusieurs critères. Si une protection latérale contre les guêpes ou les oiseaux est prévue, le surcoût généré par l'utilisation de filets anti-insectes réutilisables s'élève à environ 1900 CHF/ha comparé à des filets type balle de foin à usage unique mais inefficaces contre *D. suzukii*, et à environ 1100 CHF/ha comparé à des filets de protection contre guêpes et oi-

seaux réutilisés cinq ans. Ce surcoût est à mettre en relation avec le gain de temps à la vendange (moins de triage) et à une diminution des pertes de récolte. Lorsque la pose de filets est nécessaire pour protéger du raisin à haute valeur ajoutée des oiseaux ou des guêpes, l'utilisation de filets anti-insectes semble donc rentable, même avec des attaques modérées de drosophiles.

Conclusions

- L'usage de filets de protection contre *D. suzukii* permet une réduction de l'activité de l'insecte dans la zone des grappes, une réduction des pontes et des taux de pourriture enregistrés à la vendange.
- Ainsi, les filets anti-insectes à mailles fines (1,2x1,2 mm environ) permettent une réduction des pontes de l'ordre de 90 %, suivi par les filets anti-guêpes et anti-oiseaux (70 %). Les filets anti-grêle se sont avérés insuffisants.
- La pose de filets latéraux protégeant la zone des grappes suffit à assurer une protection satisfaisante si les installations sont bien tendues et fermées.
- Les filets anti-insectes devraient être installés après la dernière intervention fongicide, car près de 30 à 40 % des produits peuvent être interceptés par ces installations.
- La couleur des filets n'influence pas l'efficacité de la protection, par contre, la couleur noire semble mieux adaptée d'un point de vue paysager et climatique.
- Le surcoût d'une protection à l'aide de filets peut se justifier dans les situations qui nécessitent d'habitude une protection contre les oiseaux et les guêpes et/ou dans les parcelles à haute valeur ajoutée plantées de cépages sensibles. ■



En bordure de forêt, les filets bien fermés et tendus protègent le vignoble des oiseaux mais également des drosophiles, ici à Twann (BE).

Summary

Nets against *Drosophila suzukii* in viticulture

Since a few years *Drosophila suzukii* has been causing damage in Swiss vineyards. In 2016, Agroscope together with the cantonal authorities tested different kinds of exclusion nets in 22 field trials. Although anti-hail nets turned out to be insufficient, insect-proof nets as well as fine-meshed nets against wasps and birds reduced the activity of *D. suzukii* in the grape zone, decreased oviposition and lowered rot disease at harvest. As long as nets are well closed and tightened, the installation of lateral nets protecting the grape zone is generally sufficient to ensure satisfactory control. The additional costs can be covered in situations where protection against birds and wasps is required anyway and/or in plots of susceptible varieties of a high-added value.

Key words: grapevine, spotted wing drosophila, exclusion nets, mechanical control.

Zusammenfassung

Netze gegen *Drosophila suzukii* im Rebbau

Seit einigen Jahren verursacht *Drosophila suzukii* Schäden im Schweizer Rebbau. 2016 testete Agroscope gemeinsam mit den kantonalen Fachstellen verschiedene Netztypen in insgesamt 22 Feldversuchen. Auch wenn sich Hagelnetze als ungenügend herausgestellt haben, so haben Insekten-schutznetze und engmaschige Netzen gegen Wespen und Vögel die Aktivität von *D. suzukii* in der Traubenzone reduziert, die Eiablage gemindert und den Fäulnisbefall bei der Ernte verringert. Solange die Netze gut gespannt und geschlossen installiert werden, reicht für gewöhnlich ein seitlicher Schutz der Traubenzone aus. Die zusätzlichen Kosten rechtfertigen sich in Situation, welche bereits heute ein Schutz gegen Vögel und Wespen verlangen, und/oder in Parzellen mit anfälligen Rebsorten von hoher Wertschöpfung.

Riassunto

Reti di protezione contro la *Drosophila suzukii* in viticoltura

Da alcuni anni la *Drosophila suzukii* causa dei danni nella viticoltura svizzera. Nel 2016, Agroscope in collaborazione con i servizi cantonali competenti ha realizzato 22 prove pratiche di lotta con l'ausilio di diversi tipi di reti di protezione. Mentre le reti anti grandine si sono rivelate insufficienti, l'uso di reti anti insetto e anti vespe /anti uccelli a maglie fini ha permesso di ridurre l'attività dell'insetto nelle zone dei grappoli come pure di diminuire le ovodeposizioni e i tassi di marciume registrati durante la vendemmia. La posa di reti laterali che proteggono la zona dei grappoli è, generalmente, sufficiente per assicurare una protezione soddisfacente se le installazioni sono ben tese e chiuse. I costi supplementari generati da queste installazioni possono essere giustificati nelle situazioni che necessitano abitualmente di una protezione contro gli uccelli e le vesti e/o nelle parcelle di vitigni sensibili ad elevato valore aggiunto.

Remerciements

Les auteurs remercient vivement les viticulteurs qui ont mis leurs parcelles à disposition pour les essais: MM. M. Burkhart à Weinfelden, M. Frei à Uesslingen et S. Martin à Ligerz. Les essais n'auraient pas pu être réalisés sans la précieuse collaboration technique de Y. Cruchon et C. Carra, des membres du forum viticole SH/TG et de J. Maurer, commissaire viticole du canton de Berne. Les auteurs remercient également la firme GVZ-Rossat AG à Otelfingen pour la mise à disposition de filets et R. Wohlauser et S. Wolf de Syngenta pour les analyses de dépôt de produits.

Bibliographie

- Baroffio C., Richoz P., Salamanca Arriagada B., Kuske S., Brande G., Fischer S., Linder C., Samietz J. & Kehrli P., 2013. Surveillance de *Drosophila suzukii*: bilan de l'année 2012. *Revue suisse Vitic. Arboric. Hortic.* **45** (4): 212–218.
- Gazzarin C., 2016. Coûts-Machines 2016. Agroscope Transfer **142**: 1–56.
- Grassi A. & Pallaoro M., 2012. *Drosophila suzukii* (Matsumura), a revolution for soft fruits in Trentino. In: Ecofruit. 15th International Conference on Organic Fruit-Growing. Proceedings for the conference, Hohenheim, 20–22 February 2012. Weinsberg, Fördergemeinschaft Ökologischer Obstbau e.V. (FÖkO), 179–186.
- Kehrli P., Cruchon Y., Staehli N., Carra C. & Linder C., 2017. *Drosophila suzukii*: un ravageur principal du vignoble? *Revue suisse Vitic. Arboric. Hortic.* **49** (1): 67–69.
- Kuske S., Kaiser L., Razavi E., Fataar S., Schwizer T., Mühlenz I. & Mazzi D., 2014. Netze gegen die Kirschessigfliege. *Schweizer Zeitschrift für Obst- und Weinbau* **22**: 14–18.
- Leach H., Van Timmeren S. & Isaacs R., 2016. Exclusion netting delays and reduces *Drosophila suzukii* (Diptera: Drosophilidae) infestation in raspberries. *J. Econ. Entomol.* **109** (5): 2151–2158.
- Linder C., Kehrli P. & Kuske S., 2015. Drosophile du cerisier dans les vignes: bilan de l'année 2014. *Revue suisse Vitic. Arboric. Hortic.* **47** (1): 59–60.
- Linder C., Kehrli P. & Kuske S., 2017. *Drosophila suzukii* en viticulture. Recommandations 2017. Fiche technique Agroscope, rubrique Plantes N° 53. www.drosophilasuzukii.agroscope.ch
- Riggs D. I., Loeb G., Hesler S. & McDermott L., 2016. Using netting on existing bird netting support systems to exclude Spotted Wing Drosophila (SWD) from a small scale commercial highbush blueberry planting. *New York Fruit Quarterly* (24) **2**, 9–14.

Les parasitoïdes de *Drosophila* en Suisse et leur efficacité sur la drosophile du cerisier

Jana COLLATZ et Valery KNOLL, Agroscope, 8046 Zurich, Suisse

Renseignements: Jana Collatz, jana.collatz@agroscope.admin.ch, tél. +41 58 468 76 69, www.agroscope.ch



Figure 1 | Parasitoïdes (hyménoptères) de *Drosophila*. Les parasitoïdes sont des insectes dont les larves se développent dans ou sur des insectes-hôtes, entraînant la mort de ces derniers. Les adultes vivent de manière indépendante. A: *Leptopilina heterotoma*; B: *Pachycrepoideus vindemmiae*; C: *Trichopria drosophilae*. Photos: J. Collatz, S. Hagenbucher & U. Wyss.

Introduction

Les insectes exotiques qui s'établissent dans un nouvel habitat interagissent avec l'environnement proche. Ils se nourrissent de plantes cultivées et sauvages, de fruits et de graines, ou sont des prédateurs d'autres insectes. Ils peuvent également devenir à leur tour les proies d'insectes indigènes (prédateurs) ou servir d'hôtes aux hyménoptères indigènes (parasitoïdes, fig. 1).

Les insectes exotiques peuvent donc avoir un impact direct ou indirect sur les espèces indigènes.

A titre d'exemple, un nouvel organisme peut constituer une proie toxique et réduire ainsi les prédateurs (Barry et Ohno 2015) ou un nouvel organisme hôte peut accroître le nombre de parasitoïdes, augmentant ainsi le nombre d'hôtes indigènes touchés (Settle et Wilson 1990). Enfin, les mesures prises pour lutter contre le nouvel organisme nuisible peuvent aussi avoir des conséquences sur les espèces non cibles, comme les ennemis naturels. C'est pourquoi lorsqu'une nouvelle espèce apparaît, il est important de bien connaître ses interactions dans l'écosystème.

En Suisse, la drosophile du cerisier, *Drosophila suzukii*, arrive dans un écosystème comptant déjà de nombreuses espèces indigènes de drosophiles avec leurs ennemis naturels. Il est probable que certaines de ces espèces fassent de la drosophile du cerisier leur proie ou qu'elles s'en servent d'hôte, comme cela a été relevé en Italie, en Espagne et aux Etats-Unis (Rossi Stacconi *et al.* 2015, Gabarra *et al.* 2015). Aussi avons-nous étudié les interactions possibles entre la drosophile du cerisier et les parasitoïdes indigènes pour (i) établir la liste des espèces de parasitoïdes de *Drosophila* en Suisse, (ii) étudier l'influence de l'habitat et de la saison sur la présence des parasitoïdes et (iii) déterminer si *D. suzukii* est apte à servir d'hôte aux différentes espèces de parasitoïdes.

Matériel et méthodes

Collectes sur le terrain

Les collectes ont été effectuées pendant deux ans (2014 et 2015) dans les cantons du Tessin, de Zurich, de Thurgovie et de Bâle-Campagne. Des échantillons ont été prélevés sur six sites cultivés (cultures fruitières) et six habitats semi-naturels (forêts ou haies), une fois au début, au milieu et à la fin de la saison (de juin à septembre). Les sites cultivés ont été interchangés afin de disposer de fruits mûrs au moment de la collecte.

Des fruits endommagés (cerises, pruneaux) infectés par *D. melanogaster*, une espèce indigène, ont été utilisés comme appâts. Ils ont été placés sur la parcelle pendant quatre jours pour permettre aux parasitoïdes d'y pondre leurs œufs (fig. 2). Les échantillons ont été



Figure 2 | Pièges avec appâts en plein champ pour inciter les parasitoïdes *Drosophila* à pondre leurs œufs. Les bols contiennent des fruits attaqués par les larves ou les pupes de *Drosophila melanogaster*. Au centre se trouve une petite cage avec des *D. melanogaster* adultes.

Résumé ■ En Suisse, la drosophile du cerisier (*Drosophila suzukii*) arrive dans un écosystème comportant déjà de nombreuses espèces indigènes de drosophiles avec leurs ennemis naturels. Des collectes ont été effectuées en plein champ afin d'étudier les interactions entre la drosophile du cerisier et les parasitoïdes locaux. Huit espèces de parasitoïdes ont été relevées, en quantités différentes suivant l'habitat et la saison. Dans les essais en laboratoires, les parasitoïdes attaquant les pupes de mouches se sont développés sur la drosophile du cerisier, contrairement à ceux qui attaquent les larves. Relevons toutefois que ces derniers ont entraîné occasionnellement la mort de la larve. Ainsi, les parasitoïdes indigènes interagissent avec la drosophile du cerisier et peuvent être utiles pour lutter contre ce fléau.

ensuite mis dans une chambre climatisée pendant six semaines et régulièrement contrôlés. Après ce délai, les parasitoïdes éclos ont été cultivés en laboratoires.

Elevages

Trois espèces de *Drosophila* (*D. melanogaster*, *D. subobscura*, *D. suzukii*) ont été placées en milieu de culture. Des larves en milieu de culture de *D. melanogaster* (*Leptopilina boulardi*, *L. heterotoma*) et de *D. subobscura* (*Asobara tabida*) ainsi que des pupes de *D. melanogaster* sur tampons d'ouate (pour tous les autres parasitoïdes) ont été proposés comme hôtes aux parasitoïdes.

Test de parasitage

Le test de la capacité de parasitage consistait à proposer soit 40 larves (âgées d'environ 24h) sur 2g de milieu de culture ou 45 pupes sur du papier ménager de *D. melanogaster* ou de *D. suzukii* dans des récipients en plastique. Une femelle parasitoïde appariée a été placée pendant cinq jours dans une des moitiés de chaque récipient, l'autre moitié ne contenant pas de parasitoïdes et servant de témoin. Du miel a été proposé en guise de nourriture et les récipients ont été surveillés jusqu'à l'éclosion des mouches et des parasitoïdes.

Evaluation statistique

Etant donné le petit nombre de parasitoïdes éclos en 2014, les analyses statistiques se concentrent sur les données relevées en 2015. Pour les besoins de l'évaluation, les résultats ont été regroupés sur toutes les ré-

gions. L'influence de l'habitat et de la saison sur l'éclosion des parasitoïdes issus des échantillons prélevés sur le terrain a été analysée à l'aide de modèles linéaires généralisés (GLM), tout comme le parasitage de *D. suzukii* en laboratoire. Des comparaisons par paires ont été effectuées à l'aide de tests de correction Bonferroni.

Résultats

Echantillons prélevés sur le terrain

Huit espèces de parasitoïdes ont éclos des échantillons prélevés sur le terrain (tabl. 1). L'espèce la plus fréquente et représentée dans toutes les régions était *Pachycrepoideus vindemmiae*. Quelques espèces n'étaient présentes que dans certaines régions, comme *Trichopria drosophilae*, trouvée au Tessin uniquement. *P. vindemmiae*, *L. boulandi* et *T. drosophilae* ont été découvertes plus fréquemment en plein été, alors que

L. heterotoma et *A. tabida* étaient plus répandues au printemps (fig. 3). Les appâts provenant d'habitats semi-naturels présentaient un nombre significativement plus élevé d'individus des espèces *L. heterotoma* et *T. drosophilae*, et ceux des sites cultivés nettement plus d'individus de l'espèce *P. vindemmiae* (fig. 3).

Essais de parasitage

A l'exception de deux individus *L. heterotoma*, aucun parasitoïde de larve n'a pu se développer sur *D. suzukii*. *L. heterotoma* et surtout *L. boulandi* ont néanmoins réduit de manière significative le nombre de mouches écloses. Par contre, toutes les espèces testées de parasitoïdes de pupes se sont développées sur *D. suzukii* (fig. 4).

Discussion

Dans l'ensemble, le nombre de parasitoïdes éclos était nettement plus élevé en 2015 qu'en 2014. Les populations de *Drosophila* étant nettement plus importantes durant l'été 2014 qu'en 2015, du fait des conditions météorologiques, les appâts mis en place sur le terrain en 2014 devaient faire face à la concurrence élevée des hôtes naturels. En 2015 au contraire, les parasitoïdes disposaient de relativement peu d'hôtes et il est probable qu'ils aient été plus facilement attirés par les pièges.

La température joue un grand rôle dans l'activité et la dissémination des parasitoïdes. *Trichopria drosophilae*, présente également en Espagne et en Italie (Garra et al. 2015, Mazzetto et al. 2016), n'est apparue qu'au Tessin. De nouvelles découvertes effectuées en Allemagne, dans la vallée du Rhin, la Bergstrasse et le Vieux-Pays (Englert et Herz, comm. pers.) semblent indiquer que la température hivernale pourrait être un facteur environnemental limitant, la plupart des espèces de parasitoïdes étant plus fréquentes en plein été. Ces résultats pourraient être dus, hormis les varia-

Tableau 1 | Canton, nombre de parasitoïdes éclos et nombre de pièges contenant des parasitoïdes provenant des collectes sur le terrain en 2014 et 2015. ZH: Zurich; TI: Tessin; TG: Thurgovie; BL: Bâle-Campagne.

Famille, espèce	Canton	Individus	Pièges
Braconidae			
<i>Asobara tabida</i>	ZH, TG, BL	58	9
Diapriidae			
<i>Trichopria drosophilae</i>	TI	520	9
<i>Trichopria modesta</i>	TG	4	1
Figitidae			
<i>Leptopilina boulandi</i>	ZH, TI, BL	2498*	39*
<i>Leptopilina heterotoma</i>	ZH, TI, BL, TG	695*	36*
Pteromalidae			
<i>Pachycrepoideus vindemmiae</i>	ZH, TI, BL, TG	7585	82
<i>Spalangia erythromera</i>	BL	62	2
<i>Vrestovia fidenas</i>	BL, TG	13	2

*2014: au total, 1836 *Leptopilina* sp. ont éclos de 17 pièges.

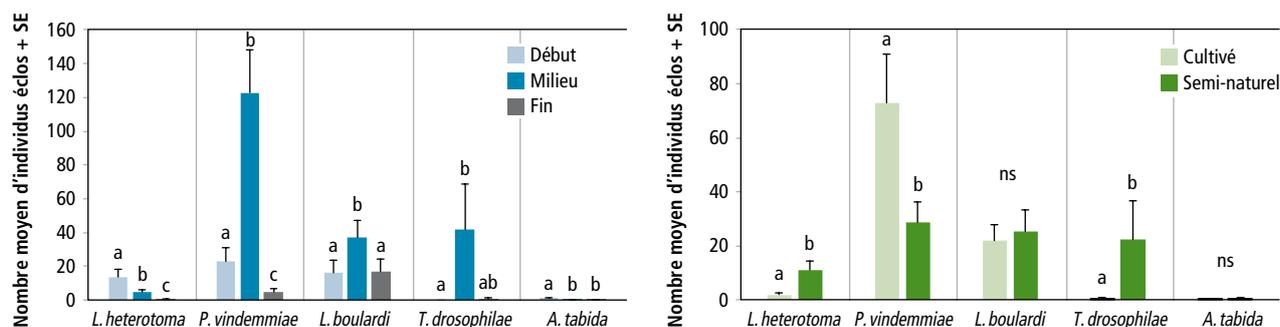


Figure 3 | Moyenne et écart-type des nombres de parasitoïdes éclos à partir des appâts, placés sur le terrain au début, au milieu et la fin de la saison dans les habitats semi-naturels et cultivés pendant des périodes de quatre jours. A droite: influence de l'habitat; à gauche: influence de la saison. Les lettres différentes indiquent des écarts significatifs, P < 0,05, GLM, post hoc test séquentiel de correction Bonferroni.

tions de population durant la saison, à une activité accrue des parasitoïdes lorsque les températures sont élevées. *Pachycrepoideus vindemmiae* a été fréquemment trouvé en particulier sur des sites cultivés. Ce parasitoïde attaque non seulement de nombreuses espèces de mouches, mais aussi d'autres parasitoïdes de *Drosophila* (Peters 2009). Ainsi, l'impact sur les populations de *Drosophila* peut être aussi bien négatif que positif.

D'autres espèces, notamment *T. drosophilae*, sont probablement plus sensibles aux fluctuations de températures et d'humidité et privilégient donc les habitats semi-naturels, présentant des conditions climatiques plus stables que les cultures. Les habitats semi-naturels peuvent ainsi bien jouer un rôle important pour les ennemis naturels de la drosophile du cerisier qu'offrir une protection et des ressources à cette dernière. Cet aspect doit donc être étudié, de même que l'impact de la gestion de ces habitats sur les cultures environnantes (Wang *et al.* 2016).

Il est intéressant de constater que les parasitoïdes de larves n'ont pas pu se développer sur *D. suzukii*, mais qu'ils ont réduit le nombre de mouches écloses. *Drosophila suzukii* peut se défendre contre les parasitoïdes de larves en encapsulant ses œufs (Kacsoh et Schlenke 2012). Toutefois, cette réponse immunitaire n'est pas sans avoir un coût: les larves se développent plus mal (Fellowes *et al.* 1999) et les nouveaux adultes sont moins fertiles (Iacovone *et al.* 2015). Pour les parasitoïdes également, l'interaction avec les larves de mouches est lourde de conséquences, car ils pondent leurs œufs en vain.

Tous les parasitoïdes de pupes étudiés ont pu produire un nombre de descendants similaire sur *D. suzukii* et *D. melanogaster*. Dans l'ensemble, les espèces de parasitoïdes se distinguent cependant par leur efficacité.

Nos études confirment les observations de Wang *et al.* (2016) qui attestent que *T. drosophilae* peut se développer sur *D. suzukii*. Toutefois, les taux de parasitage trouvés varient considérablement suivant l'origine des parasitoïdes, ce qui indique qu'il est important de bien choisir les populations s'il est prévu de les utiliser dans la lutte biologique contre les ravageurs. Outre la capacité physiologique à parasiter *D. suzukii*, le comportement du parasitoïde sur le terrain joue également un rôle clé: par exemple, sa capacité à trouver un hôte, son comportement en présence de différentes espèces d'hôtes et le risque pour les espèces non-cibles.

Conclusions

- De nombreuses espèces indigènes de parasitoïdes de *Drosophila* peuvent interagir avec *D. suzukii*. La diversité des parasitoïdes trouvés offrent des possibilités pour la lutte contre ce ravageur.
- Les interactions entre la drosophile du cerisier et les parasitoïdes sont multiples et peuvent avoir des conséquences négatives pour l'une comme pour l'autre. Il est important de ne pas les perdre de vue dans l'établissement de mesures de lutte contre *D. suzukii*. ■

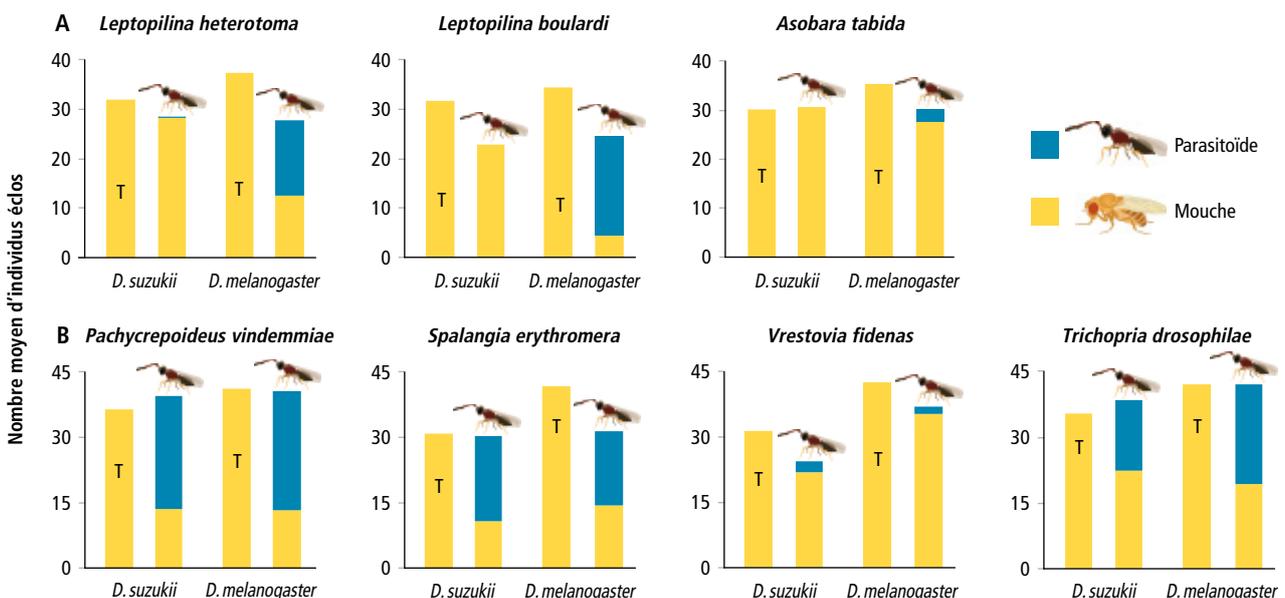


Figure 4 | Nombre moyen de mouches et de parasitoïdes éclos dans l'essai en laboratoire. 40 larves (A) ou 45 (B) pupes ont été libérées pendant cinq jours pour une femelle de parasitoïde; la barre de gauche représente le témoin sans parasitoïde.

Summary

Drosophila parasitoids in Switzerland and their ability to parasitize the spotted wing *Drosophila*

The spotted wing *Drosophila* (*Drosophila suzukii*) enters an ecosystem in Switzerland with numerous native *Drosophila* species and their natural enemies such as predators and parasitoids. To investigate the interactions of the spotted wing *Drosophila* with native parasitoids, field collections were performed. Eight species of parasitoids were collected, differing in abundance according to habitat and season. Laboratory assays demonstrated that the pupal parasitoids developed on the spotted wing *Drosophila* but not the larval parasitoids, although the latter ones could also reduce fly emergence. This shows that native parasitoids interact with the spotted wing *Drosophila* and thus should be regarded when developing pest control strategies.

Key-words: parasitic wasp, biological control, semi-natural habitat, *Drosophila suzukii*.

Zusammenfassung

Drosophila-Parasitoide in der Schweiz und ihre Fähigkeit die Kirschessigfliege zu parasitieren

Die Kirschessigfliege (*Drosophila suzukii*) trifft in der Schweiz auf ein Ökosystem mit zahlreichen einheimischen *Drosophila*-Arten und deren natürlichen Feinde, z.B. Räuber und Schlupfwespen. Um die Interaktionen der Kirschessigfliege mit einheimischen Parasitoiden zu untersuchen, wurden Feldsammlungen durchgeführt. Acht Parasitoiden-Arten traten je nach Habitat und Jahreszeit unterschiedlich häufig auf. In Laborversuchen konnten sich diejenigen Parasitoide, die Fliegenpuppen befallen, auf der Kirschessigfliege entwickeln, nicht jedoch solche die Larven attackieren. Letztere führten jedoch auch gelegentlich zum Tod der Fliegenlarve. Dies zeigt, dass einheimische Parasitoide mit der Kirschessigfliege interagieren und daher bei der Entwicklung von Bekämpfungsmassnahmen beachtet werden sollten.

Riassunto

I parassitoidi di *Drosophila* in Svizzera e la loro efficacia sulla drosfila del ciliegio

In Svizzera, la drosfila del ciliegio (*Drosophila suzukii*) arriva in un ecosistema che conta già numerose specie indigene di drosofile con i loro nemici naturali, per esempio i predatori e gli imenotteri. Al fine di studiare le interazioni tra la drosfila del ciliegio e i parassitoidi locali, sono stati raccolti dei campioni sul campo. Sono state determinate otto specie di parassitoidi, in quantità differenti secondo l'habitat e la stagione. Nei test in laboratorio, i parassitoidi che attaccano le pupe delle mosche si sono sviluppati sulla drosfila del ciliegio ma non quelli che attaccano le larve. Questi ultimi hanno tuttavia a volte causato la morte delle larve. Ciò dimostra che i parassitoidi indigeni interagiscono con la drosfila del ciliegio e che possono essere utili per sviluppare misure di lotta contro questa piaga.

Remerciements

L'étude a été financée par l'Office fédéral de l'environnement et la TaskForce Drosophile du cerisier de l'Office fédéral de l'agriculture. Nous remercions T. Ellenbroek pour les travaux sur le terrain en 2014, J. Romeis pour les précieuses discussions et H. Baur, A. Loni et D. Notton pour l'identification des parasitoïdes. L'article anglais original est disponible en ligne:

- Knoll, V., T. Ellenbroek, J. Romeis & J. Collatz, 2017. Seasonal and regional presence of hymenopteran parasitoids of *Drosophila* in Switzerland and their ability to parasitize the invasive *Drosophila suzukii*. *Sci Rep-Uk* 7: 40697. <https://www.nature.com/articles/srep40697>

Bibliographie

- Barry A. & Ohno K., 2015. Prey aphid inhibits development and reproduction of *Coccinella septempunctata bruckii* and *Propylea japonica* (Coleoptera: Coccinellidae) but maintains adults. *Appl. Entomol. Zool.* 50, 517–523.
- Fellowes M. D. E., Kraaijeveld A. R. & Goodfray H. C., 1999. The relative fitness of *Drosophila melanogaster* (Diptera: Drosophilidae) that have successfully defended themselves against the parasitoid *Asobara tabida* (Hymenoptera: Braconidae). *J. Evolution. Biol.* 12, 123–128.
- Gabarra, R., Riudavets J., Rodríguez G. A., Pujade-Villar J. & Arnó J., 2015. Prospects for the biological control of *Drosophila suzukii*. *BioControl* 60, 331–339.
- Iacovone A., Ris N., Poirie M. & Gatti J.-L., 2015. *Drosophila suzukii* pays the price of parasitoid wasp encapsulation. In: Program 4th International Entomophagous Insects Conference, 4–9 October, 2015 Malaga, Spain.
- Kacsoh, B. Z. & Schlenke T. A., 2012. High hemocyte load is associated with increased resistance against parasitoids in *Drosophila suzukii*, a relative of *D. melanogaster*. *Plos One* 7, e34721.
- Mazzetto F., Marchetti E., Amiresmaeili N., Sacco D., Francati S., Jucker C. et al., 2016. *Drosophila* parasitoids in northern Italy and their potential to attack the exotic pest *Drosophila suzukii*. *J. Pest. Sci.* 89, 837–850.
- Peters R., 2009. New habitat and host records and notes on life history of *Pachycrepoideus vindemmiae* (Rodani, 1875) (Hymenoptera: Chalcidoidea: Pteromalidae). *Mitt. Hamb. Zool. Mus. Inst.* 106, 39–49.
- Rossi Stacconi M. V., Buffington M., Daane K. M., Dalton D. T., Grassi A., Kaçar G. et al., 2015. Host stage preference, efficacy and fecundity of parasitoids attacking *Drosophila suzukii* in newly invaded areas. *Biol. Control* 84, 28–35.
- Settle W. H. & Wilson L. T., 1990. Invasion by the variegated leafhopper and biotic interactions: parasitism, competition, and apparent competition. *Ecology* 71, 1461–1470.
- Wang X.-G., Kaçar G., Biondi A. & Daane K. M., 2016. Life-history and host preference of *Trichopria drosophilae*, a pupal parasitoid of spotted wing drosophila. *BioControl* 61, 1–11.

**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



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
16 mm

PanGas AG
Industriepark 10, CH-6252 Dagmersellen
Téléphone 0844 800 300, Fax 0844 800 301
contact@pangas.ch

www.pangas.ch



HAUSWIRTH

Maitrise fédérale

BURSINS S.A.

Machines viticoles

021 824 11 29 - info@hauswirthsa.ch



LE RESPECT DE VOTRE VENDANGE



LACOUR



NADALIE
TONNELLERIE



FELCO®
SWISS MADE



WEINBAUGERÄTE

Alphatec



1438 Method
8165 Oberweningen ZH

Tél. 024 442 85 40
Tél. 044 856 06 36

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

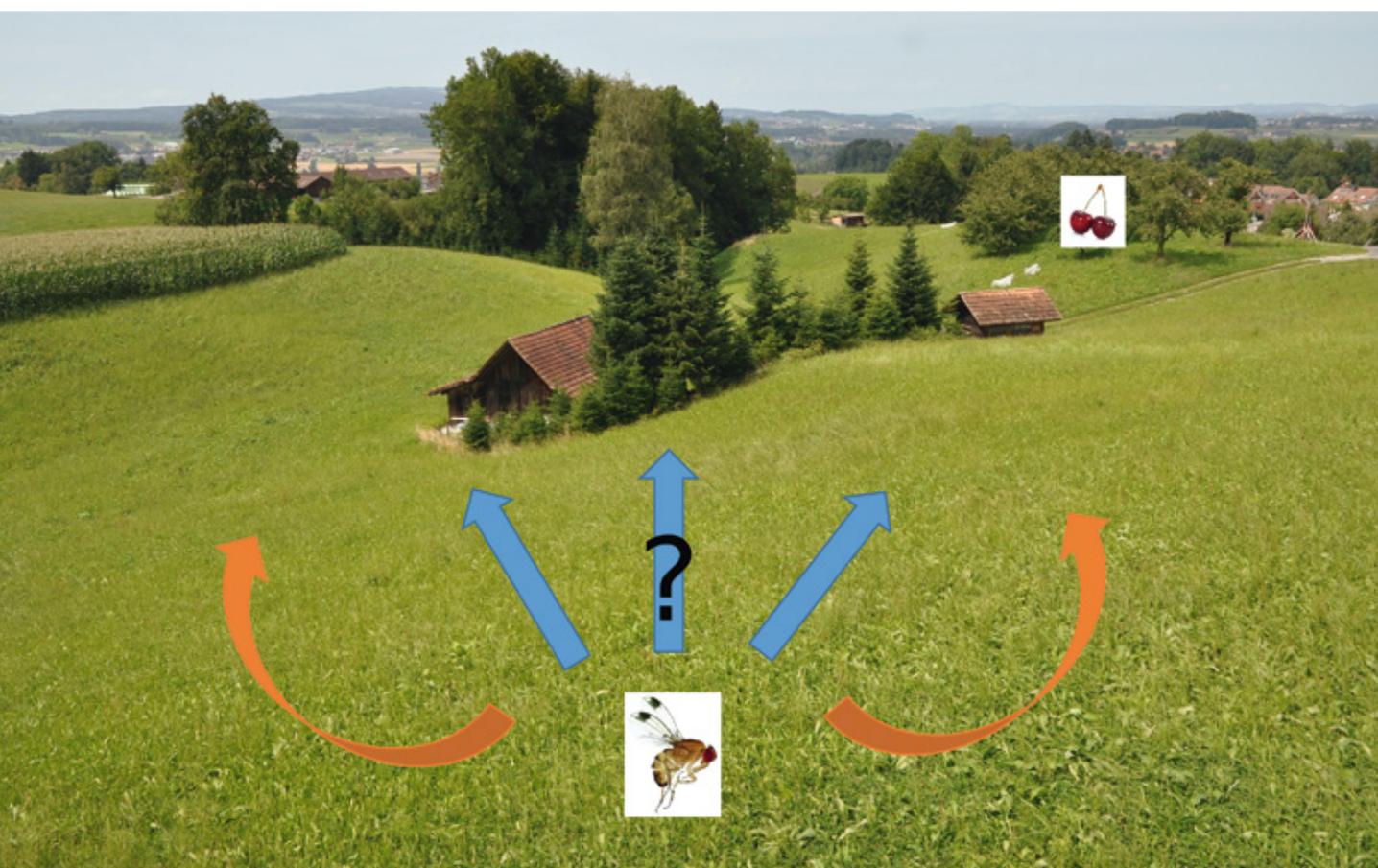
Rue Antoine-Jolivet 7
CP 1212 - 1211 Genève 26
Tél. +41 (0) 22 343 79 42

www.gaud-bouchons.ch

Rôle des structures paysagères dans la propagation de la drosophile du cerisier

Ernest Ireneusz HENNIG, Stefan KUSKE et Dominique MAZZI, Agroscope, 8820 Wädenswil, Suisse

Renseignements: Ernest Ireneusz Hennig, e-mail: ernest.hennig@agroscope.admin.ch, tél. +41 58 46 86 097, www.agroscope.ch



Structure paysagère et propagation de la drosophile du cerisier.

Introduction

Depuis la première apparition de la drosophile du cerisier (*Drosophila suzukii*, Matsumura) en Suisse en 2011 et sa rapide propagation sur le continent européen (Asplen *et al.* 2015), les activités de recherche, en Suisse comme dans les pays voisins, consistent essentiellement à tester l'efficacité de différentes solutions visant à contrôler ce fléau. Il s'agit notamment d'étudier la capture massive à l'aide d'appâts et de pièges (Baroffio *et al.* 2013; Quitschau *et al.* 2016), l'emploi de barrières physiques et de produits phytosanitaires (Baroffio *et al.*

2013; Brand *et al.* 2014, Kuske *et al.* 2016), ainsi que les effets de l'infestation sur la valeur commerciale de la récolte (Heiri *et al.* 2016). Bien que ces méthodes aient des résultats parfois prometteurs, elles ont l'inconvénient de couper les cultures traitées du paysage environnant, et donc de leur écosystème. En effet, les mesures prises peuvent constituer un danger pour les organismes non cibles qui peuvent se retrouver prisonniers des filets et des pièges et être largement touchés par les produits phytosanitaires. En outre, l'emploi de filets peut modifier le microclimat dans la culture, au point de favoriser les autres ravageurs et les micro-

organismes pathogènes pour les plantes et entraver les travaux agricoles (Thomas Schwizer, communication pers., octobre 2016). Se pose dès lors la question des moyens dont on dispose pour obtenir une production plus durable du point de vue écologique dans les cultures menacées par la drosophile du cerisier.

Le concept de paysages favorisant la répression des ravageurs («pest-suppressive landscapes») constitue une possibilité de lutter contre les organismes nuisibles dans le cadre de l'écologie des paysages. La plupart des études relatives à ce concept concernent la mise en place de structures visant à augmenter le nombre et l'efficacité des antagonistes naturels potentiels du ravageur (Schellhorn *et al.* 2015; Veres *et al.* 2013). Une autre possibilité intéressante, mais moins étudiée, consiste à identifier les habitats sources (lieux de retraite à proximité des cultures) et à les traiter de manière à entraver, voire à endiguer la constitution des populations de drosophiles du cerisier (Ricci *et al.* 2013). Ainsi, il s'agit d'étudier quel est le rôle des éléments structurels du paysage pour la drosophile du cerisier. Un vaste monitoring réalisé dans divers cultures et habitats a permis de réunir ces informations. A partir de ces résultats, un essai a été mis en place dans le but d'étudier (a) la fiabilité et la faisabilité, (b) les éventuelles limites du plan expérimental et (c) l'effet d'éléments végétatifs sur la propagation de la drosophile du cerisier.

Matériel et méthodes

Monitoring

De janvier 2013 à février 2016, un monitoring a été effectué sur douze sites à Wädenswil. Les sites comprenaient huit cultures différentes et quatre habitats (fig. 1). Sur chaque site, deux pièges construits par nos soins ont été suspendus à environ 1,60 m de haut. Ces



Figure 1 | Sites de monitoring et types de culture ou d'habitat.

Résumé A ce jour, peu d'études ont été consacrées à l'impact des grandes structures paysagères sur la drosophile du cerisier. La mise en place des essais est délicate en raison de la grande variabilité du paysage et nécessite par conséquent un grand nombre de répétitions. Pour la première fois, cette expérimentation a démontré que la structure de végétation a également d'autres fonctions que celle de refuge. Le nombre plus élevé de captures dans le tunnel comportant des arbres indique que les structures de végétation peuvent favoriser la propagation des drosophiles. La propagation semble toutefois dépendre de la température: lorsque celle-ci a diminué, le nombre de mouches capturées était plus élevé dans le tunnel sans arbres. Ainsi, il est probable que lorsque les températures sont basses, les mouches trouvent refuge dans les arbres.

pièges contenaient environ 80 ml d'une solution d'appât disponible dans le commerce (RIGA AG, Ellikon an der Thur). Les pièges ont été changés à intervalles irréguliers, au moins une fois par mois, afin de procéder au comptage des drosophiles du cerisier.

Tunnels et pièges à appât

Deux tunnels côte à côte (longueur 35 m, largeur 8 m, hauteur 4 m) ont été utilisés. Les tunnels étaient recouverts d'un film transparent. Au centre d'un des deux tunnels, 36 pommiers en feuilles des variétés «Golden Delicious» (90 %) et «Topas» (10 %) ont été plantés. Ils mesuraient entre 1,80 et 2,10 m de haut et étaient placés sur deux rangées à intervalles de 96 à 108 cm (fig. 2a). Tous les arbres étaient raccordés au système d'irrigation pour éviter tout stress hydrique. Le deuxième tunnel ne contenait que de la terre en friche (fig. 2b). A 2 m de la fin du tunnel, trois pièges ont été placés, chacun sur un piquet à une hauteur d'environ 1,40 m (fig. 2c). Les pièges étaient constitués d'un récipient plastique transparent de 1,2 l ($r = 5$ cm, $h = 15$ cm), dont les côtés étaient perforés (trous de 0,4–0,6 mm de diamètre, 7 trous/25 cm²) et recouverts d'un filet blanc à fines mailles. Le récipient en plastique contenait un gobelet plus petit, également transparent, renfermant 60 ml de solution d'appât (RIGA AG, Ellikon an der Thur). Le petit gobelet était couvert d'un filet à fines mailles et d'un couvercle en plastique pourvu d'une ouverture

(rayon d'environ 1 cm) (fig. 2). Pour capturer les mouches, un piège adhésif jaune (W. Neudorff GmbH KG, Emmerthal, Allemagne) de 7,5 x 20 cm a été rajouté. Les mouches ne pouvaient entrer et sortir du piège que par les trous.

Culture des mouches et marquage des protéines

Les drosophiles du cerisier ont été élevées en terrariums dans une chambre climatisée à 17–19 °C. Le milieu de culture utilisé était un mélange composé de 500 ml d'eau, 30 g de farine, 400 g de bananes, 50 g de levure, 20 g d'agar-agar et 4 g de nipagine, dissoute dans 30 ml d'alcool à 10 %. Un jour avant le lâcher (ou tôt le matin en cas de lâcher l'après-midi même), plus de 100 drosophiles du cerisier ont été recueillies dans les cultures. Les scientifiques ont tenté de capturer la même proportion de mâles et de femelles. Les mouches ont été immobilisées en plaçant les récipients qui les contenaient dans une chambre froide à 4 °C pendant 5 à 10 minutes. Pendant ce temps, un récipient en plastique

transparent de 1,2 l ouvert aux deux extrémités a été préparé pour le marquage. Une boîte de Petri remplie de coton imbibé de solution de protéine d'œuf a été placée à l'une des extrémités du récipient. Un morceau d'environ 1 x 2 cm de milieu de culture a également été mis dans le coton et enduit de solution nutritive, de sorte que tout contact avec le coton ou le milieu de culture conduise au marquage. Les mouches ont ensuite été transvasées dans un petit récipient en plastique placé dans le coton. Les récipients en plastique ont été fermés par un filet blanc à fines mailles et conservés dans la chambre climatisée. Les mouches ont de nouveau été immobilisées le jour suivant et réparties par sexe dans de petits récipients plastiques transparents. Dans le tunnel avec traitement, un récipient contenant des mouches mâles et un récipient contenant des mouches femelles ont été ouverts à la hauteur des deux premiers arbres. Dans le tunnel sans traitement, les mouches ont été libérées approximativement à la même distance. Le moment d'ouverture des récipients a été défini comme point de départ. Cette procédure a été répétée pendant quatre jours consécutifs, simultanément pour les deux tunnels.

Identification du marquage

L'examen des protéines sur les mouches a permis de s'assurer que seules des drosophiles du cerisier issues de culture ont été comptées. On a ainsi évité que des mouches ayant pénétré dans le tunnel se retrouvent dans les pièges et ne conduisent à une surestimation des résultats. Le test a été fait à l'aide d'un procédé ELISA basé sur des anticorps de détection couplés à une enzyme. Cela consistait à placer les mouches capturées dans une solution tampon pour dissoudre les protéines (TBS) et à les mettre dans un agitateur. Ensuite, trois échantillons ont été prélevés sur chaque solution contenant une mouche capturée et ont été placés dans trois cupules juxtaposées sur une plaque de microtitrage ELISA. L'addition de solutions de blocage (sérum bovin) a empêché que les immunoglobulines de lapin anti-voilaie et de chèvre anti-lapin ajoutées lors de l'étape suivante ne se lient à la surface de la plaque de microtitrage. La deuxième immunoglobuline est couplée à l'enzyme peroxydase, qui provoque une réaction colorée lors de la dernière étape grâce à l'addition d'un chromogène (3,3',5,5'-tétraméthylbenzidine (TMB)) (maximum d'absorption avec peroxydase à 650 nm), dans la mesure où la protéine et donc l'immunoglobuline sont liées à la paroi de la cupule. Entre les différentes étapes, les plaques ont été rincées à l'aide d'une solution PBST et traitées à la chaleur dans un four pour garantir les réactions des composants chimiques. La protéine a été



Figure 2 | Tunnel avec (a) et sans (b) traitement. Piège dans le tunnel sans traitement (c).

déterminée par mesure de la densité optique à l'aide du lecteur Tecan (Tecan Austria GmbH, Grödig/Salzburg, Autriche), du logiciel i-control, version 1.8., et d'une interprétation statistique consécutive tenant compte des valeurs du témoin négatif.

Réalisation

L'expérience a été répétée trois fois durant quatre jours consécutifs: 15.10–18.10.2016, 25.10–28.10.2016 et 08.11–11.11.2016. Les récipients contenant les mouches marquées sont restés dans les tunnels pendant toute la durée de l'expérience. Le nombre de mouches mortes a toutefois été relevé à chaque observation, afin d'estimer le nombre effectif de mouches en mouvement dans le tunnel. Les trois pièges placés dans chaque tunnel ont été contrôlés deux fois par jour, afin d'identifier les drosophiles du cerisier. Les mouches vivantes et mortes ont été relevées séparément, pour éviter des erreurs de comptage si les mouches vivantes venaient à sortir du piège. C'est la raison pour laquelle les chiffres ne se cumulent pas dans le temps. Les températures extérieures moyennes sont fondées sur les données quotidiennes d'Agrometeo (<http://www.agrometeo.ch>) pour la station «Wädenswil-Arboriculture». Une moyenne a été établie pour la durée de l'essai. Les deux tunnels étaient protégés par un film plastique et se situaient côte à côte, raison pour laquelle on suppose que seule la température a joué un rôle pour la mobilité des drosophiles dans l'essai.

Evaluation statistique

Afin de déterminer la signification de la réaction colorée et donc de prouver que la drosophile du cerisier capturée faisait partie de la population libérée et marquée, les scientifiques ont fait appel à la statistique. On admet une répartition normale $N(\mu, \sigma^2)$ pour les va-

leurs de densité optique des témoins négatifs, le paramètre μ étant estimé à partir de la moyenne des valeurs de densité optique des témoins négatifs et le paramètre σ^2 à partir de l'écart-type au carré. La probabilité que la valeur de densité optique de l'échantillon tombe dans la répartition des témoins négatifs a été ensuite calculée:

$$P[X \in N(\mu, \sigma^2)]$$

Dans le cas d'une probabilité de $p < 0,05$, il est exclu que l'échantillon fasse partie de la population des témoins négatifs. Il s'agit donc d'une mouche marquée.

Résultats

Monitoring

Les résultats du monitoring réalisé sur le site de Wädenswil mettent en évidence l'importance des lisières de forêts et des forêts elles-mêmes pour la période 2013–2015, bien qu'il y ait des différences entre les années. Ainsi, lors de la première année du monitoring, davantage de mouches ont été capturées dans la plantation de cerisiers qu'en forêt ou en lisière de forêt (fig. 3). La deuxième année, la majorité des mouches ont été capturées dans le parc et en lisière de forêt, soit dans des habitats non cultivés se caractérisant par la présence d'arbres et d'arbustes. La dernière année, les captures se répartissaient comme suit: 34 % en lisière de forêt, 15 % dans la forêt, 12 % dans le parc.

Toutes les cultures du site de Wädenswil, à l'exception des cerisiers, jouaient un rôle secondaire pour la drosophile du cerisier (< 15 %).

Expérience sous tunnel

Les résultats relatifs à l'identification du marquage aux protéines ont montré que toutes les mouches capturées faisaient partie des mouches marquées et que, par

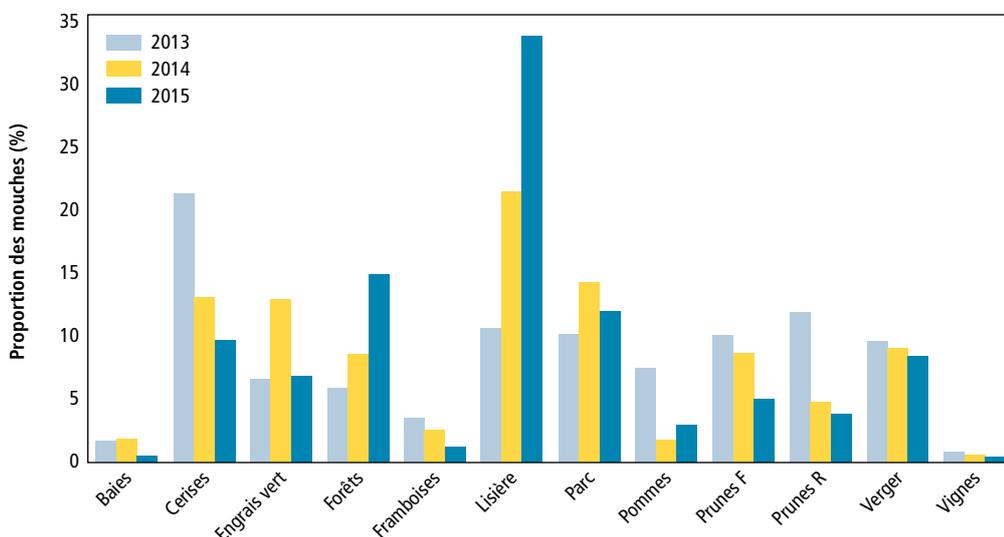


Figure 3 | Capture de drosophiles du cerisier adultes dans les cultures et les autres habitats pendant la période du monitoring 2013–2015.

conséquent, aucune mouche trouvée dans les pièges n'avait pénétré dans le tunnel depuis l'extérieur (fig. 4a). Le nombre total des mouches capturées a diminué régulièrement, du premier (16 mouches max.) au troisième essai (4 mouches max.) dans les deux traitements, notamment dans celui avec les arbres (fig. 4b-d). La température moyenne quotidienne a également nettement diminué sur la même période, passant de $10,9^{\circ}\text{C} \pm 0,83$ (1^{er} essai) à $10,3^{\circ}\text{C} \pm 1,85$ (2^e essai), pour atteindre $3,7^{\circ}\text{C} \pm 1,55$ (3^e essai). Dans le premier essai, des drosophiles du cerisier se trouvaient dans les pièges dès le jour du lâcher (jour 0), que ce soit dans le tunnel avec arbres comme dans celui sans arbres (fig. 4b). Dans les deuxième et troisième essai, des mouches n'ont été trouvées dans les pièges qu'un jour après le lâcher (jour 1). Dans le troisième essai (traitement tunnel sans arbres), les premières mouches n'ont été relevées dans les pièges que le deuxième jour (fig. 4d). Les deux premiers essais indiquent un nombre nettement plus élevé de drosophiles du cerisier dans le tunnel avec les arbres (fig. 4b-c). Par contre, l'évolution des captures de mouches varie entre les deux premiers essais. Dans

le premier essai, le nombre de mouches capturées dans le tunnel avec arbres augmente au fil du temps, tandis qu'il a tendance à stagner dans le tunnel sans arbres (fig. 4b). Lors du deuxième essai, aucun changement majeur n'a été constaté au cours du temps, tandis que dans le troisième essai, le nombre de drosophiles augmente légèrement dans le tunnel sans arbres (fig. 4c-d). Il faut en outre préciser que la température a baissé entre les trois essais, avec des températures très fraîches pendant le dernier essai.

Discussion

Pendant les trois années de monitoring, la plupart des mouches ont été capturées dans des habitats semi-naturels, tandis que dans une comparaison toutes cultures confondues, la majorité des drosophiles du cerisier a été trouvée dans les pièges placés dans la culture de cerises. Ces résultats soulignent l'importance des habitats semi-naturels et corroborent des observations similaires d'autres études (Pelton *et al.* 2016). Bien que le rôle de ces habitats pour la drosophile du cerisier ne soit pas

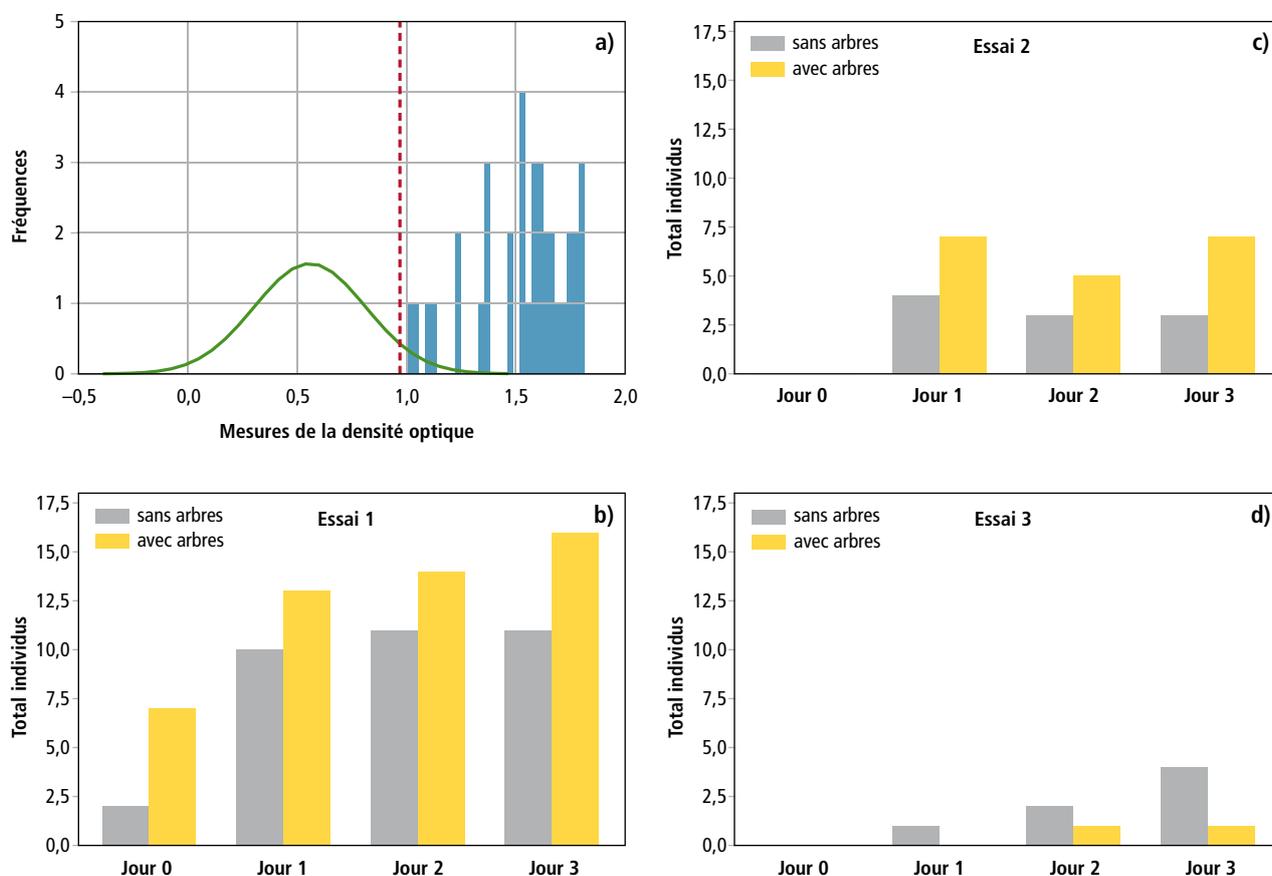


Figure 4 | Histogramme des mesures de la densité optique et de la courbe établie d'après les échantillons négatifs (a). La ligne en pointillés représente la limite de signification $p = 0,05$. Les figures b-d indiquent le nombre de captures de drosophiles du cerisier pour les deux traitements et les trois séries.

clairement établi à l'échelle du paysage, il est probable que les mouches trouvent une protection et une alimentation alternative dans des structures semi-forestières. La configuration que l'on retrouve avec la plantation rapprochée des cerisiers dans les cultures ainsi que les observations réalisées lors de la dernière série, qui a eu lieu pendant une période de froid accompagnée de gelées, confirment la supposition selon laquelle les forêts et les autres habitats avec une végétation et un feuillage denses protègent les insectes des conditions météorologiques défavorables et leur offrent une possibilité de repli pour hiverner. De nombreux fruits sauvages offrent en outre aux mouches la possibilité de se multiplier et font donc de ces habitats des sources potentielles de drosophiles de cerisier (Poyet *et al.* 2015).

Le manque d'informations sur les aptitudes de vol de l'insecte permet uniquement de spéculer sur la distance et la vitesse effectives des vols. Connaissant la relation positive entre la taille corporelle et la distance parcourue en vol chez les abeilles (Gathmann et Tschardt 2002), on pense que les drosophiles du cerisier ne peuvent pas voler en continu sur de longues distances, étant donné leur petite taille. Notre étude a montré que certaines drosophiles pouvaient parcourir jusqu'à 30 m en un jour, indépendamment de la présence de structures végétales. Toutefois, la présence sur le trajet de ces dernières favorise la propagation des drosophiles du cerisier. Les petites structures boisées comme les arbustes ou les haies sont par exemple utilisées comme des corridors ou des tremplins («stepping stones») pour arriver plus rapidement et plus sûrement jusqu'à une culture (Mazzi et Dorn 2012). En d'autres termes, les structures végétales adaptées augmentent la connexion entre la source et la surface cultivée, et donc la probabilité que les drosophiles du cerisier réussissent à atteindre une culture et à y causer des dégâts.

Ce résultat fait apparaître le rôle des mesures de protection et de promotion de la biodiversité sous un jour nouveau. Ces structures peuvent être non seulement une source importante pour les parasitoïdes et les autres antagonistes naturels des organismes nuisibles, mais elles peuvent également servir de foyer et de corridor aux drosophiles. Relevons toutefois qu'il s'agit ici d'une étude préliminaire et de plus, à notre connaissance, de la première qui se penche sur le rôle des structures paysagères sur la propagation de la drosophile du cerisier et le danger qu'elle représente pour les cultures hôtes. D'autre part, les surfaces de promotion de la biodiversité se différencient considérablement par leur composition, la disposition des plantes dans l'espace ainsi que la distance par rapport aux cultures menacées. Le rôle qu'elles jouent pour les in-

sectes nuisibles comme pour leurs antagonistes naturels est donc variable (Mazerolle et Villard 1999). Par conséquent, il serait prématuré et même incorrect de les remettre en question à proximité des cultures. À l'avenir, des études de paysages présentant différentes surfaces de promotion de la biodiversité à proximité des cultures ainsi que des habitats divers permettront de comprendre le rôle de ces structures pour la drosophile du cerisier et la menace que représente cette dernière pour les cultures.

Conclusions

- Les résultats du monitoring ont montré que les habitats (semi-)naturels apportaient une contribution décisive à l'effet écologique de la drosophile du cerisier. Il est probable, au vu des résultats de l'expérience en tunnels, que ces habitats jouent, outre leur fonction de refuges, un rôle de tremplin («stepping stones») et contribuent donc largement à la propagation de la drosophile du cerisier.
- De ce point de vue, le paysage rural suisse, avec ses petites structures diversifiées, offre de bonnes conditions, car il favorise la répartition, dans le temps et dans l'espace, de plantes hôtes appropriées, qui favorisent la propagation de la population des drosophiles.
- Le faible nombre d'études du rôle des structures paysagères sur la drosophile du cerisier montre à quel point cette relation est sous-estimée et nécessite un approfondissement. Les résultats de telles études permettraient d'agencer les paysages à proximité des cultures, de manière à pénaliser la drosophile du cerisier et les autres insectes nuisibles tout en favorisant leurs antagonistes. ■

Remerciements

Les auteurs tiennent tout particulièrement à remercier Jan Werthmüller pour la mise à disposition des pommiers, Jürgen Krauss pour le prêt des tunnels et l'aide apportée pour la mise en place de l'irrigation, Nadine Gafner pour l'utilisation de l'appareil de mesure de la densité optique, ainsi que Nicola Stäheli pour son aide lors du contrôle des pièges.

Bibliographie

- Asplen M. K., Anfora G., Biondi A., Choi D.-S., Chu D., Daane K. M., Gilbert P., Gutierrez A.P., Hoelmer K.A., Hutchison W.D., Isaacs R., Jiang Z.-L., Kárpáti Z., Kimra M. T., Pascual M., Phillips C. R., Plantamp C., Ponti L., Vétéc G., Vogt H., Walton V. M., Yi Y., Zappalà L. & Desneux N., 2015. Invasion biology of spotted wing Drosophila (*Drosophila suzukii*): a global perspective and future priorities. *Journal of Pest Science* **88** (3), 469–494.
- Baroffio C., Richoz P., Arriagada B. S., Kuske S., Brand G., Fischer S., Linder C., Samietz J. & Kehrli P., 2013. Surveillance de *Drosophila suzukii*: bilan de l'année 2012. *Revue Suisse Vitic., Arboric., Horticult.* **45** (4), 212–218. ➤

Summary

Role of landscape structures in the spread of *Drosophila suzukii*

Little is known about the importance of landscape structures for the spotted wing drosophila. The variability of landscapes requires many replicates to study their effect on pest species and renders experiments at the landscape scale often complicated. For the first time, we have shown experimentally the role of vegetative structures others than refuges for the spotted wing drosophila using a tunnel with and without apple trees. Larger number of flies caught in the traps in the tunnel with trees indicate that vegetative structures can act as stepping stones and thus promote the dispersion of the spotted wing drosophila. This function, however, is likely depending on temperature, because at lower temperatures most flies were found in traps of the tunnel without trees. The lower number of flies in both tunnels during cool temperatures suggests that flies use vegetative structures as refuges then.

Key-words: *Drosophila suzukii*, landscape ecology, vegetative structures, dispersion, stepping stones.

Zusammenfassung

Relevanz landschaftlicher Strukturen für die Ausbreitung der Kirschessigfliege

Wenige Studien haben bis jetzt die Bedeutung von grösseren Landschaftsstrukturen für die Kirschessigfliege untersucht. Das liegt unter anderem an der grossen Variabilität der Landschaft und damit an der komplizierten Durchführbarkeit von Versuchen, die eine grosse Zahl an Wiederholungen benötigt. Wir zeigten mit diesem Versuch erstmals experimentell, dass vegetative Strukturen auch andere Funktionen als Rückzugsorte haben. So deuten die höheren Fangzahlen im Tunnel mit Bäumen an, dass vegetative Strukturen die Ausbreitung der Kirschessigfliegen fördern. Jedoch ist diese Funktion anscheinend von der Temperatur abhängig, denn bei tieferen Temperaturen zeigte sich, dass mehr Fliegen im Tunnel ohne Bäume gefangen wurden, gleichzeitig aber auch die Gesamtzahl an gefangenen Fliegen geringer war. Es ist anzunehmen, dass die Fliegen die Bäume erst bei tiefen Temperaturen als Rückzug nutzten.

Riassunto

Ruolo delle strutture paesaggistiche nella diffusione della drososila del ciliegio

Attualmente vi sono pochi studi sull'impatto delle grandi strutture paesaggistiche sulla drososila del ciliegio. Lo svolgimento dei test è delicato a causa della grande variabilità del paesaggio e occorre dunque un numero elevato di ripetizioni. Per la prima volta, questi studi hanno dimostrato che la struttura della vegetazione ha anche altre funzioni oltre a fungere da rifugio. Il numero più elevato di catture nelle trappole tra gli alberi indica che le strutture della vegetazione possono favorire la diffusione della drososila. La diffusione sembra tuttavia dipendere dalla temperatura: quando scende, il numero di mosche catturate era più elevato nelle trappole in assenza di alberi. È dunque probabile che con temperature basse le mosche si rifugino negli alberi.

- Brand G., Höhn H., Schwizer T. & Kuske S., 2014. Filet anti-insectes: Une barrière contre la mouche de la cerise. *Revue Suisse Vitic., Arboric., Horticult.* **46** (4), 262–265.
- Gathmann A. & Tscharrnke T., 2002. Foraging ranges of solitary bees. *Journal of Animal Ecology* **71** (5), 757–764.
- Heiri M., Perrino M., Petignat-Keller S. & Kuske S., 2016. Kirschessigfliege – Erfahrungen in der Brennerei. *Schweizer Zeitschrift für Obst- und Weinbau* **11**, 8–11.
- Kuske S., Kaiser L., Wichura A. & Weber R. W. S., 2016. Integrierte Bekämpfung der Kirschessigfliege. *Schweizer Zeitschrift für Obst- und Weinbau* **9**, 8–11.
- Mazerolle M. J. & Villard M.-A., 1999. Patch characteristics and landscape context as predictors of species presence and abundance: A review. *Ecoscience* **6** (1), 117–124.
- Mazzi D. & Dorn S., 2012. Movement of insect pests in agricultural landscapes. *Annals of Applied Biology* **160** (2), 97–113.
- Pelton E., Gratton C., Isaacs R., Van Timmeren S., Blanton A. & Guédot C., 2016. Earlier activity of *Drosophila suzukii* in high woodland landscapes but relative abundance is unaffected. *Journal of Pest Science* **89** (3), 725–733.
- Poyet M., Le Roux V., Gibert P., Meirland A., Prévost G., Eslin P. & Chabrierie O., 2015. The wide potential trophic niche of the asiatic fruit fly *drosophila suzukii*: The key of its invasion success in temperate Europe? *PLoS One* **10** (11), e0142785 [Online].
- Quitschau S., Voellmy M., Jüstrich H. & Ruffner H. P., 2016. Köderung von Kirschessigfliegen. *Schweizer Zeitschrift für Obst- und Weinbau* **8**, 6–9.
- Ricci B., Franck P., Toubon J.-F., Bouvier J.-C., Sauphanor B. & Lavigne C., 2013. The influence of landscape on insect pest dynamics: a case study in southeastern France. *Landscape Ecology* **24** (3), 337–349.
- Schellhorn N. A., Hazel P. R., Macfadyen S., Wang Y. & Zalucki M. P., 2015. Connecting scales: Achieving in-field pest control from areawide and landscape ecology studies. *Insect Science* **22** (1), 35–51.
- Veres A., Petit S., Conord C. & Lavigne C., 2013. Does landscape composition affect pest abundance and their control by natural enemies? *A review. Agriculture, Ecosystems and Environment* **166**, 110–117.

Stades phénologiques des fruits à noyau en grand format!

Après plusieurs années de patients relevés photographiques au verger, à guetter les moments caractéristiques du développement des arbres fruitiers, l'AMTRA se réjouit de proposer le cycle complet du cerisier, de l'abricotier, du pêcher et du prunier aux arboriculteurs professionnels et aux amateurs de fruits, en format poster et dans la langue nationale de leur choix. Du débourrement du bourgeon hivernal au fruit prêt à être récolté, l'année végétative est décrite ainsi en seize étapes magnifiquement illustrées. Ces documents conçus pour les producteurs, les services agricoles et les formateurs constituent aussi une très belle décoration pour stands d'exposition, salles de réunion ou espaces de vente.

Stades phénologiques repères du cerisier

Auteurs: Anne-Lise Fabre, Bernard Bloesch et Olivier Viret, Agroscope, 1260 Nyon

Stades phénologiques repères de l'abricotier

Auteurs: Anne-Lise Fabre, Bernard Bloesch et Olivier Viret, Agroscope, 1260 Nyon

Stades phénologiques repères du pêcher

Auteurs: Anne-Lise Fabre, Bernard Bloesch et Olivier Viret, Agroscope, 1260 Nyon

Stades phénologiques repères du prunier

Auteurs: Anne-Lise Fabre, Bernard Bloesch et Olivier Viret, Agroscope, 1260 Nyon

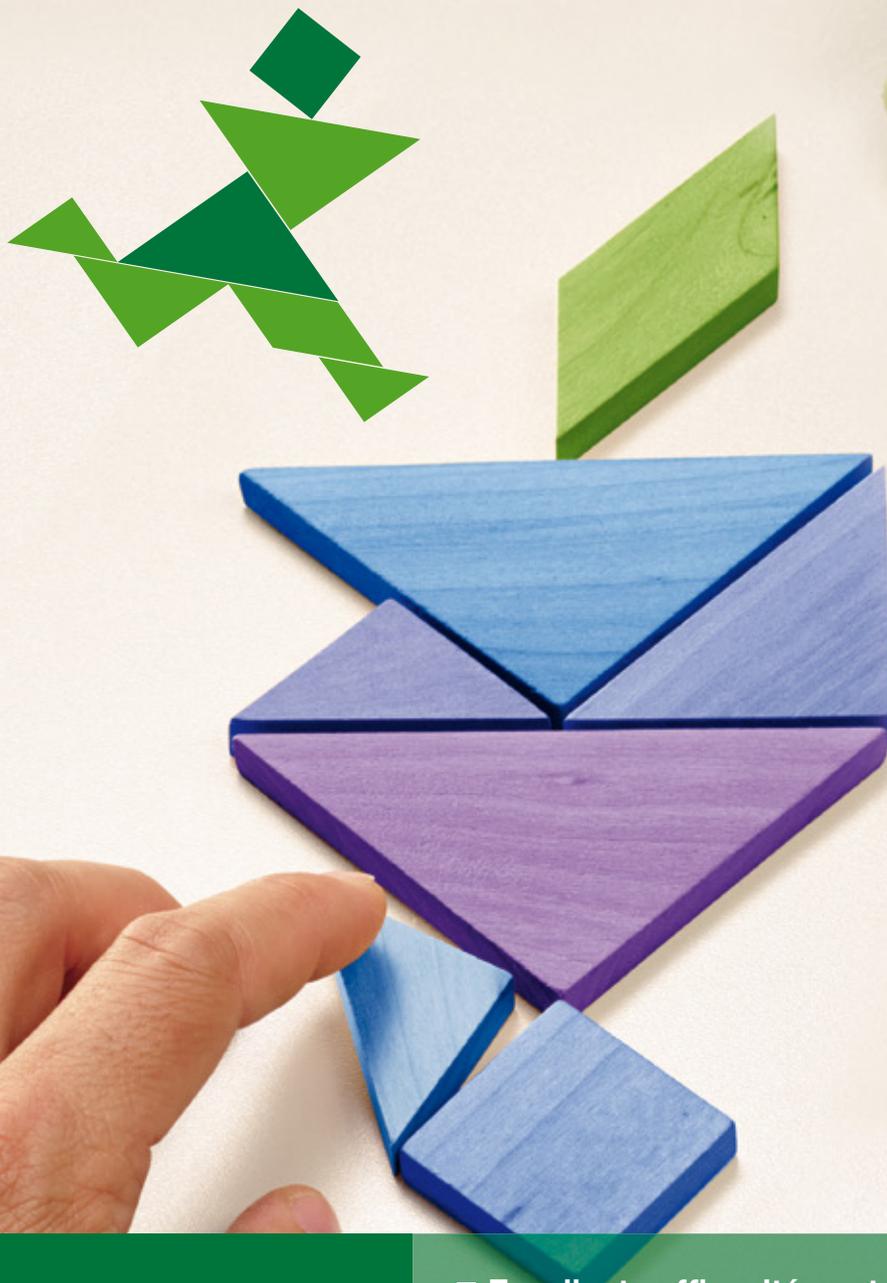
4 posters de 100 x 70 cm, en français, en allemand ou en italien

Chaque poster peut être commandé au prix de CHF 30.– (port inclus) à:
 M^{me} Antoinette Dumarthey, route de Duillier 50,
 case postale 1006, 1260 Nyon 1, tél. +41 79 659 48 31,
 e-mail: info@revuevitiarbohorti.ch
 ou sur www.revuevitiarbohorti.ch

Sercadis® **Nouveau**

L'innovation pour
la viticulture !*

Avec
Cantus®
pour l'efficacité
durable contre
le botrytis



- Excellente efficacité contre l'oïdium
- Effet partiel sur pourriture noire
- Excellente sélectivité pour tous les cépages
- Fiable dans toutes les conditions météorologiques
- Flexibilité totale

Questions et suggestions ? Appelez-nous au : 061 636 8002
E-Mail: agro-ch@basf.com, www.agro.basf.ch

* Sercadis®, également disponible sur fruits à pépins et pomme de terre

 **BASF**
We create chemistry