

VITICULTURE ARBORICULTURE HORTICULTURE



M A R S - A V R I L 2 0 2 1 | V O L . 5 3 | N ° 2



Arboriculture
Culture
maraîchère
Actualité

Peu de variétés d'abricots sont résilientes aux stress biotiques **Page 68**

Spot spraying en cultures maraîchères: conformité des volumes pulvérisés par plante **Page 80**

La lutte par confusion – technique essentielle et efficace contre le carpocapse des prunes **Page 98**



Le bon plan – moderne et modulable

The Ghekko logo consists of a colorful, multi-faceted geometric shape in shades of purple, pink, and green, followed by the word 'Ghekko' in a bold, black sans-serif font.

Ghekko®

**Fongicide biologique
contre l'oïdium en vigne**

- Agit rapidement, sans risque de résistance
- Le partenaire idéal pour Auralis
- Ne laisse pas de traces

The Auralis logo features a stylized green and yellow leaf icon to the left of the word 'Auralis' in a bold, black sans-serif font.

Auralis

**Active les mécanismes
naturels d'auto-défense.**

- Protège contre le mildiou et l'oïdium
- Mode d'action inédit, pas de résistance possible
- Biologique, ne laisse pas de traces

The Syngenta logo is the word 'syngenta' in a lowercase, white sans-serif font, with a small green leaf icon above the letter 'a'.

syngenta®

Plus d'informations sous www.syngenta.ch



Photographie de couverture:
Branche d'abricotier de la variété Lisa.
(Photo: Carole Parodi, 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, 1006 Lausanne, Suisse.
www.revuevitiarbohorti.ch – ISSN 0375-1430

Rédaction

Edmée Rembault-Necker (directrice et rédactrice en chef)
E-mail: e.rembault-neck@agora-romandie.ch

Comité de lecture

Ch. Carlen (Agroscope), R. Baur (Agroscope), O. Viret (Etat de Vaud),
Ch. Rey, C. Brigueat (Haute école de Changins), Ph. Droz (Agridea)

Publicité

Inédit Publications SA, Laura Di Stefano
Avenue de la Gare 17, CP 900, 1001 Lausanne, tél. +41 21 695 95 83

Préresse

Inédit Publications SA, 1001 Lausanne

Impression

Stutz Medien AG, 8820 Wädenswil

Parution

6 fois par an

© 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 (dès le 1^{er} janvier 2021)

Suisse

Online: CHF 60.–

Print: CHF 60.–

Print et Online: CHF 70.–

Europe

Online: CHF 60.–

Print: CHF 80.–

Print et Online: CHF 90.–

Etranger

Online: CHF 60.–

Print: CHF 85.–

Print et Online: CHF 95.–

Abonnements et commandes

AMTRA

Avenue des Jordils 5, 1006 Lausanne

Tél. +41 21 614 04 77

E-mail: info@revuevitiarbohorti.ch

ou www.revuevitiarbohorti.ch

Commande de tirés à part

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

Sommaire

Mars–Avril | Vol. 53 | N°2

65 Editorial

Arboriculture

68 **Peu de variétés d'abricots sont résilientes aux stress biotiques**

Danilo Christen, Flore Lebleu, Patrick Stefani,
Jorge Del Cueto, Benjamin Solioz,
Marilou Maret et Raphaël Charles

Arboriculture

80 **Spot spraying en cultures maraîchères: conformité des volumes pulvérisés par plante**

Pascal Haberey, René Total et Martina Keller

Œnologie

86 **Passerillage: effet sur l'acide malique et tartrique dans les baies de Syrah et Merlot**

Markus Rienth, Patrick Schoenenberger,
Michaela Schumann, Marilyn Cléroux,
Fabrice Lorenzini, Vivian Zufferey
et Johannes Rösti

Actualité

98 **La lutte par confusion – technique essentielle et efficace contre le carpocapse des prunes**

Julien Kambor et Barbara Egger

Actualité

102 **Essais phytosanitaires contre le feu bactérien en 2020: résultats des années précédentes confirmés**

Sandrine Kammerecker

Actualité

108 **Développement de stratégies durables pour lutter contre les mauvaises herbes en arboriculture fruitière**

Johannes Werth et Thomas Kuster

Actualité

114 **Nouvelle homologation de Movento SC en viticulture**

La page de CHANGINS

115 **Changins Vision 2030**

Fiche technique

117 **Monilia en arboriculture**



Miroir,

miroir...

Qui a
les plus belles pommes ?

Les
valeurs sûres



Plus d'informations: www.agrar.bayer.ch

Utilisez les produits phytosanitaires avec précaution.
Avant toute utilisation, lisez toujours l'étiquette et les
informations concernant le produit.



Il est urgent d'innover en protection des plantes



Dr Alain Gaume

Responsable du Domaine de recherche en protection des plantes chez Agroscope et membre de la direction

Le choix du type de production de son exploitation et la décision concernant le canal économique de marché (production conventionnelle ou bio par exemple) vont donner une première ligne de conduite agronomique à un producteur. Après le choix du type de culture, et avec le choix de la variété ou du cépage, la stratégie de protection de ses cultures sera une décision importante afin d'optimiser le revenu de son exploitation.

La protection intégrée des cultures telle que connue en Suisse se base sur le principe de la prévention, donnant la préférence aux interventions présentant le moins de risque possible pour l'environnement, tout en garantissant des rendements économiquement intéressants pour l'agriculteur. L'utilisation de produits chimiques de synthèse homologués par les autorités compétentes suisses pour un tel usage n'est à prescrire qu'en appui à ces mesures de prévention, qu'en cas de nécessité et dans un cadre prescrit (par exemple, dose, type de culture, période et méthode d'application) lorsque toutes les autres mesures ne parviennent plus à garantir une récolte de qualité et de quantité suffisante.

Depuis de nombreuses décennies, la Suisse fait office de pionnier dans le développement et l'utilisation de méthodes de production et de protection des cultures limitant l'impact sur l'environnement. Les Stations de recherche fédérales, aujourd'hui Agroscope, ont joué un rôle clé dans ce développement apprécié au-delà de nos frontières.

Agroscope contribue de diverses manières à cet effort, notamment par:

- l'acquisition de nouvelles connaissances, par exemple pour mieux comprendre la biologie des ravageurs et des maladies de nos cultures et leurs interactions avec les différents éléments de nos écosystèmes agricoles (sol, plante, biodiversité, etc.);
- le développement de nouvelles alternatives à l'utilisation de produits phytosanitaires de synthèse, ou permettant leur réduction;
- l'engagement de nos experts à l'appréciation technique (efficacité, risque écotoxicologique), pour l'Office fédéral de l'agriculture, des dossiers d'homologation de nouvelles technologies de protection des cultures, ainsi que
- le suivi (diagnostic et monitoring) de nouveaux organismes émergeant dans notre pays posant un risque potentiel ou certain pour notre production végétale et le développement de solutions pour leur contrôle.

Le développement par Agroscope de variétés de blé, vigne ou pomme résistantes aux maladies et de haute qualité pour le consommateur et leur mise à disposition aux agriculteurs suisses et étrangers sont un bon exemple des stratégies de durabilité, des efforts et des succès de recherche d'Agroscope.

Le consommateur a développé une sensibilité importante à la qualité des produits dans son assiette; les impacts de la production agricole sur l'environnement et ses choix de consommation en sont influencés.

Agroscope et tous ses partenaires de recherche nationaux et internationaux doivent privilégier dans leurs programmes d'activité le développement de nouvelles alternatives et de stratégies durables dédiées à la protection des cultures. Ce n'est aujourd'hui plus une recommandation, mais une urgence.

Dans ce numéro, vous trouverez, chères lectrices et chers lecteurs, quelques exemples de contributions d'Agroscope à cet effort. Bonne lecture! ■

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**

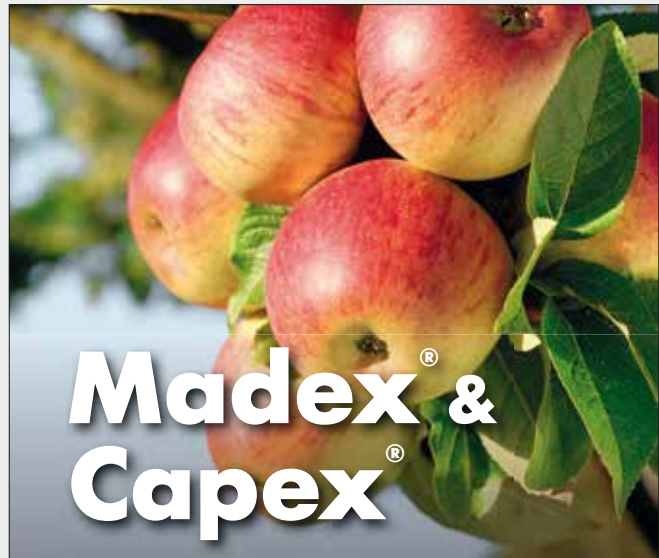


Oeno-Pôle Sàrl

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


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

**OENO
PÔLE**
Au service de la qualité



**Madex® &
Capex®**

Contre le carpocapse et le capua

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



Andermatt
Biocontrol
Suisse

Andermatt Biocontrol Suisse AG
Stahlermatten 6 · 6146 Grossdietwil
Tel. 062 917 50 05 · www.biocontrol.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

ZERO

by Portocork

La technologie anti-TCA la plus écologique et la plus efficace au monde pour les bouchons en liège naturel.

Inspirés par le travail remarquable de la nature, nous avons développé ZERO, un processus entièrement naturel qui permet d'éliminer le TCA et d'autres composés divergents sensoriels volatils de nos bouchons en liège.

ZERO est une technologie pionnière que nous avons développée conjointement avec l'université NOVA pour optimiser les performances de nos bouchons sans compromettre leur véritable nature.

Grâce à un procédé optimisé combinant la pression, la température, l'eau purifiée et le facteur temps, ZERO sépare les molécules de TCA de la structure cellulaire du liège.

Ce traitement préserve les principales propriétés de ce produit naturel.

portocork® www.wengertechnologie.ch

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

JEAN-CLAUDE

FAY

PÉPINIÈRES
VITICOLES

Qualité, conseil, service

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

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



Omya

NOUVEAU

Pican®

**Puissante efficacité contre
l'oïdium des fruits à pépins
et de la vigne**

Action translaminaire + effet vapeur
Longue persistance d'action



**Garant d'une
protection efficace du
capital vendange**

Plus de produits sur:
www.omya-agro.ch
 062 789 23 36

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

Peu de variétés d'abricots sont résilientes aux stress biotiques

Danilo CHRISTEN¹, Flore LEBLEU², Patrick STEFANI², Jorge DEL CUETO¹, Benjamin SOLIOZ³, Marilou MARET⁴ et Raphaël CHARLES²

¹ Agroscope, 1964 Conthey, Suisse

² Institut de recherche de l'agriculture biologique FiBL, 1001 Lausanne, Suisse

³ Andermatt Biocontrol Suisse SA, 6146 Grossdietwil, Suisse

⁴ Office d'arboriculture et cultures maraîchères, 1950 Sion, Suisse

Renseignements: Danilo Christen, tél. +41 58 481 35 14, e-mail: danilo.christen@agroscope.admin.ch, www.agroscope.ch



Très forte proportion de dépérissements des arbres en l'absence de protection phytosanitaire.

Introduction

Suite à une pression sociétale grandissante, la production agricole doit proposer de nouveaux modèles productifs, économiquement viables, respectueux de l'environnement, socialement acceptables et équitables. Le Conseil fédéral a adopté en 2017 un plan d'action visant à la réduction des risques et à l'utilisation durable des produits phytosanitaires (OFAG, 2017). Cette pression sociétale se matérialise par le dépôt de deux initiatives populaires liées à la problématique des produits phytosanitaires: l'initiative «Pour une Suisse libre de pesticides de synthèse» et

l'initiative «Pour une eau potable propre et une alimentation saine – pas de subventions pour l'utilisation de pesticides et l'utilisation d'antibiotiques à titre prophylactique». La population suisse devra prochainement se prononcer sur ces initiatives qui entendent renforcer considérablement les exigences associées aux prestations écologiques requises (PER) et demandent notamment de renoncer à l'utilisation de pesticides. Des études ont mis en évidence les incertitudes concernant l'impact des telles initiatives sur les pertes de rendement, sur l'évolution du prix des produits, ainsi que sur le budget disponible pour les paiements directs. En cas de renoncement total à la protection phytosani-

taire, l'arboriculture serait très impactée, avec des pertes de rendements de l'ordre de 50% (Schmidt *et al.*, 2019; IG Bauern Unternehmen, 2020). Selon les scénarios élaborés, jusqu'à 90% des surfaces arboricoles pourraient être non conformes à l'Initiative Eau propre (Schmidt *et al.*, 2019).

Sans aller aussi loin que ces initiatives, la production bio en arboriculture doit relever de nombreux défis de production et de rentabilité. La production biologique d'abricots est encore plus impactée que les autres cultures fruitières. En effet, les rendements restent incertains en fonction des conditions climatiques de l'année. Alors que certains producteurs se lancent dans la reconversion de leurs cultures (environ 30 ha ces quatre dernières années; Clavien Jean-Yves, Biovalais, communication personnelle), d'autres ont été contraints de limiter, voire de stopper leurs cultures d'abricots biologiques, faute de rentabilité. Il est généralement admis que la rentabilité incertaine de la production d'abricots biologiques est fortement liée à la moniliose sur fleurs, une maladie importante des abricotiers, qui s'avère très difficilement gérable et qui, selon les années, met complètement en péril la production (Warlop, 2003). Même si la sensibilité variétale à la moniliose est primordiale (Christen *et al.*, 2012), certaines variétés, pourtant sensibles à la moniliose, pourraient néanmoins être productives et potentiellement générer un revenu suffisant pour les arboriculteurs.

Les objectifs de cette étude sont (i) d'évaluer l'impact d'un renoncement total à la protection phytosanitaire sur le rendement, le pourcentage de fruits de premier choix et le résultat financier de nouvelles variétés internationales d'abricots, et (ii) de définir la résilience des variétés contre les stress biotiques en développant des catégories de sensibilité variétale aux maladies (moniliose, maladie criblée et chancre bactérien) et ravageurs (pucceron).

Matériel et méthodes

Matériel végétal et méthode d'évaluation de la productivité

L'évaluation de la productivité variétale a été réalisée en 2018 et 2019 dans un verger situé à Conthey et contenant 51 variétés internationales (deux arbres par variété) (tab. 1). La fertilisation et le désherbage ont été conduits selon les normes de la PI. Par contre, aucun traitement de fongicide et d'insecticide n'a été appliqué durant les deux saisons 2018 et 2019, ceci afin d'évaluer les diverses maladies et ravageurs. Divers paramètres de production ont été mesurés en pesant

Résumé Depuis plusieurs années, une pression sociétale grandissante demande plus de production biologique, ou pour le moins une réduction de l'utilisation des produits phytosanitaires de synthèse. Un des plus grands défis face à cette pression est de savoir si les systèmes de production fruitiers sont résilients en l'absence de protection phytosanitaire. Cette étude a pour objectif d'évaluer la résilience de 51 variétés modernes d'abricots contre des stress biotiques, en comparant l'impact d'un renoncement à la protection phytosanitaire sur la production de ces variétés, et de développer des catégories de sensibilité variétale à diverses maladies et ravageurs. Aucun traitement de fongicide et d'insecticide n'a été appliqué pendant les deux années d'essais. Dans une telle situation, seules les quatre variétés Vallamust, Apridelice, Delice Cot et ML 3-4 se sont avérées rentables. Le développement de catégories de sensibilité variétale a permis de mettre en évidence l'impact important du chancre bactérien sur la diminution des rendements. Toutefois, ces résultats restent à confirmer sur le long terme, afin de pouvoir recommander une liste de variétés adaptées à une production d'abricots résiliente aux stress biotiques.

séparément la récolte de fruits de premier choix et les déchets (fruits fendus, pourris). Par contre, la présence de taches, par exemple de bactériose, sur les fruits n'a pas été comptabilisée dans les déchets, car ceux-ci pourraient potentiellement être commercialisés.

Inoculation et évaluation de la moniliose

Un fruit infecté de *Monilinia laxa* (détermination par PCR) sous forme de momies a été suspendu au-dessus de chaque arbre. Afin d'assurer une bonne inoculation artificielle, les arbres ont été aspergés à l'eau (irrigation sur frondaison) à quatre reprises à intervalle de trois jours dès l'ouverture des sépales (pointe blanche, Stade D, BBCH 57). Aucun fongicide n'a été appliqué contre la moniliose durant les deux années d'essais.

La méthode d'évaluation a consisté à peser, trente-cinq jours après la pleine fleur, les organes moniliés et nécrosés, c'est-à-dire les branches, les rameaux, les brindilles, ainsi que les restes de fleurs desséchées, sur les quatre charpentières des arbres. Afin de permettre

Tableau 1 | Caractéristiques des 51 variétés d'abricots utilisées dans l'essai de production sans protection phytosanitaire (listées en fonction de la date de récolte).

Variétés	Date de récolte	Porte-greffe	Autofertilité ¹	Obtenteurs ²	Année de plantation
Pricia	15 juin	Myro	AF	IPS	2013
Primius	15 juin	Monclar	AF	IPS	2012
Tsunami	15 juin	Myro	AS	ESC	2013
Wondercot	15 juin	Myro	AS	COT	2014
EaR1 6001	25 juin	Myro	inconnu	ESC	2011
Lillicot	25 juin	Myro	AS	COT	2014
Magic Cot	25 juin	Myro	AS	COT	2014
Mambo	25 juin	Monclar	AS	PSB	2013
Pacha	25 juin	Torinel	AS	PSB	2014
Latica	1 ^{er} juillet	Torinel	AS	PSB	2014
Mediabel	1 ^{er} juillet	Myro	AF	IPS	2014
Samourai	1 ^{er} juillet	Monclar	AS	ESC	2011
Aprireve	5 juillet	Myro	AF	ASF	2014
Lido	5 juillet	Myro	AF	PSB	2013
Manga	5 juillet	Myro	AF	ESC	2011
VAB 8/02	5 juillet	Monclar	AF	VAB	2012
Apribang	10 juillet	Myro	AF	ASF	2014
Ninja	10 juillet	Myro	AS	ESC	2013
Shamade	10 juillet	Myro	AF	CEP	2012
Sunnycot	10 juillet	Myro	AS	COT	2014
Apridélise	15 juillet	Myro	AF	ASF	2013
Aprisweet	15 juillet	Myro	AF	ASF	2014
ASF10 09	15 juillet	Myro	inconnu	ASF	2014
Delice Cot	15 juillet	Myro P1254	AF	COT	2011
Digat	15 juillet	Myro P1254	AF	CEP	2013
Flash Cot	15 juillet	Myro	AS	COT	2014
Mediva	15 juillet	Myro	AF	IPS	2013
Tempo	15 juillet	Torinel	AF	PSB	2014
Tibor	15 juillet	Torinel	AF	PSB	2014
Vallamust	15 juillet	Monclar	AF	VAB	2012
Aprinew	25 juillet	Myro	AF	ASF	2013
Kalao	25 juillet	Myro	AF	PSB	2013
Medoly	25 juillet	Myro	AF	IPS	2014
ML 19-1	25 juillet	Myro P1254	inconnu	COT	2011
ML 3-4	25 juillet	Myro P1254	inconnu	COT	2011
Anegat	1 ^{er} août	Myro P1254	AF	CEP	2013
Bangat	1 ^{er} août	Monclar	AF	CEP	2012
Bigaly	1 ^{er} août	Myro	inconnu	ESC	2011
Fantasme	5 août	Myro	AF	CEP	2013
Swired	5 août	Myro	AF	REG	2014
Talisman	5 août	Myro	AS	PSB	2013
Farely	15 août	Myro	AS	IPS	2013
Memphis	15 août	Myro	AF	PSB	2013
Milord	15 août	Myro	AF	PSB	2013
Oscar	15 août	Myro	AF	PSB	2013
Fougat	20 août	Torinel	AS	CEP	2013
Sherpa	20 août	Myro	AF	PSB	2013
Congat	25 août	Monclar	AS	CEP	2012
Farbaly	30 août	Myro	AF	IPS	2013
Farlis	30 août	Monclar	AF	IPS	2011
Swilate	30 août	Myro	AS	REG	2014

¹ Autofertilité: AF = Autofertile, AS = Autostérile² Obtenteurs: IPS = International Plant Selection, ESC = Escande, COT = COT International, PSB = Plant Selection Buffat, ASF = Agro Sélection Fruits, VAB = Georges Valla, CEP = CEP Innovation, REG = De Régibus

une bonne comparaison entre les années, les résultats ont été exprimés en grammes d'organes moniliés par section (cm²) de charpentièrre.

Evaluation de la maladie criblée, du chancre bactérien et des attaques de pucerons

La sensibilité variétale aux maladies (maladie criblée, chancre bactérien) et aux ravageurs (pucerons) a été évaluée de façon visuelle sur l'arbre entier, ceci quarante jours après la pleine fleur, en utilisant une échelle de 1 à 10 (1 = arbre sans symptômes, 10 = arbre avec beaucoup de symptômes). Les symptômes évalués pour la maladie criblée ont été des points typiques avec une auréole rouge sur les fruits et des trous dans le feuillage. Les symptômes évalués pour le chancre bactérien ont été la présence de gommose et de nécrose sur les branches, ainsi que le dépérissement de charpentières. L'intensité des attaques a été évaluée pour les pucerons.

Analyses

Le logiciel XLStat 2019 a été utilisé pour les analyses statistiques (partitionnement univarié, analyses de variances, tests LSD de Fisher avec moyennes séparées à P = 0,05, régressions linéaires). Pour chaque paramètre,

des classes ont été définies à l'aide d'un partitionnement univarié. Le résultat financier a été évalué à l'aide du modèle développé par Rohrer *et al.* (2012b).

Résultats et discussion

Evaluation des rendements

La quantité d'abricots récoltés a montré de larges différences entre les variétés. Pour les deux années, toutes les variétés ont présenté un rendement moyen de 14,5kg/arbre et un pourcentage de premier choix de 48%, ce qui est très en dessous du seuil de rentabilité d'une culture d'abricots. Mais, malgré l'absence de traitements, certaines variétés ont produit plus de 30kg par arbre. Avec le système de prix actuel, la limite de rentabilité se situe à 28kg de fruits/arbre, avec un pourcentage de premier choix de 65%. Dans ce cas, seules les cinq variétés Vallamust, Apridelice, Delice Cot, ML 19-1 et ML 3-4 permettraient de faire du profit (fig. 1). Toutes les autres variétés généreraient des déficits.

Afin de compenser en partie ces pertes, plusieurs solutions culturales seraient envisageables, comme une densification des cultures, une gestion appropriée de la conduite et de la taille ou un choix de porte-greffes moins sensibilisants à certaines maladies. Par contre,

Production d'abricots sans traitement phytosanitaire (moyenne 2018–2019)

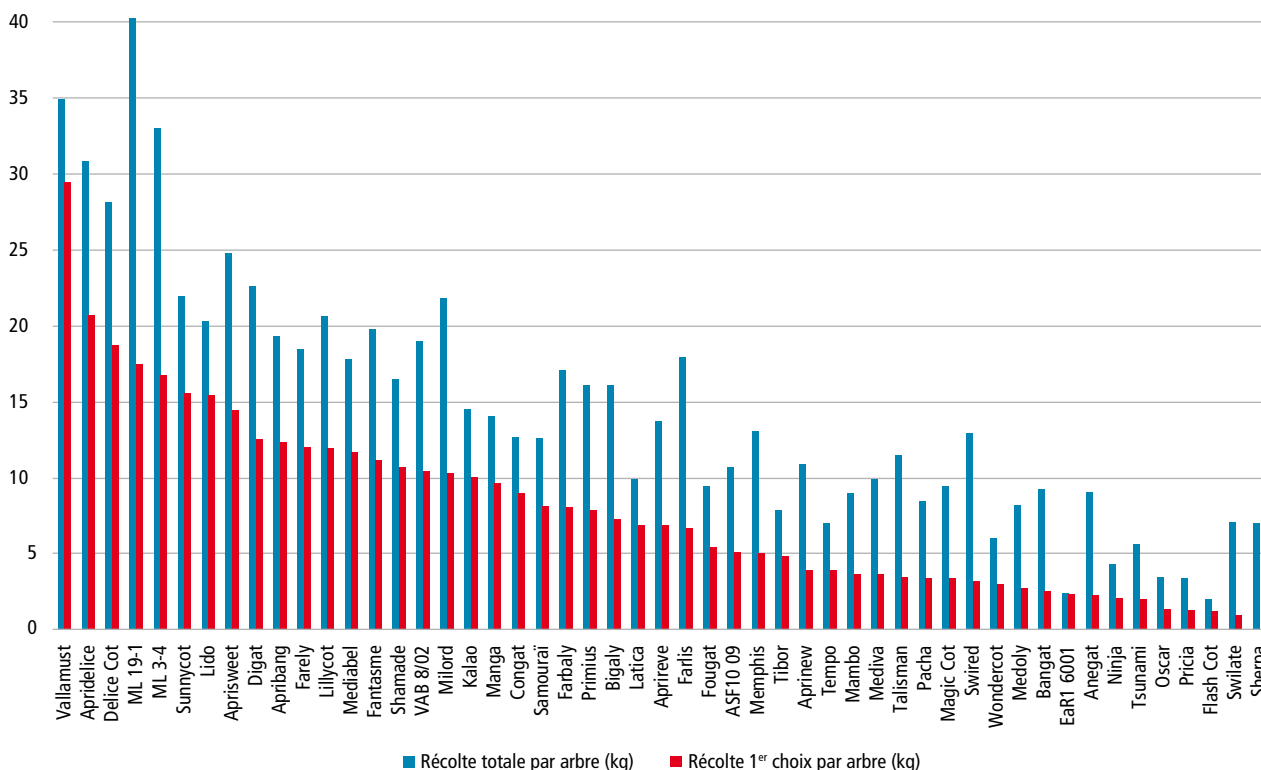


Figure 1 | Récoltes totales et récoltes de premier choix d'abricots utilisés dans l'essai de production sans protection phytosanitaire exprimé en kg/arbre (moyennes 2018–2019).

ces techniques culturales améliorées n'assureraient probablement pas chaque année une amélioration de la production pour toutes les variétés. Avec un mode de production sans protection phytosanitaire, des solutions économiques devraient également être mises en place. En admettant qu'une variété permette de produire sans protection phytosanitaire 20 kg/arbre avec 50% de premier choix, la perte est estimée à plus de 12 000 francs par hectare (selon modèle Rohrer *et al.*, 2016a). Ce serait le montant nécessaire des aides publiques qui permettrait de compenser les pertes (Rohrer *et al.*, 2016b). Une autre façon de compenser les pertes serait une augmentation du prix producteur. Dans l'exemple d'un rendement de 20 kg/arbre avec 50% de premier choix, le prix producteur pour le premier choix devrait augmenter de 2,50 francs. Ce prix serait certainement répercuté sur le prix au front de vente et nécessiterait une acceptation de la part des consommateurs. Dans ce cas, les variétés Sunnycot, Lido, Aprisweet, Digat, Apribang, Farely, Lillycot, Fantasma, VAB 8/02 et Milord seraient également rentables, au contraire des 36 autres variétés. Néanmoins, parmi les variétés rentables, ML 19-1, Digat, Fantasma et VAB 8/02 ne présentent pas une qualité de fruits suffisante au niveau de l'aspect et de la saveur pour pouvoir être commercialisées (résultats pas présentés).

Influence des maladies et ravageurs sur le rendement

Les résultats obtenus dans cette étude montrent que la moniliose n'a eu que peu d'influence et n'est pas corrélée avec les rendements observés en l'absence de protection phytosanitaire (fig. 2). Ceci s'explique certainement en partie avec les années de faible attaque de moniliose en 2018 et d'attaque moyenne en 2019 (fig. 3). Ceci va à l'encontre d'autres constatations: en

effet, avec des moyens de lutte réduits et moins efficaces contre la moniliose sur fleurs en arboriculture biologique, il est souvent admis que la moniliose est le facteur limitant qui impacte la rentabilité des cultures bio d'abricotiers (Christen *et al.*, 2012; Warlop, 2003). Toutefois, la très forte attaque de moniliose en 2017 a engendré des rendements très faibles, rendant une analyse de la productivité impossible (données non présentées). De plus, une enquête menée par le Centre technique interprofessionnel des fruits et légumes (Ctifl) auprès des producteurs et distributeurs français d'abricots bio a montré le bon comportement de certaines variétés, pourtant connues pour leur forte sensibilité à la moniliose sur fleurs (Millan & Ondet, 2015). La Figure 3 montre que certaines variétés (par exemple Delice Cot, ML 3-4) sont très sensibles à la moniliose, mais présentent un rendement très élevé. A contrario, les variétés peu sensibles, comme Bangat, EaR1 6001, Anegat ou Swilate, n'ont presque pas produit de fruits.

Afin de mieux comprendre l'impact des maladies et ravageurs sur la productivité des variétés, des analyses par régression linéaire ont été effectuées pour 2018 et 2019 séparément. Pour 2018, aucune des variables moniliose, maladie criblée, chancre bactérien et pucerons n'explique la variabilité des paramètres de rendement et de productivité. Par contre, pour 2019 et pour la moyenne 2018–2019, seule la variable chancre bactérien explique de façon significative la variabilité des paramètres de rendement et de productivité. Dans un mode de production sans protection phytosanitaire, le chancre bactérien a donc eu le plus d'influence sur les rendements. Aucune information n'est disponible sur l'ampleur de l'impact de chaque maladie et ravageur sur le rendement final. Sur le long terme, l'accumulation des attaques des différentes maladies et ravageurs

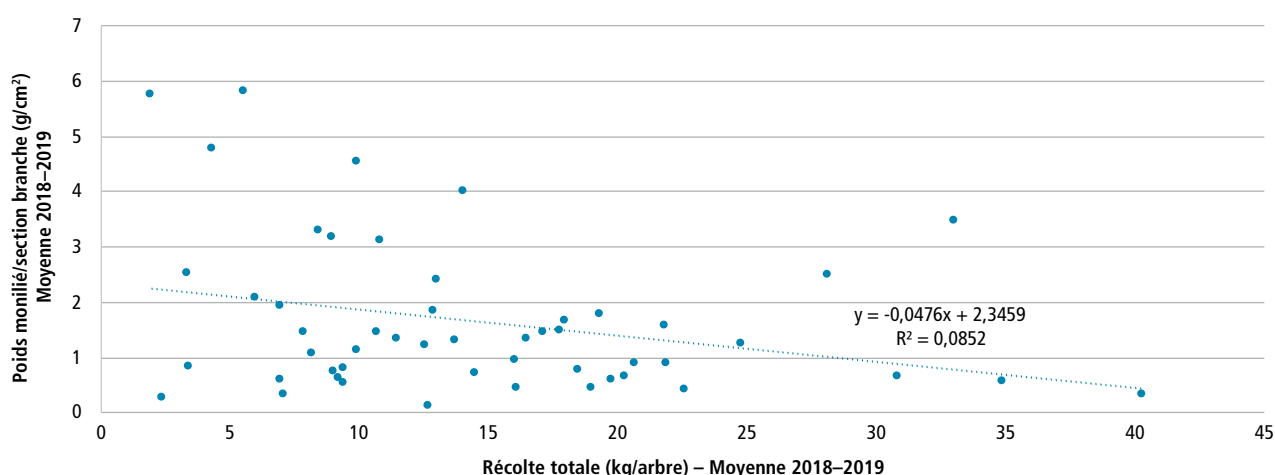


Figure 2 | Corrélation entre les dégâts de moniliose et les rendements à la récolte (moyennes 2018-2019) pour les 51 variétés d'abricots utilisées dans l'essai de production sans protection phytosanitaire.

a augmenté le risque d'affaiblissement des arbres et de dépérissements dans la parcelle d'essai (données non présentées), ce qui peut conduire à une nécessité de renouveler plus rapidement un verger, et ainsi impacter négativement les rendements, et donc la rentabilité de celui-ci.

Caractérisation des sensibilités variétales aux maladies et ravageurs

Le choix des variétés adaptées à une production sans protection phytosanitaire s'avère ardu. Une caractérisation plus précise des sensibilités aux maladies moniliose, maladie criblée et chancre bactérien et au ravageur pucerons faciliterait le choix variétal. Les données de sensibilité (moyenne de deux ans) ont permis de faire cinq catégories de sensibilité pour chaque maladie et ravageur (tab. 2) en utilisant une analyse par partitionnement univarié. Les catégories suivantes ont été définies:

Catégorie 1: variété très peu sensible (vert foncé)

Catégorie 2: variété peu sensible (vert clair)

Catégorie 3: variété moyennement sensible (jaune)

Catégorie 4: variété sensible (orange)

Catégorie 5: variété très sensible (rouge)

Pour la moniliose, comme les attaques étaient faibles à moyennes pour les deux années d'essais, une

grande partie des variétés se trouvent dans les catégories de faible sensibilité. Pour la maladie criblée et pour les pucerons, les variétés sont distribuées de façon régulière dans toutes les catégories de sensibilité. Les catégories générées pour la moniliose, pour la maladie criblée et pour les pucerons ne permettent pas de dégager des tendances en lien avec le rendement. Par contre, une tendance se confirme pour le chancre bactérien, avec les variétés peu sensibles qui correspondent plutôt aux variétés plus productives.

Très peu d'informations sont disponibles sur la sensibilité variétale aux maladies et ravageurs sans protection phytosanitaire. De plus, si des listes de sensibilité variétale existent, il s'agit très souvent de variétés anciennes ou standards. Aucune information n'existe sur les sensibilités à la maladie criblée et aux pucerons. Des études menées en France ont établi des sensibilités variétales pour la rouille (Broquaire *et al.*, 2011) et la tavelure (Brun *et al.*, 2012), deux maladies trop peu importantes en Suisse. Ceci met en évidence les larges différences d'importance des bio-agresseurs entre les régions (Lichou & Jay, 2012). Pour la sensibilité à la moniliose sur fleurs, les résultats sont également divergents selon les régions. Malheureusement, aucune variété en commun n'a été évaluée entre des

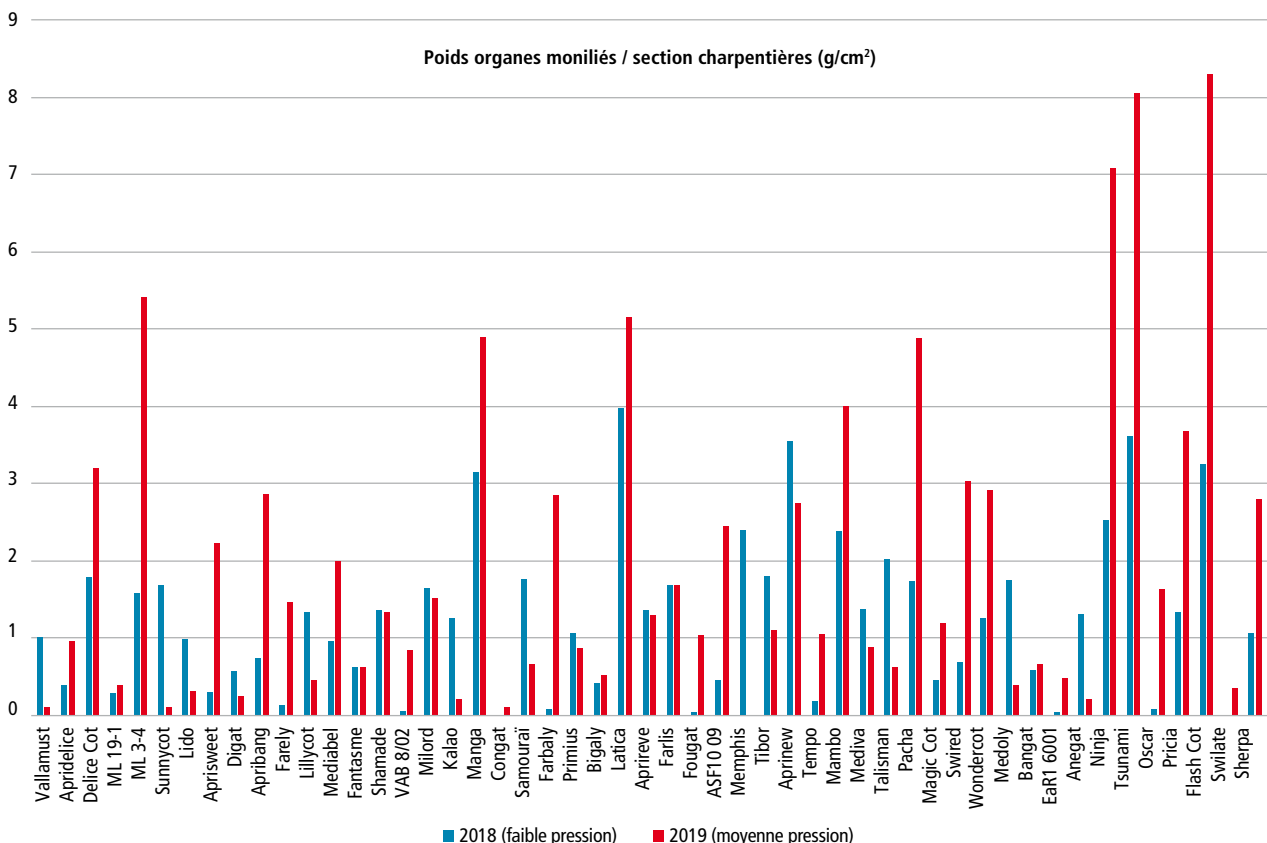


Figure 3 | Poids des organes moniliés par section des charpentières (g/cm²) pour 2018 et 2019.

Tableau 2 | Catégories des sensibilité variétale (moyenne 2018–2019) réalisées par partitionnement univarié pour les 51 variétés d'abricots utilisées dans l'essai de production sans protection phytosanitaire (listées en fonction du rendement en fruits de premier choix). Explication des catégories: vert foncé = très peu sensible, vert clair = peu sensible, jaune = moyennement sensible, orange = sensible et rouge = très sensible.

Variétés	Poids monilié / section branche (g/cm ²) – Moyenne 2018–2019	Evaluation visuelle maladie criblée – Moyenne 2018–2019	Evaluation visuelle chancre bactérien – Moyenne 2018–2019	Evaluation visuelle pucerons (2018)
Vallamust	0,56	2,50	3,00	0,0
Apridelice	0,67	1,50	2,00	0,0
Delice Cot	2,49	0,00	0,00	5,5
ML 19-1	0,33	2,00	0,50	3,0
ML 3-4	3,49	1,50	0,75	3,0
Sunnycot	0,90	2,75	2,50	1,0
Lido	0,65	3,00	2,00	6,0
Aprisweet	1,27	2,50	0,50	3,0
Digat	0,41	1,50	2,50	2,0
Apribang	1,80	3,50	1,75	7,0
Farely	0,79	2,25	4,00	1,0
Lillycot	0,90	2,75	3,50	0,0
Mediabel	1,48	2,25	5,00	4,0
Fantasma	0,62	2,00	2,50	2,0
Shamade	1,35	2,00	3,50	2,0
VAB 8/02	0,45	1,50	1,50	0,0
Milord	1,59	3,50	2,75	4,0
Kalao	0,73	3,50	2,50	1,0
Manga	4,02	2,75	2,75	0,0
Congat	0,12	0,25	2,25	2,0
Samourai	1,22	1,00	3,00	2,0
Farbaly	1,45	3,50	5,50	0,0
Primus	0,96	1,50	0,50	0,0
Bigaly	0,47	0,50	1,00	1,0
Latica	4,55	2,00	6,50	4,0
Aprireve	1,32	2,25	1,25	4,0
Farlis	1,68	1,00	4,00	4,0
Fogat	0,53	1,75	3,25	0,0
ASF10 09	1,45	2,00	1,50	0,0
Memphis	2,40	1,00	4,00	3,0
Tibor	1,45	3,50	3,75	3,0
Aprinew	3,14	3,00	3,25	2,0
Tempo	0,61	3,75	3,25	0,0
Mambo	3,19	2,75	3,25	0,0
Mediva	1,12	2,25	2,00	3,0
Talisman	1,33	2,50	4,75	7,0
Pacha	3,31	2,00	3,75	3,0
Magic Cot	0,82	1,75	2,25	6,0
Swired	1,86	1,50	2,50	1,0
Wondercot	2,08	1,50	3,00	6,0
Medoly	1,07	1,50	4,00	1,0
Bangat	0,62	0,50	3,50	0,0
EaR1 6001	0,26	0,75	2,75	0,0
Anegat	0,76	1,88	3,13	2,5
Ninja	4,80	2,50	3,25	7,0
Tsunami	5,83	2,00	4,00	6,0
Oscar	0,85	3,50	4,00	4,0
Pricia	2,52	3,75	1,25	0,0
Flash Cot	5,77	2,75	3,00	4,0
Swilate	0,35	2,50	3,00	0,0
Sherpa	1,92	4,00	4,50	5,0

essais en France (Parveaud *et al.*, 2011) et l'essai réalisé dans cette étude. Six variétés en commun avec l'essai 2018–2019 ont été évaluées lors d'une étude précédente en Suisse (Christen *et al.*, 2013). En comparaison, deux variétés (Aprisweet et Wonder Cot) montrent des tendances semblables, alors que les quatre autres variétés (Latica, Lilly Cot, Magic Cot et Apribang) montrent des résultats contradictoires, ce qui met une fois de plus en évidence la difficulté d'une évaluation précise de la sensibilité variétale à la moniliose sur fleurs.

Une évaluation de la sensibilité de variétés modernes au chancre bactérien a été menée en France (Delaunay *et al.*, 2011) avec six variétés en commun avec notre étude. Les tendances ont été similaires pour les trois variétés Lilly Cot, Magic Cot et Wonder Cot, mais contradictoires pour les variétés Farely, Farbaly et Latica, avec des sensibilités beaucoup plus importantes en Suisse.

Ces catégories permettraient de développer un indice multicritère pour permettre de caractériser de façon globale et de choisir les variétés les plus adaptées à une production sans protection phytosanitaire pour une région donnée. En comparaison, plusieurs critères ont été pris en compte afin de construire un abricot idéotype pour la production bio (Millan & Deguette, 2016). Dans cette étude, un groupe de divers acteurs de la filière abricots, dont des producteurs bio, se sont mis d'accord sur une liste de variétés adaptées à la production biologique. La plupart de ces variétés modernes sont encore en cours d'évaluation afin de confirmer leur aptitude sur le long terme. Il sera intéressant de confronter les résultats suisses et

français dans un proche avenir, afin de faciliter le choix de nouvelles variétés adaptées à une production qui limite les intrants.

Influence des variables culturales sur le rendement et sur les maladies et ravageurs

L'influence de variables culturales, telles que l'autofertilité des variétés, le porte-greffe, l'année de plantation ainsi que l'obteneur, a été mise en évidence grâce à des analyses de variance.

L'autofertilité des variétés a logiquement eu une influence positive sur le rendement des variétés. Le porte-greffe Myro P1254 a eu une influence positive sur le rendement à la récolte et a moins sensibilisé les arbres au chancre bactérien en comparaison avec les autres porte-greffes. Cette sensibilisation plus faible est connue (Knieling Sven, OCA-VS, communication personnelle), mais dépend fortement des régions. L'année de plantation n'a influencé aucune variable (données non présentées).

L'analyse des variables d'influence sur le rendement et sur la sensibilité aux maladies et ravageurs pourrait permettre de mettre en évidence des pools génétiques potentiellement tolérants chez certains obtenteurs. Pour la maladie criblée, les obtenteurs Escande, CEP Innovation et COT International avait un pool génétique moins sensibilisant que les autres obtenteurs. Pour le chancre bactérien des arbres, les obtenteurs ASF et COT International avait un pool génétique moins sensible que les autres obtenteurs. Par contre, les variétés ASF sont connues en Valais pour montrer, selon les années, des symptômes de bactériose sur fruits. D'autre

Tableau 3 | L'influence de la variable obteneur sur la récolte totale, la récolte de fruits de premier choix (en kg/arbre), ainsi que sur la sensibilité à la maladie criblée et au chancre bactérien met en évidence des pools génétiques potentiellement intéressants pour la sélection d'abricotiers adaptés à une production sans produit phytosanitaire. Les lettres différentes signifient que les moyennes sont significativement différentes $P = 0,05$ selon les tests LSD de Fisher.

Obtenteurs	Récolte totale par arbre (kg)	Récolte premier choix par arbre (kg)	Visuel maladie criblée	Visuel chancre bactérien
VAB	26,925 a	19,900 a	2,000 abc	2,250 ab
COT	20,169 ab	10,984 b	1,875 bc	1,916 b
ASF	18,367 abc	10,548 b	2,458 ab	1,708 b
CEP	14,164 bc	7,630 bc	1,411 c	2,946 ab
IPS	13,598 bc	6,708 bc	2,250 abc	3,281 a
PSB	11,133 bc	5,665 bc	2,917 a	3,750 a
REG	9,988 bc	2,050 c	2,000 abc	2,750 ab
ESC	9,165 c	5,219 bc	1,583 bc	2,792 ab
Pr > F (Obteneur)	0,042	0,014	0,023	0,023
Significatif	Oui	Oui	Oui	Oui

Obtenteurs: IPS = International Plant Selection, ESC = Escande, COT = COT International, PSB = Plant Selection Buffat, ASF = Agro Sélection Fruits, VAB = Georges Valla, CEP = CEP Innovation, REG = De Régibus

part, les obtenteurs Valla, COT International et ASF ont des variétés présentant des rendements plus élevés (tab. 3). La mise en évidence de pools génétiques potentiellement intéressants pour une production d'abricots sans produit phytosanitaire est très utile pour réorienter les objectifs des programmes d'amélioration génétique. En effet, la sélection variétale devra se réinventer, afin de pouvoir faire évoluer l'assortiment et de fournir des variétés mieux adaptées à des systèmes de production sans protection phytosanitaire.

Conclusions

- Sans protection phytosanitaire, seules les quatre variétés d'abricots Vallamust, Apridelice, Delice Cot et ML 3-4 sont rentables et présentent une qualité de fruits suffisante.
- Pour les 46 variétés non rentables, une augmentation du prix producteur devrait être mise sur pied, afin de compenser les pertes d'une production d'abricots sans protection phytosanitaire. En doublant le prix producteur, les sept variétés d'abricots Sunnycot, Lido, Aprisweet, Apribang, Farely, Lillycot et Milord sont rentables et présentent une qualité de fruits suffisante.
- Dans un mode de production sans protection phytosanitaire, le chancre bactérien a le plus d'influence sur la diminution des rendements et impacte ainsi la rentabilité des cultures. L'impact de la moniliose est également important en cas de fortes attaques.
- Le développement de catégories de sensibilité variétale pour les maladies et ravageurs principaux des abricotiers permettra de faciliter le choix de nouvelles variétés adaptées à une production résiliente aux stress biotiques.
- Des pools génétiques moins sensibilisants à certaines maladies et ravageurs représentent un potentiel intéressant pour réorienter les objectifs de la sélection variétale et pour fournir des variétés mieux adaptées à des systèmes de production sans intrants. ■

Remerciements

L'équipe de l'Office cantonal d'arboriculture et cultures maraîchères est chaleureusement remerciée de sa précieuse collaboration et pour l'entretien et la mise en œuvre des essais.

Cette étude a été menée dans le cadre du projet ABBIO; les auteurs remercient chaleureusement les financeurs du projet: l'Office fédéral de l'agriculture, l'Interprofession des fruits et légumes du Valais, Biovalais et COOP Suisse.

Bibliographie

- Broquaire J.-M., Brun L., Mercier V., Guillermin A., Clauzel G., Gomez C. & Parveaud C.-E., 2011. Sensibilité variétale aux maladies et ravageurs – Fiche n° 4: La rouille. Abricot – variétés classiques. *Arboriculture fruitière* **662**, 1 p.
- Brun L., Guillermin A., Clauzel G., Mercier V., Broquaire J.-M. & Audergon J.-M., 2012. Sensibilité variétale aux maladies et ravageurs. Fiche n° 5: La tavelure. Abricot – variétés classiques. *Arboriculture fruitière* **663**, 1 p.
- Christen D., Motry L. & Devènes G., 2012. Comparison of three different evaluation methods of *Monilinia laxa* impact on apricot flowers. *Acta Horticulturae* **966**, 143–147.
- Christen D., Motry L. & Devènes G., 2013. Sensibilité variétale à la moniliose sur fleurs d'abricotier. Présenté au Forum ARBO Bio Romandie, Vétroz, Suisse. 28 février 2013.
- Delaunay V., Leon-Chapoux M. & Brun L., 2011. Sensibilité variétale aux maladies et ravageurs – Fiche n° 2: Le chancre bactérien. Abricot – nouvelles variétés. *Arboriculture fruitière* **660**, 1 p.
- IG Bauern Unternehmen, 2020. Aktion «Pflanzen brauchen Schutz». www.bauern-unternehmen.ch/aktion-pflanzen-brauchen-schutz-de.html [25.10.2020].
- Lichou J. & Jay M., 2012. *Monographie Abricot*. Ed. Ctifl, Paris, 568 p.
- Millan M. & Déguette H., 2016. Co-construction d'un calendrier de maturité pour toute la filière – Quelles variétés d'abricot pour la bio? *Info Ctifl* **327**, 26–34.
- Millan M. & Ondet S.J., 2015. Comportement variétal de fruits à noyau en AB chez les producteurs et en verger d'évaluation: Bilan et perspectives. Présenté à la Conférence Tech & Bio, Valence, France, 24 septembre 2015.
- OFAG, 2017. Plan d'action visant à la réduction des risques et à l'utilisation durable des produits phytosanitaires. Rapport du Conseil fédéral, 6 septembre 2017. www.blw.admin.ch/blw/fr/home/nachhaltige-produktion/pflanzenschutz/aktionsplan.html [25.10.2020].
- Parveaud C.-E., Gomez C., Mercier V., Brun L., Guillermin A., Clauzel G., Broquaire J.-M. & Audergon J.-M., 2011. Sensibilité variétale aux maladies et ravageurs – Fiche n°3: Monilioses sur fleur. Abricot – variétés classiques. *Arboriculture fruitière* **661**, 1 p.
- Rohrer B., Christen D. & Barjolle D., 2016a. Enjeux de la filière abricot en Valais: importance du prix au producteur pour la viabilité des exploitations. *Revue suisse Viticulture, Arboriculture, Horticulture* **48** (4), 248–253.
- Rohrer B., Christen D. & Barjolle D., 2016b. Filière abricot en Valais: importance des caractéristiques variétales pour la viabilité des exploitations. *Revue suisse Viticulture, Arboriculture, Horticulture* **48** (5), 284–290.
- Schmidt A., Mack G., Möhring A., Mann S. & El Benni N., 2019. Analyse d'impact relative à l'initiative pour une eau potable propre: effets économiques et structurels dans l'agriculture. *Agroscope Science* **83**, 147 p.
- Warlop F., 2003. Lutte contre le monilia de la fleur sur abricotier. *Arboriculture fruitière* **568**, 53–55.

■ **Summary** Few apricot varieties are resilient to biotic stresses.

For several years now, growing societal pressure has demanded more organic production, or at least a reduction in the use of synthetic plant protection products. One of the biggest challenges to address this pressure is whether fruit production systems are resilient in the absence of plant protection. The objective of this study is to assess the resilience of 51 modern apricot varieties against biotic stresses by comparing the impact of a lack of plant protection on the production of these varieties and to develop categories of varietal susceptibility to various diseases and pests. No fungicide and insecticide treatment was applied during the 2 years of trials. In such a situation, only the four varieties Vallamust, Apridelice, Delice Cot and ML 3-4 proved profitable. The development of varietal susceptibility categories highlighted the important impact of bacterial canker on yield reduction. However, these results remain to be confirmed in the long term, so that a list of varieties suitable for resilient apricot production to biotic stress can be recommended.

Key words: resilience, apricot varieties, disease and pest susceptibility, genetic pool.

Translated with www.DeepL.com/Translator

■ **Zusammenfassung** Wenige Aprikosensorten sind resilient gegen biotischen Stress.

Seit einigen Jahren fordert die Gesellschaft eine ökologischere landwirtschaftliche Produktion mit einer Reduzierung des Einsatzes von synthetischen Pflanzenschutzmitteln. Eine der grössten Herausforderungen in diesem Zusammenhang ist die Resilienz der Obstproduktionsysteme gegen biotischen Stress ohne Pflanzenschutz. Ziel dieser Studie ist es, die Resilienz von 51 modernen Aprikosensorten gegen biotischen Stressfaktoren zu bewerten, die Auswirkungen eines Verzichts auf Pflanzenschutzmittel auf die Produktion dieser Sorten zu beschreiben und Kategorien der Sortenanfälligkeit gegenüber verschiedenen Krankheiten und Schädlingen zu erstellen. Während den zwei Versuchsjahren wurden keine Fungizid- und Insektizidbehandlungen angewandt. Unter diesen Bedingungen erwiesen sich nur die vier Sorten Vallamust, Apridelice, Delice Cot und ML 3-4 als rentabel. Das Erstellen von Sortenanfälligkeitskategorien zeigte, dass der wichtigste Einfluss auf die Ertragsreduzierung die Pseudomonas Bakterien waren. Diese Ergebnisse müssen jedoch noch langfristig bestätigt werden, um eine Liste von Aprikosensorten zu empfehlen, die für eine resiliente Produktion von Aprikosen gegenüber biotischen Stress geeignet sind.

■ **Riassunto** Poche varietà di albicocche sono resilienti agli stress biotici.

Da diversi anni, la crescente pressione della società ha richiesto una maggiore produzione biologica, o almeno una riduzione dell'uso di prodotti fitosanitari sintetici. Una delle maggiori sfide di fronte a questa pressione è se i sistemi di produzione di frutta sono resilienti in assenza di protezione delle piante. L'obiettivo di questo studio è di valutare la resilienza di 51 varietà moderne di albicocco contro gli stress biotici, confrontando l'impatto di una rinuncia alla protezione delle piante sulla produzione di queste varietà e di sviluppare categorie di suscettibilità varietale a varie malattie e parassiti. Nessun trattamento fungicida e insetticida è stato applicato durante i 2 anni di prove. In questa situazione, solo le quattro varietà Vallamust, Apridelice, Delice Cot e ML 3-4 si sono dimostrate redditizie. Lo sviluppo delle categorie di suscettibilità varietale ha evidenziato l'importante impatto del cancro sulla riduzione della resa. Tuttavia, questi risultati devono ancora essere confermati a lungo termine, in modo da poter raccomandare una lista di varietà adattate alla produzione di albicocche resistenti agli stress biotici.

Tradotto con www.DeepL.com/Translator



**Martin Auer Rebschulen
Pépinières Viticoles**

Lisiloostrasse 55, 8215 Hallau / SH
auer@rebschulen.ch
www.rebschulen.ch / Tel. 052 681 26 27



**Assortiment complet:
Cépages de cuve et de table.**

Porte-greffes de 34, 42, 50, 65 et de 85 cm.

**Pensez de réserver dès maintenant
vos plants de vigne pour 2021 et 2022.**



Fongicides biologiques

Plus que du soufre et du cuivre

- FytoSave®, Vitisan®, Myco-Sin, Botector®
- Des conseils honnêtes et fondés



**Andermatt
Biocontrol**
Suisse

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



POUR LE PRINTEMPS, PELLENC VOUS ACCOMPAGNE DANS VOS TRAVAUX.

GAMME RELEVEUSE

Trois opérations en un seul passage.
Utilisation à différents stades végétatifs.

GAMME EFFEUILLEUSE

Suivi de rang automatique dans tous les types de vignobles.
Les rouleaux happent les feuilles sans abîmer les baies.

LA NATURE EST NOTRE MOTEUR

 www.pellenc.com

PELLENC

Êtes-vous prêts pour le printemps?

Fils & Ancres | Matériel de ligature & Clips
 Protections pour raisins & vignes | Pulvérisateurs

 **gvz rossat**
 Le choix des professionnels



Tél.: 026 662 44 66 - Route de la Petite Glâne 20 - 1566 St. Aubin - gvzsales@gvz-rossat.ch



Pépinières viticoles

- Grand choix de cépages.
- Divers clones et portes-greffes.
- Production de plants en pots et traditionnels.
- Machine pilotée par GPS, pose la barbe et le tuteur.
- Fournitures: Tuteurs et Piquets.

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



POUR LA SANTÉ DES PLANTES

 **AGROLINE**
 Service & Bioprotect

ARVENTO

Décoction de prêle des champs

SALICOR

Infusion d'écorce de saule

ORTICAL

Purin d'ortie



- ✓ Stimulent les défenses des plantes
- ✓ Solutions prêtes à l'emploi en Bag in Box

Admis en agriculture biologique en Suisse selon la Liste des intrants du FiBL.

AGROLINE Bioprotect
 058 434 32 82
 bioprotect@fenaco.com

bioprotect.ch

Spot spraying en cultures maraîchères: conformité des volumes pulvérisés par plante

Pascal HABEREY, René TOTAL et Martina KELLER, Agroscope, 8820 Wädenswil, Suisse

Renseignements: Pascal Haberey, tél. +41 58 460 59 98, e-mail: pascal.haberey@agroscope.admin.ch, www.agroscope.admin.ch

Avec la collaboration technique de Thomas ANKEN, Agroscope, 8356 Ettenhausen, Suisse



Pulvérisation ponctuelle sur laitue (Agroscope).

Introduction

Au cours des premiers stades d'une culture, celle-ci ne recouvre qu'une faible proportion du sol. A cette période, lors de la pulvérisation de produits phytosanitaires, une grande partie des quantités pulvérisées pollue le sol et n'a aucun effet sur les ravageurs (Ware, 1980). La technique de pulvérisation ciblée nommée «spot spraying» est en cours de développement depuis des années pour limiter au maximum la quantité de produits phytosanitaires atteignant le sol et non la culture (Ladd *et al.*, 1978; Felton & McCloy, 2003). Cette technique n'est encore que peu utilisée en Suisse, alors qu'elle serait très bénéfique pour atteindre les objectifs fixés par le Conseil fédéral sur la réduction de 30% des produits phytosanitaires utilisés, d'ici à 2027 (Le

Conseil fédéral, 2017). Dans le cadre du projet Agri-Qnet «Protection des cultures durables et économes en ressources dans la production de légumes à l'aide de robots de protection des cultures commandés par caméra» (2017–2021), Agroscope a réalisé des essais visant à évaluer les performances d'un prototype de robot de protection phytosanitaire en cours de développement. Doté de la technique de spot spraying, il est construit sur la base de la bineuse automatique Steketee IC Weeder. Il est capable de différencier, à l'aide de caméras, les plantes de la culture de celles des adventices. De ce fait, il pulvérise de manière ciblée des fongicides et insecticides uniquement sur les cultures maraîchères cultivées sur rang tout en sarclant les adventices sur l'inter- et l'intra-rang. Cette étude présente des mesures réalisées au cours de l'année

2020 pour contrôler la reconnaissance systématique des plantes par les caméras et la justesse des volumes pulvérisés en fonction du stade de la culture.

Matériel et méthodes

Calcul du volume théorique à pulvériser

Les volumes théoriques à pulvériser sont calculés en fonction de la longueur à traiter par rang, de la vitesse d'avancement et du débit du pulvérisateur. La longueur à traiter par rang résulte du produit entre la densité et le diamètre par plant. Le diamètre par plant correspond à la plus grande longueur entre les deux bords de la plante dans le sens d'avancement du prototype.

Dispositif expérimental et applications

Les essais ont été conduits en plein champ sur différentes cultures maraîchères. Ces cultures étaient plantées à des densités allant de 90 000 à 130 000 plants/ha et à des stades allant de BBCH 15 (5 feuilles étalées) à 48 (la tête a atteint 80% de sa taille finale). Chaque pulvérisation a été réalisée sur une planche de 40 m de long et 1,5 m de large comportant chacune 4 rangs de culture. Le premier traitement a eu lieu le 30 juin 2020 et le dernier le 15 septembre 2020.

Le prototype, tracté, contient 4 porte-outils équipés chacun de valves solénoïdes pour l'application de produits phytosanitaires (fig. 1). Chaque valve peut être activée indépendamment. Les caméras embarquées différencient les plantes de la culture des mauvaises herbes. Elles permettent ainsi la coordination des couteaux mobiles pour sarcler les adventices présentes sur le rang et l'activation ou la désactivation de la pulvérisation à chaque bord de la plante de culture avec une précision au millimètre. De ce fait, l'espace



Figure 1 | Pulvérisation ponctuelle sur laitue feuille de chêne verte à l'aide du prototype (Agroscope).

Résumé Agroscope teste sur différentes cultures maraîchères cultivées sur rang un prototype en cours de développement doté de la technologie de pulvérisation ponctuelle. Ce prototype permet de n'appliquer les insecticides ou fongicides que sur la plante cultivée et de sarcler les adventices sur ou entre les rangs. Le volume de bouillie à pulvériser dépend donc de la surface exacte occupée par la culture, surface qui varie en fonction du stade de développement des plantes. Une série d'essais a été mise en place pour comparer les volumes de bouillie pulvérisés par le prototype avec ceux théoriques calculés avant traitement. Au cours des premiers stades de culture, le prototype pulvérise des volumes avec une précision allant de 70 à 100%, ce qui garantit une application de qualité au cours du premier ou du deuxième traitement selon les cultures.

entre deux plantes n'est pas traité. Le prototype permet également d'ajuster la zone de pulvérisation par rapport aux plantes. En effet, le traitement peut être déclenché ou arrêté quelques millimètres à centimètres avant ou après chaque bord de la plante suivant les réglages désirés. Les pulvérisations ont été faites avec de l'eau à différentes vitesses allant de 0,9 à 1,6 km/h et avec des buses à jet plat pour pulvérisation en bande (Teejet TP 40-01 E, Lechler 45-070, Lechler 75-060 et Lechler 80-01E). Les débits variaient de 0,19 à 0,32 l/min. Les pressions ont été choisies en fonction de la buse utilisée pour obtenir des gouttelettes de taille fine. Au total, 43 applications ont été réalisées, soit 17 sur pak choi, 14 et 2 sur laitue lollo rouge et verte respectivement, 4 sur laitue pommée, 3 et 1 sur laitue feuilles de chêne rouge et verte respectivement et 2 sur laitue batavia.

Méthodes de collecte des données

A chaque essai, le volume d'eau pulvérisé par les 4 buses a été récupéré à l'aide d'un sac plastique fixé par buse. Sur chaque planche, la totalité des plantes ont été comptées et le diamètre par plant d'au moins 30 plantes était mesuré. La longueur de traitement par plante a été mesurée à l'aide de papier hydrosensible sur environ 350 plantes de stade inférieur à BBCH 47 (la tête a atteint 70% de sa taille finale) (fig. 2). La vitesse d'avancement affichée par le prototype a été contrôlée par chronométrage de la pulvérisation au

cours de 20 essais. Les débits par buse en fonction des pressions fixées ont été contrôlés chaque jour de traitement pendant 2 min à l'arrêt, ce qui correspond à plus de 150 mesures.

Résultats et discussion

Le prototype a pour objectif de réduire les quantités des produits phytosanitaires utilisés au cours des premiers stades de la culture, lorsque la surface faible occupée par celle-ci permet les économies les plus importantes. La période entre la date de plantation et celle où l'espace entre plantes est inférieur à 7 cm correspond, selon la culture testée, à la période du premier, voire du deuxième traitement insecticide ou fongicide réalisé habituellement par l'exploitant. A ces jeunes stades de culture, les volumes pulvérisés étaient toujours soit identiques, soit légèrement inférieurs à ceux attendus (fig. 3). De ce fait, l'utilisation du prototype ne paraît pas engendrer de risque de dépassement des doses de produits phytopharmaceutiques par plante. Pour ces pulvérisations, les volumes épandus divergeaient en moyenne de moins de 15% par rapport à



Figure 2 | Vérification de la qualité de pulvérisation sur pak choi à l'aide de papier hydrosensible. Le diamètre de la plante est comparé à la longueur du traitement par plante pour définir la justesse des volumes épandus. L'espace entre plantes n'est pas traité (Agroscope).

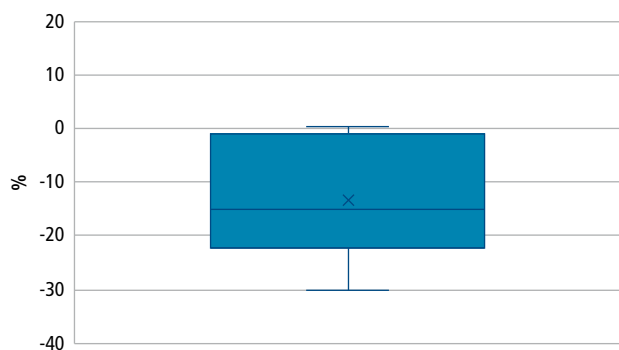


Figure 3 | Variabilité, représentée sous forme de box-plots, des écarts entre les volumes de bouillie pulvérisés et calculés pour les cultures dont l'espace entre deux plantes est supérieur ou égal à 7 cm.

ceux prédits. Sur l'ensemble des essais, les caméras ont démontré une grande faculté de reconnaissance et de différenciation des plantes de culture et des adventices. En effet, lors du contrôle de plus de 350 pulvérisations par plante, chaque plante a été traitée de manière ponctuelle sans omission. En outre, la grande majorité des adventices présentes sur le rang ont été sarclées. Les contrôles des temps de passage par essai et les débits par buse révèlent également une bonne fiabilité du prototype pour les réglages de sa vitesse et des pressions de sortie des buses. Il faut souligner que les variabilités de leur justesse sont faibles et les moyennes d'erreur ne sont que de 5 et 7% respectivement (fig. 4).

Aux stades plus avancés, lorsque l'espace entre plantes est inférieur à 7 cm, il pourrait exister un risque que les coupeaux mobiles puissent moins aisément se mouvoir entre les plantes sans provoquer de dégâts. De plus, les économies potentielles en produits phytopharmaceutiques seraient également plus faibles en raison de la forte occupation de la surface du sol par la culture. Ainsi, l'emploi du prototype par rapport à un pulvérisateur à rampe classique ne serait plus forcément pertinent. A ces stades, les écarts entre les volumes pulvérisés et ceux calculés sont plus importants (fig. 5). Le prototype appliquerait en moyenne 42% de volume de bouillie en moins par rapport à ceux prédits. Il est à noter que la divergence entre la longueur traitée et le diamètre par plante n'est en moyenne que de 2%. Il existe toutefois une forte variabilité de justesse de plus ou moins 40% suivant les pulvérisations par plante. Au cours des différents essais, une forte corrélation d'une valeur R^2 de 0,82 semblait paraître entre l'espace entre deux plantes et l'exactitude des volumes pulvérisés (fig. 6). Plus la culture se développait, plus le diamètre de la plante grandissait et plus l'espace entre les bords de deux plantes diminuait. Il est possible qu'aux stades très avancés de la culture,

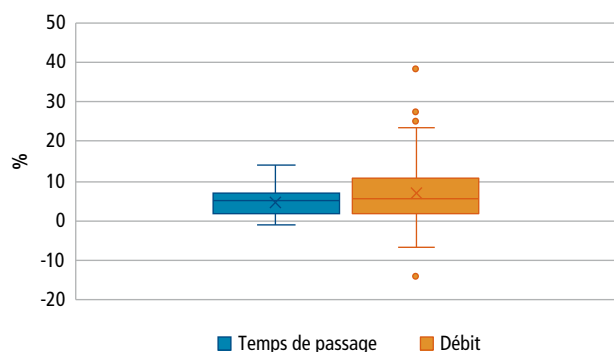


Figure 4 | Variabilités des écarts entre les valeurs observées et celles prévues, représentées sous formes de box-plots.

le délai entre la fermeture et l'ouverture des valves solénoïdes entre la fin d'une plante et le début de l'autre soit trop court pour permettre le bon recouvrement de la plante entière. Ainsi, le manque de volume de bouillie pulvérisée serait surtout localisé en périphérie de la plante, ce qui n'aurait qu'un faible impact sur l'efficacité des produits phytosanitaires. Cette hypothèse est en accord avec les résultats des essais d'efficacité déjà menés au cours des trois dernières années par Agroscope avec le prototype Steketee sur pak choi et laitue. Les trois ou quatre traitements insecticides répartis sur l'ensemble de la durée de chaque culture ont montré une économie potentielle d'au moins 50% des produits phytosanitaires, tout en conservant une efficacité similaire à une application avec un pulvérisateur à rampe classique (Keller *et al.*, 2020). Des essais prévus en 2021 comparant les volumes épandus sur des plantes de même diamètre plantées à des densités différentes et des plantes de diamètres différents plantées à la même densité permettront d'évaluer l'efficacité de la vitesse d'activation des valves solénoïdes lors de traitements de cultures à des stades avancés.

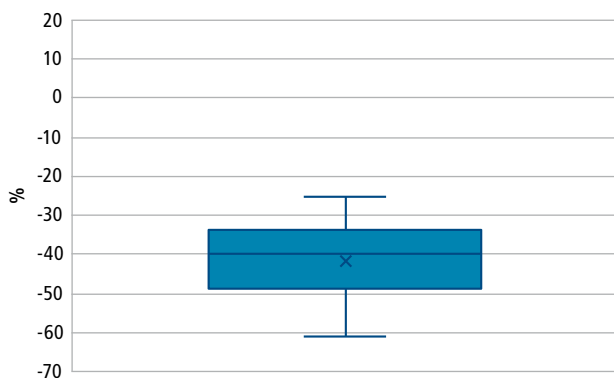


Figure 5 | Variabilité, représentée sous formes de box-plots, des écarts entre les volumes de bouillie pulvérisés et calculés pour les cultures dont l'espace entre deux plantes est inférieur à 7 cm.

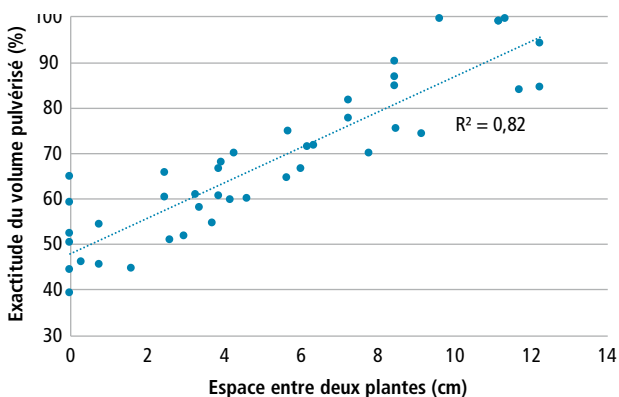


Figure 6 | Corrélation entre l'exactitude du volume pulvérisé sur la culture et l'espace entre deux plantes.

Conclusions

- Le prototype Steketee reconnaît chaque plante de la culture et la pulvérise de manière ponctuelle.
- Au cours des premiers stades de culture correspondant à la plage d'utilisation du prototype, les volumes appliqués sont très similaires aux volumes attendus, avec moins de 30% d'écart.
- Les volumes de bouillie pulvérisés par le prototype n'excèdent jamais les volumes théoriques. Le risque d'une application excessive par plante et donc de dépassement des limites maximales de résidus autorisées est très faible. ■

Remerciements

Nous tenons à remercier AgrIQnet pour son financement, et les partenaires du projet, l'Office fédéral de l'environnement, Rolf Matter (CCM), Fanny Duckert (UMS), René Steiner (FRL), Hans Möri (Möri AG), Samuel Hauenstein (FiBL) et Thomas Wyssa (Wyssa Gemüse). Nous remercions tout particulièrement Thomas et Christoph Wyssa, qui nous ont accueillis sur leur terrain pour effectuer les essais.

Bibliographie

- Felton W. & McCloy K., 1992. Spot spraying. *Agricultural Engineering Nov*, 9–12.
- Keller M., Haberey P., Hodel D., Collet L., Steiner R., Bucher C., Möri H., Wyssa T., Duckert F., Hauenstein S., Matter R., Anken T. & Total R., 2020. Spot spraying (pulvérisation ciblée) dans les cultures maraîchères: Réduction significative des pesticides possible, mais exigeante. *Agroscope Transfer* 353, 1–2.
- Ladd T. L., Reichard Jr. D. L., Collins D. L. & Buriff C. R., 1978. An Automatic Intermittent Sprayer: a New Approach to the Insecticidal Control of Horticultural Insect Pests. *Journal of Economic Entomology* 71(5), 789–792.
- Le Conseil fédéral, 2017. Plan d'action visant à la réduction des risques et à l'utilisation durable des produits phytosanitaires. Rapport du Conseil fédéral. Adresse: www.blw.admin.ch/blw/fr/home/nachhaltige-produktion/pflanzenschutz/abkti_onsplan.html [11 février 2021]
- Ware G.W., 1980. Effects of pesticides on nontarget organisms. In: Gunther F.A., Gunther J.D. (eds) *Residue Reviews. Residue Reviews* 76, 173–201.

Summary

Spot Spraying in Vegetable Production: Volume of Product Sprayed per Plant.

Agroscope is testing a prototype for spot-spraying plant-protection products on different vegetable row crops. The prototype allows the targeted application of insecticides or fungicides on the crop alone and the hoeing of weeds in or between the rows. The volume to be sprayed depends on the area occupied by the crop, which varies according to the stage of development of the plants. In a series of tests, the amount of product actually sprayed with the prototype was compared to the expected amount calculated before the treatment. On plants in early stages of development the prototype sprays the product with an accuracy of 70–100%, which guarantees a high-quality application for the first or second treatment, depending on the crop.

Key words: Spot spraying, growth stages, water rate, vegetables, field trial.

Zusammenfassung

Spot Spraying im Gemüsebau: ausgebrachte Brühmenge pro Pflanze.

Agroscope testet einen Prototyp für die gezielte Ausbringung von Pflanzenschutzmitteln (Spot Spraying) auf Reihenkulturen im Gemüsebau. Dieser erlaubt es, Insektizide oder Fungizide gezielt und nur auf die Kulturpflanze auszubringen und Unkraut in oder zwischen den Reihen zu hacken. Die auszubringende Brühmenge hängt von der Anbaufläche ab. Diese Fläche variiert je nach Entwicklungsstadium der Pflanzen. Im Rahmen einer Versuchsreihe wurde die mit dem Prototyp ausgebrachte Brühmenge mit der vor der Behandlung berechneten Menge verglichen. Auf Pflanzen in frühen Entwicklungsstadien sprüht der Prototyp die Brühmenge mit einer Genauigkeit von 70–100%, was je nach Kultur eine qualitativ hochstehende Ausbringung bei der ersten oder zweiten Behandlung gewährleistet.

Riassunto

Spot spraying per l'orticoltura: irrorazione precisa su ogni pianta.

Agroscope sta testando un prototipo ancora in fase di sviluppo provvisto di una tecnologia di irrorazione puntuale (spot spraying) su varie colture orticole a file. Questo prototipo consente di applicare gli insetticidi o i fungicidi unicamente sulle piante coltivate e di estirpare le malerbe presenti su o tra le file. Il volume della soluzione da applicare dipende dall'esatta superficie occupata dalla coltura, che varia a seconda dello stadio di sviluppo delle piante. Grazie a una serie di test si sono confrontati i volumi di soluzione irrorati dal prototipo con quelli teorici calcolati prima del trattamento. Ai primi stadi della coltura, il prototipo applica i volumi con una precisione del 70–100 per cento, il che garantisce un'applicazione di qualità durante il primo o il secondo trattamento, a seconda della coltura.



Plants Bio



BIO SUISSE

CH-BIO-006

Preneur de licence
Bourgeon

- Hybridation
- Sélection
- Développement

Pépinières

BORIOLI



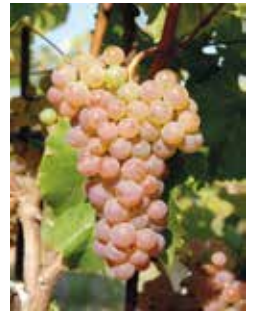
pour une viticulture durable

Réservez maintenant vos plants pour 2022 !

- Cépages classiques
- Variétés résistantes
- Plants hautes tiges
- Diversité de porte-greffes
- Plantation mécanisée
- Conseil personnalisé

Sauvignac®

nouveau cépage
multi-résistant



Chemin du Coteau 1 • 2022 BEVAIX • Tél. 032 846 40 10 • Tél. 079 240 67 43 • info@multivitis.ch

GIGANDET SA

Votre spécialiste

BUCHER
vaslin

VENTE - SERVICE - RÉPARATION - RÉVISION

Notre expérience dans vos projets sur mesure

Réception vendange



Pressoir



Filtre tangential



Oenopompe®



ADRESSES GÉNÉRALES

Gigandet SA Succursale de la Côte
Les Jaccolats 1 1166 Perroy
1853 Yvorne

POUR NOUS CONTACTER

info@gigandetsa.ch
+41 (0)24 466 13 83

POUR PLUS D'INFORMATION

www.gigandetsa.ch

Passerillage: effet sur l'acide malique et tartrique dans les baies de Syrah et Merlot

Markus RIENTH¹, Patrick SCHOENENBERGER¹, Michaela SCHUMANN^{1,3}, Marilyn CLÉROUX¹, Fabrice LORENZINI², Vivian ZUFFEREY⁴ et Johannes RÖSTI⁵

¹ Haute Ecole de Changins, 1260 Nyon, Suisse

² Agroscope, 1260 Nyon, Suisse

³ Geisenheim University, Institut für Allgemeinen Weinbau, 65366 Geisenheim, Allemagne

⁴ Agroscope, 1009 Pully, Suisse

⁵ Office de la viticulture et d'agroécologie, 2012 Auvernier, Suisse

Renseignements: Markus Rienth, e-mail: markus.rienth@changins.ch



Le coupage de la branche à fruits conduit au flétrissement des grappes: le passerillage.

Introduction

La température de surface de la terre devrait augmenter de 2 à 4°C d'ici à la fin du siècle, selon les prévisions des climatologues. La culture de la vigne et la production de vin sont déjà affectées par le réchauffement climatique et le seront encore à l'avenir. Ces effets sont importants économiquement dans de nombreuses parties du monde et s'intensifieront avec l'augmentation de la température moyenne mondiale.

Si certains effets seront bénéfiques pour la production de vin dans certaines contrées, on peut s'attendre aussi à des conséquences parfois négatives pour la production et la composition des raisins et des vins dans d'autres régions. L'augmentation de la tempéra-

ture agit sur la phénologie de la vigne. La maturation a donc lieu plus tôt dans la saison, à la période la plus chaude de l'année (Duchêne et Schneider, 2005).

Parmi les conséquences les plus problématiques de l'accroissement de la température figurent l'accumulation accrue de sucres, la dégradation accélérée de l'acide malique (Rienth *et al.*, 2014, 2016), la diminution de la teneur en anthocyanes dans les baies rouges en raison de la dégradation ou de l'inhibition de leur biosynthèse, avec de possibles variations dans l'acylation (Rienth *et al.*, 2021) et des changements dans le potentiel aromatique (Keller, 2010a). Les effets les plus importants sont susceptibles d'être observés dans les régions viticoles où les cépages traditionnels, auparavant bien adaptés, continueront d'être cultivés. La majorité

des régions viticoles nécessiteront des ajustements, notamment au niveau des techniques culturales et du choix du matériel végétal, soit les cépages et les porte-greffes (Hannah *et al.*, 2013). Une bonne connaissance de la physiologie des baies (accumulation des sucres, dégradation des acides malique et tartrique) s'avère déterminante pour adapter les mesures culturales au vignoble (van Leeuwen et Destrac-Irvine, 2017) en combinaison avec la sélection de terroirs (altitude, exposition) (Rienth *et al.*, 2020) et l'adaptation du matériel végétal (Wolkovich *et al.*, 2018).

Le développement des baies comporte une phase de croissance verte et une phase de maturation, qui sont séparées par une phase de latence. Durant la première phase, les baies croissent d'abord par division cellulaire, puis par expansion cellulaire avec l'accumulation des tanins et des acides tartrique et malique. Durant la période dite du plateau herbacé, le grossissement des baies cesse, ainsi que l'accumulation d'acides organiques. Au cours de la phase suivante de maturation, la baie ramollit très rapidement en vingt-quatre heures, puis la croissance reprend, accompagnée d'une accumulation d'anthocyanes et de sucre et d'une dégradation de l'acide malique (Kuhn *et al.*, 2013). Les acides organiques qui dominent dans la majorité des espèces de fruits sont l'acide citrique et l'acide malique. Cependant, dans les raisins au stade de pré-véraison (*Vitis* et *Muscadinia*), l'acide tartrique et l'acide malique constituent environ 90% des acides organiques (Kuhn *et al.*, 2014). Durant la maturation des baies, la dégradation des acides est principalement due à la respiration de l'acide malique, qui dépend de la température. La quantité d'acide tartrique dans la baie reste stable, mais sa concentration (g/l) diminue en raison du phénomène de dilution, liée à l'augmentation du volume des baies (Rösti *et al.*, 2018).

L'acidité joue un rôle essentiel dans la perception sensorielle et la stabilité microbiologique des vins. La recherche scientifique, menée sur la dégradation des acides organiques, s'est principalement focalisée sur le métabolisme de l'acide malique (Etienne *et al.*, 2013). Rares sont les études réalisées sur le métabolisme de l'acide tartrique en relation avec les conditions climatiques et les effets des conditions abiotiques. Or, dans la mesure où, en conditions de hautes températures, l'acide malique est respiré par la baie, la teneur en acide tartrique est d'autant plus importante pour assurer que les baies aient malgré tout une acidité suffisante pour la qualité du vin. Une teneur naturellement élevée en acide tartrique semble représenter un critère de sélection important pour les nouveaux cépages. En effet, les cépages ayant une forte concentration naturelle d'acide

Résumé ■ L'étude visait à caractériser les changements biochimiques lors du passerillage des baies de deux cépages (Syrah et Merlot), en tenant compte particulièrement de l'évolution de l'acide tartrique et de l'acide malique. Des baies de raisins ont été séchées à différentes températures, soit à 9, 15, 21 et 27 °C. Le passerillage a causé une perte de poids de baie allant jusqu'à 45%, une augmentation de la concentration en sucres de l'ordre de 70%. Les concentrations en acide malique et tartrique des baies ont chuté de l'ordre de 60% environ et de 49% respectivement. La diminution de l'acide tartrique étant surprenante (car il n'est normalement pas métabolisé dans la baie après véraison), l'explication a été trouvée grâce à des analyses de potassium. La concentration d'acide tartrique a baissé, car il a précipité, à l'intérieur des baies ou lors de l'échantillonnage, sous forme de tartrate d'hydrogène de potassium. Cette découverte a permis d'exclure un catabolisme de l'acide tartrique dans la baie. Cette étude tend à démontrer que des précipitations d'acide tartrique peuvent provoquer d'importants biais analytiques dans les expériences physiologiques. Les méthodes analytiques courantes semblent être inappropriées et conduisent à des résultats discordants parmi de nombreuses études.

tartrique sont considérés comme mieux adaptés aux hautes températures (et donc aux futures conditions climatiques) (Duchêne *et al.*, 2014). Par ailleurs, la teneur en potassium des moûts joue également un rôle important dans l'acidité finale des vins et leur pH. En effet le potassium précipite avec l'acide tartrique, donc cela diminue l'acidité. Les cépages et les porte-greffes qui assimilent mal le potassium dans leurs baies ont un pH plus bas et des acidités plus élevées en vins. La précipitation du tartrate de potassium est inversement proportionnelle à la teneur en potassium des moûts. Dans les raisins, la synthèse de l'acide tartrique résulte de la dégradation de la vitamine C (L-acide-ascorbique) par plusieurs étapes chimiques (Burbidge *et al.*, 2021). L'acide ascorbique est formé dans les plantes par oxydation des sucres, tels que le glucose, le mannose et le galactose ou l'acide galacturonique dérivé de la pectine par la voie

Smirnoff-Wheeler, qui a été largement étudiée en raison de son importance dans toutes les plantes et de la valeur intrinsèque pour le régime alimentaire humain.

Si la baie et ses cellules sont intactes et s'il n'y a pas d'infection avec des pathogènes comme, notamment, *Botrytis cinerea*, aucune dégradation de l'acide tartrique ne peut avoir lieu dans la baie pendant la maturation (Burbidge *et al.*, 2021).

Une baisse de la teneur en acide tartrique n'a donc que rarement été signalée jusqu'à présent. Une explication simple pourrait provenir du fait que les viticulteurs considèrent l'acide tartrique sur la base d'une concentration et non d'une teneur par baie. Un échantillonnage trop faible et une grande hétérogénéité dans la maturation des baies expliquent en partie que la diminution de l'acide tartrique ne soit pas toujours détectée.

La technique du passerillage des raisins hors souches (sur claies par exemple) est utilisée pour produire des styles de vins particuliers dans des régions spécialisées, tels que les vins Passito et Amarone. Quelques études sur le passerillage des baies de raisin se sont concentrées sur les aspects moléculaires, biochimiques et physiologiques (Zenoni *et al.*, 2016).

L'objectif principal de cette étude était de confirmer et de caractériser la cinétique d'une baisse de l'acide tartrique durant le passerillage des baies. A cet effet, une série d'expériences ont été menées sur le passerillage de baies de Syrah et de Merlot, à température contrôlée, après un échantillonnage strict et élevé de baies. L'étude visait aussi à améliorer la compréhension du développement des métabolites primaires pendant le passerillage des baies.

Matériel et méthodes

Les cépages Syrah et Merlot ont été choisis dans cette étude en partie parce qu'ils ont servi comme modèles métaboliques et transcriptomiques distincts dans des expériences de passerillage précédentes (Zenoni *et al.*, 2016). Par ailleurs, les deux variétés à maturité plutôt tardive n'ont jamais été cultivées historiquement dans les régions septentrionales, et pourraient devenir des alternatives intéressantes à des cépages beaucoup plus précoces, en réponse au réchauffement climatique.

La première parcelle de Syrah est située dans le canton de Vaud, à Bursins. Les vignes sont plantées sur le porte-greffe 3309C, taillées en Guyot et palissées verticalement. La deuxième parcelle de Merlot (RAC19) est située à proximité de la station de recherche d'Agroscope à Changins (Nyon). Les vignes sont plantées sur le porte-greffe 3309, taillées en Guyot et palissées verticalement. Des échantillons de baies ont été

collectés dans les deux vignobles avec un suivi du développement des baies afin de choisir le moment opportun pour déclencher l'expérience de passerillage hors souche. L'échantillonnage des deux contrôles (Syrah et Merlot) a commencé avant la véraison.

Les expériences de passerillage des baies ont débuté lorsque le taux de sucre a atteint 20,5°Brix/85°Oechsle (pour le Merlot, 13 septembre 2016) ou 18,7°Brix/77°Oechsle (pour le Syrah, 7 octobre 2017). Le poids moyen des baies était de 1,8g pour la Syrah (tab. 1) et de 1,2g pour le Merlot (tab. 2). Environ 140 kg de grappes entières ont été vendangés et répartis uniformément dans 24 boîtes en plastique perforées (20 cm × 40 cm × 10 cm), en une seule couche, afin de permettre une circulation optimale de l'air. Les températures dans les quatre chambres (4 cm × 3 cm × 3 m) ont été ajustées pendant 30 jours à 9, 15, 21 et 27 °C pour le Merlot et 15, 21 et 27 °C pour la Syrah. L'humidité a été maintenue entre 74 et 77% grâce à un système de ventilation de l'air.

Echantillonnage de baies

A intervalles de deux à trois jours, 300 baies de chaque traitement de passerillage ont été collectées, ainsi que des grappes dans les vignobles témoins n'ayant pas subi de passerillage. Tous les lots de baies ont été pressés avec une presse hydraulique de laboratoire, puis centrifugés avant l'analyse. Avant le pressurage, les baies ont été coupées au niveau du pédicelle, pesées et triées par densité avant d'être mises dans une solution de NaCl, avec un protocole décrit par Carbonell-Bejerrano *et al.* (2016). Le protocole consiste à faire trois solutions de NaCl de salinité différente. Les baies sont placées dans la concentration la plus élevée. Les baies les plus sucrées vont couler, et les autres vont flotter.

Tableau 1 | Evolution relative des principaux composés des baies de Syrah à la fin de l'expérience de passerillage en fonction de la composition de départ.

Paramètres	Contrôle fin	15 °C	21 °C	27 °C
Poids des baies	+5,6%	-16,7%	-33,3%	-44,4%
Sucres (°Brix)	+8,0%	+24,1%	+51,3%	+71,1%
TA (mEq)	+28,6%	+10,4%	-3,9%	-11,7%
TA (uEq, berry ⁻¹)	+36,0%	-5,1%	-34,6%	-48,5%
MA(mEq)	+17,2%	+17,0%	+3,8%	-35,8%
MA (uEq, berry ⁻¹)	+15,8%	-2,1%	-29,5%	-63,2%
MA/TA	-10,0%	-28,6%	+5,7%	+2,9%
Hexoses (g, L ⁻¹)	+3,8%	+18,4%	+53,0%	+71,4%
Hexoses (mg, baie ⁻¹)	+11,1%	+0,3%	+5,5%	+2,2%

Les baies qui flottent sont récupérées et vont être placées dans la solution moins salée (fig. 1).

Afin d'ajuster le NaCl et de déterminer pertinemment la valeur X, avant le triage, un échantillonnage de 20 baies a été prélevé au hasard sur les 300 baies. Cet échantillonnage a été pressé et le taux de sucre analysé (°Brix) afin d'ajuster les gradients NaCl. Les baies restantes (environ 280) ont été séparées en trois lots pour les trois solutions NaCl.

A la fin de protocole, les 280 baies ont été réparties entre les trois lots, selon leur densité en sucre. Ensuite, chaque lot a été traité séparément.

Les acides organiques et les sucres ont été analysés par HPLC (1260 Infinity Agilent HPLC System, Agilent Technologies, Santa Clara, Californie, Etats-Unis), qui a été connecté à un détecteur d'index réfractométrique Shodex RI-101 (Showa Denko, Kawasaki, Japon), maintenu à 50 °C. Les échantillons ont été prétraités par extraction en phase solide avec des cartouches Waters Oasis HLB, 6 cm³ (200 mg) (Waters Corporation, Milford, Massachusetts, Etats-Unis), puis filtrés à travers de 0,2 mm nylon filtres (Millipore, Burlington, Massachusetts, Etats-Unis), et 20 µL ont été directement injectés sur une colonne HPX-87H HPLC Aminex 300 × 7,8 mm, 9 µm de taille de particules (Bio-Rad Laboratories, Hercules, Californie, Etats-Unis). Les séparations ont été effectuées dans des conditions isocratiques à 80 °C avec une solution H₂SO₄ de 0,65 mmol, phase mobile à un taux de 0,5 ml/min. Les acides organiques ont été détectés à 210 nm.

Les échantillons clarifiés ont également été analysés par transformation Fourier après spectroscopie infrarouge (WineScan, Foss, Hillerød, Danemark) pour déterminer les taux d'hexoses, de sucres, d'acides et de potassium.

Tableau 2 | Evolution relative des principaux composés de baies du Merlot à la fin de l'expérience de passerillage en fonction de la composition de départ.

Paramètres	Contrôle fin	9 °C	15 °C	21 °C	27 °C
Poids des baies	+10,0%	0,0%	-10,0%	-29,2%	-31,7%
Sucres (°Brix)	+15,6%	+6,8%	+9,8%	+37,1%	+38,5%
TA (mEq)	+5,5%	+2,7%	-4,5%	-26,4%	-35,5%
TA (uEq, berry ⁻¹)	-1,1%	+5,6%	+9,0%	+7,9%	+7,9%
MA (mEq)	-27,5%	+15,0%	0,0%	-12,5%	-42,5%
MA (uEq, berry ⁻¹)	-22,0%	+10,0%	-14,0%	-38,0%	-62,0%
MA/TA	-25,0%	+17,5%	-10,0%	-17,5%	-40,0%
Hexoses (g, L ⁻¹)	+25,3%	+4,4%	+9,7%	+45,3%	+42,8%
Hexoses (mg, baie ⁻¹)	+35,0%	+2,0%	-2,0%	0,0%	-5,3%

Pour éviter et/ou solubiliser des précipitations potentielles de l'acide tartrique, différents protocoles ont été testés, avant le pressurage et l'analyse des baies. Les baies de Syrah (540) ont été échantillonnées à partir du traitement de 27 °C. Ces baies ont été séparées en six groupes de répétition (30 baies par groupe) et écrasées à la main dans un sac en plastique fermé, puis chauffées dans un bain d'eau pendant 45 min à 80 °C ou autoclavées pendant 45 min ou simplement écrasées à la main à température ambiante (contrôle) avant de les presser.

Des données de la température et des précipitations dans les vignes ont été collectées pendant la saison et sont présentées dans le tableau S2. Le software Origin Pro 7.0 et MS Excel (Microsoft, Richmond, Washington, Etats-Unis) ont été utilisés pour l'analyse des données.

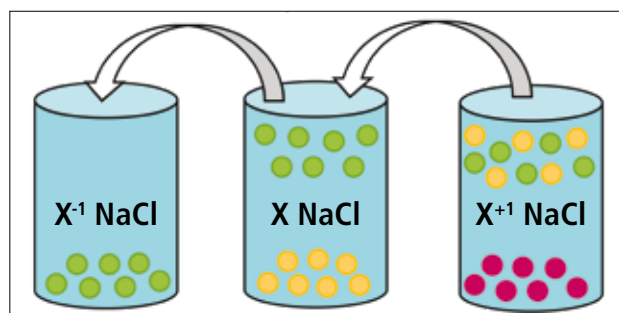
Résultats et discussion

Hétérogénéité des baies

La figure 2 montre le suivi de la concentration en sucres (°Brix) des baies issues du vignoble (variante témoin). La moyenne des baies prélevées avant la séparation est représentée par les points et la courbe rouges. La concentration en sucres de trois lots de baies, séparés au moyen du NaCl, est présentée par les points bleus (lots individuels) et par les points verts (concentration moyenne pondérée) (fig. 2).

La variation de la teneur en sucres au cours de la maturation s'élève jusqu'à 5° Brix (environ 20° Oechsle) pour le cépage Syrah et à 3° Brix (environ 12° Oechsle) pour le Merlot. Ce phénomène témoigne d'une grande variabilité de la maturation des baies après la véraison au vignoble. Une telle hétérogénéité de concentration des baies en sucres durant la maturation, même sur une seule grappe, peut entraîner un biais considérable pour des suivis de maturation, particulièrement pour des études moléculaires et physiologiques (Gouthu >

Figure 1 | Protocole de triage de baies en fonction de leur maturité (richesse en sucre) par solution NaCl.



et al., 2014; Rienth et al., 2014b, 2016; Carbonell-Bejano et al., 2016).

Pour tenir compte de cette variabilité, la moyenne pondérée a été calculée en utilisant le poids de chaque lot (chaque point bleu pesait un poids différent pour chaque date donnée). Fait intéressant, on peut remarquer que les sous-échantillons ont généralement sous-estimé la moyenne pondérée jusqu'à 19% (fig. 2). Une telle variation dans la concentration en sucres des baies soulève la question de la méthodologie d'échantillonnage la plus représentative pour une parcelle de vigne. Elle souligne également la nécessité de pratiquer une sélection minutieuse des baies dans les études physiologiques. Enfin, ces observations mettent en question la pertinence du terme couramment utilisé de «mi-véraison» dans les études phénologiques, définie comme le moment où 50% des baies dans une grappe ont changé de couleur, comme relevé dans les études précédentes (Rienth et al., 2014b, 2016).

Sur la base des résultats de cette étude, on ne peut conclure que les différences observées dans le taux de sucres sont dues à un changement phénologique des baies, atteignant le stade de véraison à des moments différents, ou si la vitesse de maturation diffère entre les baies. A notre connaissance, peu nombreuses sont les études qui portent attention à ce phénomène jusqu'à présent (Gouthu et coll., 2014). Nos résultats présagent que certaines baies accumulent du retard dès la véraison, mais qu'elles compensent ce retard par la suite en accumulant des sucres plus rapidement durant la phase de maturation. Par conséquent, l'ensemble des données (acides organiques, sucres et éthanol) présentées dans cette étude ont été calculées comme des moyennes pondérées.

Cinétique de maturation des cépages Syrah et Merlot dans des conditions septentrionales

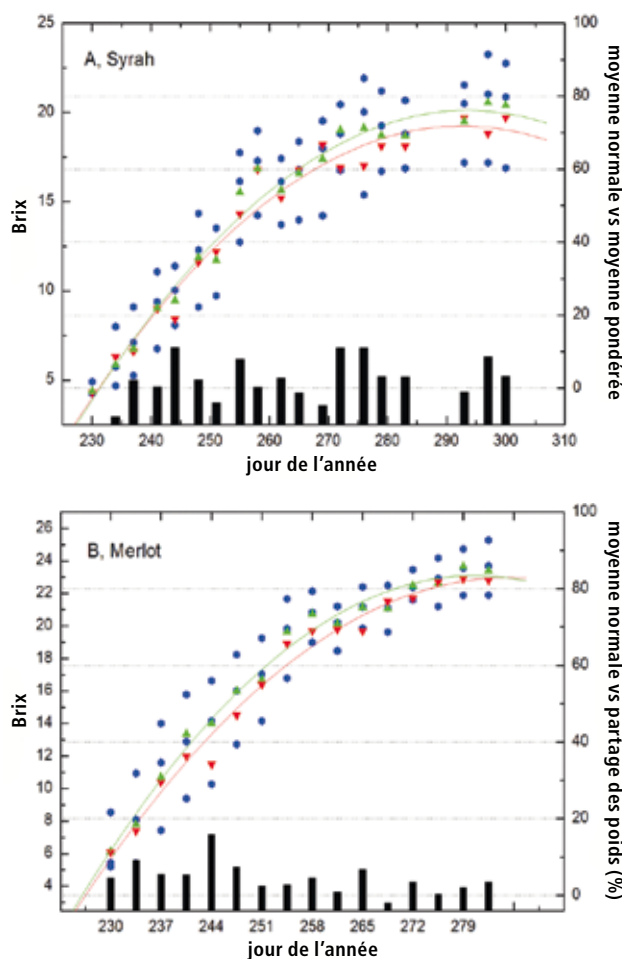
Les cépages de Syrah et de Merlot n'ont été plantés que récemment dans certaines régions viticoles de Suisse, et notamment dans le vignoble vaudois. Peu d'études ont caractérisé et comparé le développement de leurs baies dans ces conditions.

Dans la présente étude, l'échantillonnage des baies au vignoble a débuté au stade phénologique de la nouaison pour la Syrah, et au début de l'accumulation de sucres (véraison) pour le Merlot. Les phases principales de développement des baies de Syrah ont été clairement distinctes, avec, dans un premier temps, une accumulation des acides organiques et une augmentation du poids des baies jusqu'au stade dit du «plateau herbacé», atteint le 235^e jour de l'année et qui a duré environ dix jours. Le poids des baies à ce

moment était de 1 g pour la Syrah, soit environ 50% du poids final des baies (1,9 g) à la vendange. Les baies de Merlot n'ont malheureusement pas été échantillonnées durant la phase de croissance herbacée. Malgré tout, on peut déduire des données collectées que le poids des baies avoisinait les 0,6 à 0,7 g durant la phase du plateau herbacé (absence de croissance), ce qui correspond à environ 50% du poids final des baies (1,3 g) à la vendange. L'accumulation de l'acide malique et de l'acide tartrique a plafonné à environ 380 mEq/baie (250 pour l'acide malique et 130 pour l'acide tartrique) pour la Syrah et 250 mEq/baie (170 pour l'acide malique et 80 pour l'acide tartrique) pour le Merlot.

Pendant la maturation, l'acide tartrique est resté stable dans les baies. L'acide malique a diminué de façon exponentielle pour la Syrah, de 3,5 mEq par jour et

Figure 2 | Concentration en sucres de l'échantillon de 20 baies (triangles rouges et courbe rouge), concentration moyenne pondérée en sucres (triangles verts et courbe verte) et concentration en sucres des fractions simples triées par NaCl (cercles bleus) pour la Syrah (A) et le Merlot (B) en fonction du jour de l'année. Les barres noires représentent la sous ou la surestimation entre l'échantillon de 20 baies et la moyenne pondérée.



par baie, jusqu'à atteindre un plateau à 110mEq par baie durant les quinze derniers jours avant les vendanges. Pour le Merlot, la diminution moyenne était plus rapide, avec 5,5mEq par jour et par baie jusqu'à environ 60mEq/baie. La diminution a ralenti par la suite, avec 0,47 mEq par jour et par baie durant trente jours jusqu'aux vendanges, avec 46mEq/baie. Comme la respiration de l'acide malique dépend principalement de la température, une dégradation plus lente a été probablement causée par une température plus fraîche, observée en fin de saison. La température moyenne mensuelle était de 20,7°C en août, de 18,2°C en septembre et de 10,1°C en octobre.

L'accumulation des sucres dans les baies qui résulte du déchargement phloémien a cessé au 270^e jour de l'année chez la Syrah (fig. 3 et 4), lorsque le poids des baies a atteint son poids maximal de 1,9g. La concentration d'hexoses (glucose + fructose) dans les baies a augmenté pendant la maturation jusqu'à 185g/l, avec une

moyenne de 4,1g/l et jour depuis le début du passerillage. L'augmentation ultérieure d'accumulation des sucres dans la baie jusqu'à 192g/l à la vendange a été quatre fois plus lente (0,1g/jour), probablement due à un effet lié à la concentration. Chez le Merlot, la concentration d'hexoses a augmenté de l'ordre de 5,4g/l et jour, jusqu'à atteindre 190g/l au début du passerillage des baies. L'augmentation ultérieure jusqu'à 230g/l à la vendange correspond à un taux d'environ 1,55g/jour.

Une différence phénologique d'environ dix jours entre la Syrah et le Merlot a été observée (fig. 2 et 4): ces deux cépages sont généralement considérés comme des cépages de la deuxième époque de maturité, qui atteignent la maturité environ deux à trois semaines après la référence Chasselas (plantgrape.org). Dans cette étude par contre, la Syrah était environ dix jours plus tardive que le Merlot, ce qui confirme les observations faites par les producteurs dans les régions septentrionales. Il s'avère souvent difficile pour les cé-

Figure 3 | Evolution du poids moyen des baies du témoin (contrôle) au vignoble et à partir du passerillage selon différentes températures pour la Syrah (A) et le Merlot (B). Cercles verts – témoin (contrôle). Triangles bleu clair vers le bas à 9°C, triangles bleu foncé vers le haut à 15°C, carrés violets à 21°C, losanges rouges à 27°C.

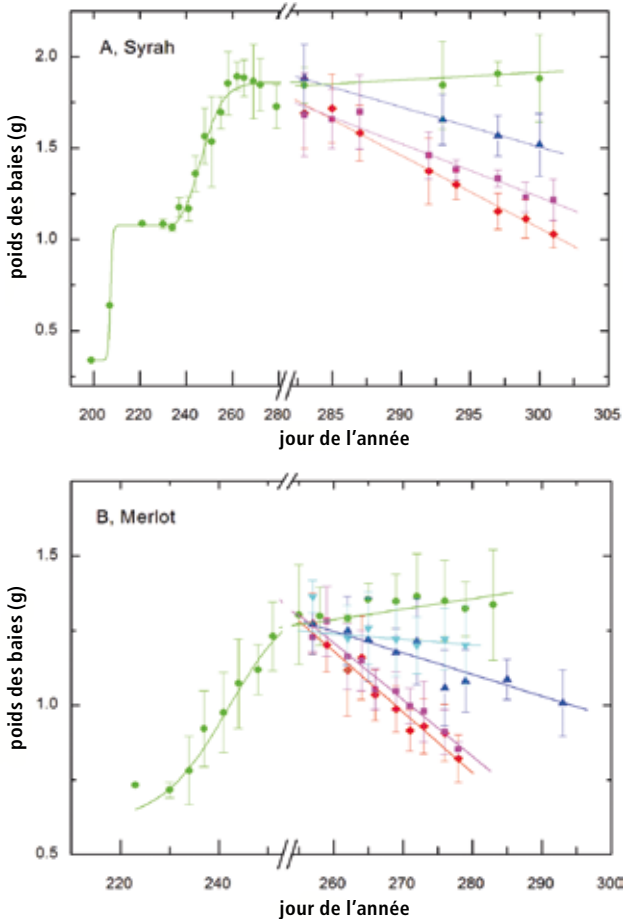
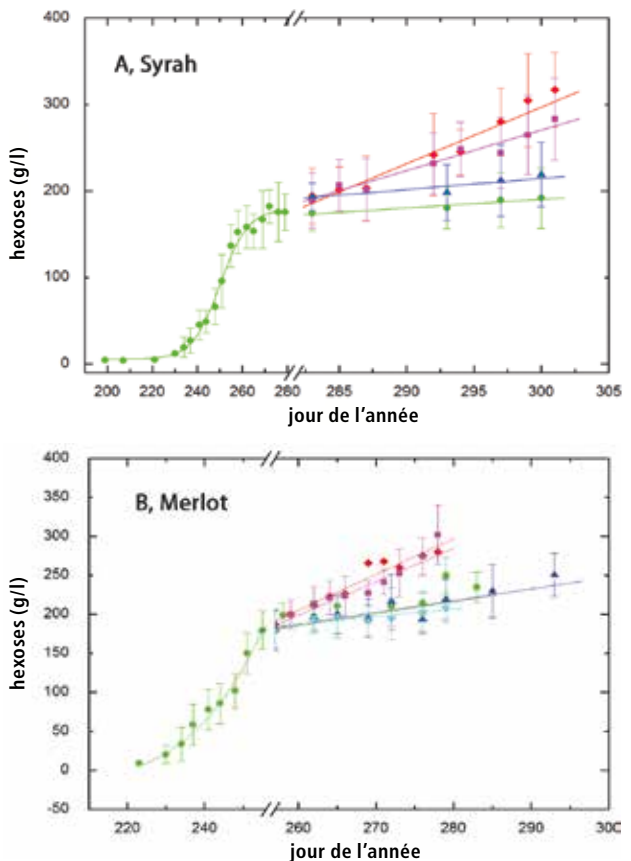


Figure 4 | Concentrations d'hexoses (glucose + fructose), moyenne pondérée du témoin (contrôle) au vignoble et à partir du passerillage selon différentes températures pour la Syrah (A) et le Merlot (B). Cercles verts – témoin (contrôle). Triangles bleu clair vers le bas à 9°C, triangles bleu foncé vers le haut à 15°C, carrés violets à 21°C, losanges rouges à 27°C.



pages tardifs d'atteindre une maturité optimale, caractérisée par un rapport sucre/acide élevé, même lorsque les vendanges sont retardées.

Passerillage des baies de raisin

En général, les techniques actuelles de déshydratation du raisin peuvent durer de trois semaines à quatre mois, entraînant souvent des pertes de poids importantes qui peuvent atteindre 30 à 40%. La déshydratation conduit à un produit final plus riche en sucres solubles et en composés aromatiques (Zenoni *et al.*, 2016). Dans la présente expérience, la diminution maximale du poids des baies a été observée à 27°C pour les deux cépages. Fait intéressant, de fortes différences génotypiques ont pu être observées, avec une perte maximale du poids des baies de 44,4% pour la Syrah et de seulement 31,7% pour le Merlot. Par conséquent, l'augmentation de la concentration de sucres a été la plus élevée à 27°C, avec une augmentation de 71% pour la Syrah et de 38,5% pour le Merlot (fig. 4). Le taux de déshydratation a été linéaire, avec environ 0,040g par jour et par baie pour la Syrah: ce taux a été deux fois plus élevé que pour le Merlot (tab. 3).

Costantini *et al.* (2006) ont observé une perte du poids de 33% et une augmentation de la concentration du sucre de 23% à 15°C lors du passerillage de Malvasia. Les résultats de notre étude, obtenus à la même température, montrent que la Syrah n'a perdu que 16,7% du poids en augmentant la teneur en sucre de 24,1%, alors que le Merlot a perdu 10,0% du poids des baies et a gagné 9,8% en sucres. Ces différences peuvent s'expliquer en partie par une humidité relative plus faible (40%) dans les expériences menées avec le cépage Malvasia, et par le fait que des variations importantes proviennent du cépage.

La teneur en acide malique par baie a été fortement réduite durant le passerillage des deux cépages à 27°C. La baisse s'est élevée à 63,2% pour la Syrah (tab. 1) et à 62,0% pour le Merlot (tab. 2). La respiration de l'acide malique dans les baies à maturité dépend

fortement de la température (Rienth *et al.*, 2016). Fait remarquable, les différences génotypiques ne sont pas aussi prononcées que pour la perte d'eau et l'accumulation des sucres, ce qui accentue l'influence de la respiration de l'acide malique durant la maturation.

La diminution de l'acide tartrique dans les baies, jusqu'à 48,5% pour la Syrah et 35,5% pour le Merlot, est étonnante et, à notre connaissance, n'a pas été observée précédemment. Toutefois, la teneur en potassium dans les baies déshydratées a également diminué (fig. 7). L'acide tartrique précipite principalement avec du potassium sous forme de tartrate d'hydrogène de potassium dans le moût et le vin. Ce phénomène pourrait aussi se produire à l'intérieur de la baie ou pendant le traitement des échantillons. Un équilibre entre ces deux composés indique une diminution systématique de potassium durant la maturation et le passerillage des raisins.

Afin d'étudier une éventuelle précipitation dans la baie, plusieurs méthodes ont été testées pour solubiliser le tartrate avant le pressurage, bien qu'aucune différence significative dans la concentration de l'acide tartrique n'ait été observée. Une précipitation éventuelle de l'acide tartrique à l'intérieur des baies semble peu probable. En effet, diverses études ont montré que le tartrate ne forme aucun cristaux avec le potassium ou le calcium dans les baies intactes et ne précipite normalement pas pendant la maturation des baies (Keller, 2010b). Contrairement à l'opinion répandue, il a été démontré que les cristaux insérés dans le péri-carpe de la baie sont dus à la bio-minéralisation de l'oxalate de calcium et non du tartrate (DeBolt *et al.*, 2004). La déshydratation des baies a probablement conduit à la désintégration des cellules de la baie et donc à une perte de compartimentation conduisant à des précipitations de l'acide tartrique. L'altération précoce de la compartimentation cellulaire durant le passerillage pourrait constituer une autre hypothèse entraînant une perte d'eau dans la baie et, en conséquence, une précipitation accrue de l'acide tartrique.

Tableau 3 | Vitesse moyenne de changement du poids des baies et des principaux composés du début du passerillage du raisin à la vendange (données des corrélations linéaires des figures 3–6).

Cépage	Contrôle		9°C		15°C		21°C		27°C	
	Syrah	Merlot	Merlot	Syrah	Merlot	Syrah	Merlot	Syrah	Merlot	
Poids de baie (g.j ⁻¹)	0,040	0,006	-0,008	-0,022	-0,007	-0,028	-0,019	-0,040	-0,020	
Hexoses (gl/l.j ⁻¹)	0,10	1,55	0,97	1,48	1,51	4,77	4,30	6,54	4,59	
AM/baie (mEq.j ⁻¹)	0,29	-0,47	-0,27	-1,05	-0,32	-1,34	-1,10	-2,90	-1,68	
AT/baie berry (mEq.j ⁻¹)	2,00	0,09	0,00	-1,31	-0,79	-4,10	-2,34	-4,67	-3,35	
K+/baie (mmol.j ⁻¹)	0,10	0,09	-0,20	-0,56	-0,25	-0,74	-0,48	-1,00	-0,53	

Cholet *et al.* (2016) mentionnent que l'effet du millésime est prépondérant également sur la concentration et le contenu de l'acide tartrique en fonction des conditions climatiques avec le cépage Ugni blanc. Dans cette dernière étude, la concentration et la teneur en acide tartrique variaient fortement et les différences dans les baies ont été principalement observées après la véraison. Ce constat pourrait indiquer qu'une métabolisation de l'acide tartrique a lieu durant la maturation en fonction des conditions environnementales, ou qu'une absorption plus élevée de potassium et donc des précipitations accrues de tartrate de potassium ont lieu. Une étude menée avec le cépage Grenache a montré que la surface des feuilles et le déficit d'eau peuvent avoir un impact sur la composition des baies, notamment sur le potassium et l'acide tartrique. Dans une autre étude, le stress hydrique dans la vigne a réduit l'acide tartrique

de manière significative dans les baies par rapport aux vignes non stressées (Etchebarne, 2008).

Toutefois, selon nos investigations et nos résultats, il semble peu probable qu'une métabolisation de l'acide tartrique dans les baies se soit produite au cours de la maturation. Il semble plus vraisemblable que la perte et les fortes variations de la teneur en acide tartrique, observées dans notre étude et dans la littérature scientifique, sont principalement dues à des précipitations après l'extraction du jus des baies. Les protocoles publiés pour l'analyse de l'acide tartrique dans les baies ou le moût ne prennent pas suffisamment en compte les phénomènes liés à la décongélation par chauffage ou d'autres méthodes visant à prévenir la resolubilisation ou la stabilisation de l'acide tartrique avant l'analyse (Melino *et al.*, 2011). Dans la majorité des études physiologiques, les échantillons sont congelés ou refroidis, ce qui

Figure 5 | Quantité d'acide malique (moyenne pondérée) par baie du témoin (contrôle) au vignoble et à partir du passerillage selon différentes températures pour la Syrah (A) et le Merlot (B). Cercles verts – témoin (contrôle). Triangles bleu clair vers le bas à 9 °C, triangles bleu foncé vers le haut à 15 °C, carrés violets à 21 °C, losanges rouges à 27 °C.

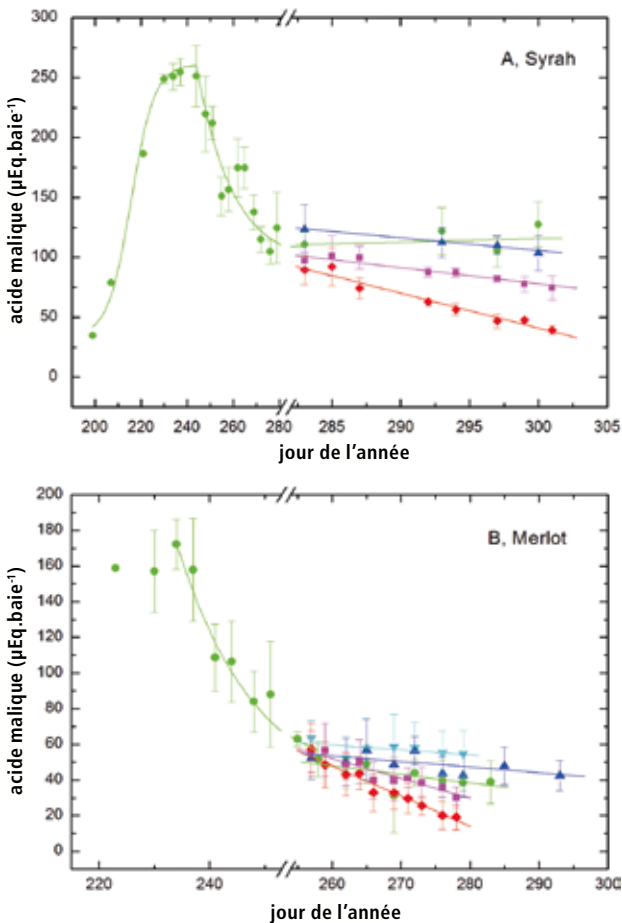


Figure 6 | Quantité d'acide tartrique (moyenne pondérée) par baie du témoin (contrôle) au vignoble et à partir du passerillage selon différentes températures pour la Syrah (A) et le Merlot (B). Cercles verts – contrôle. Triangles bleu clair vers le bas à 9 °C, triangles bleu foncé vers le haut à 15 °C, carrés violets à 21 °C, losanges rouges à 27 °C.

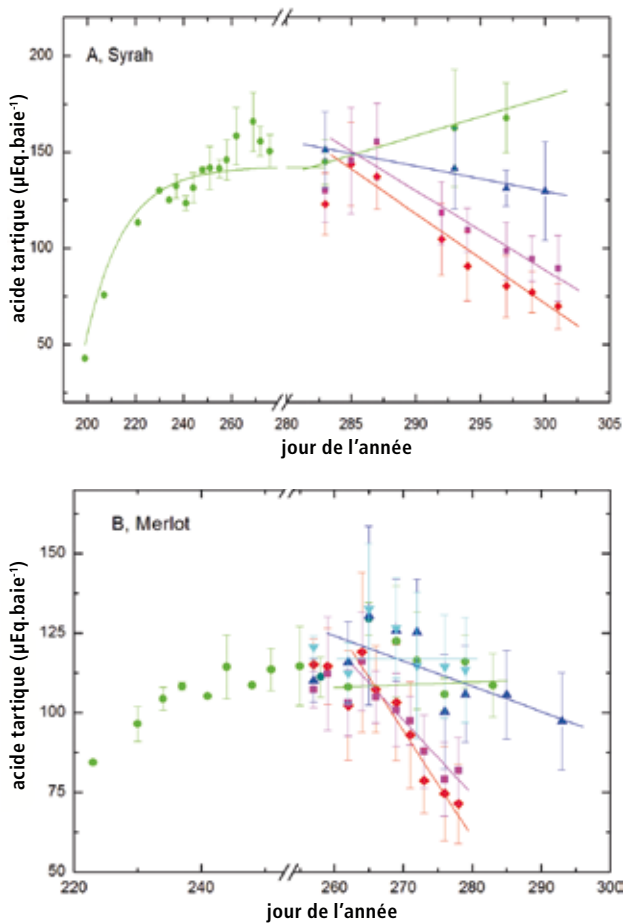
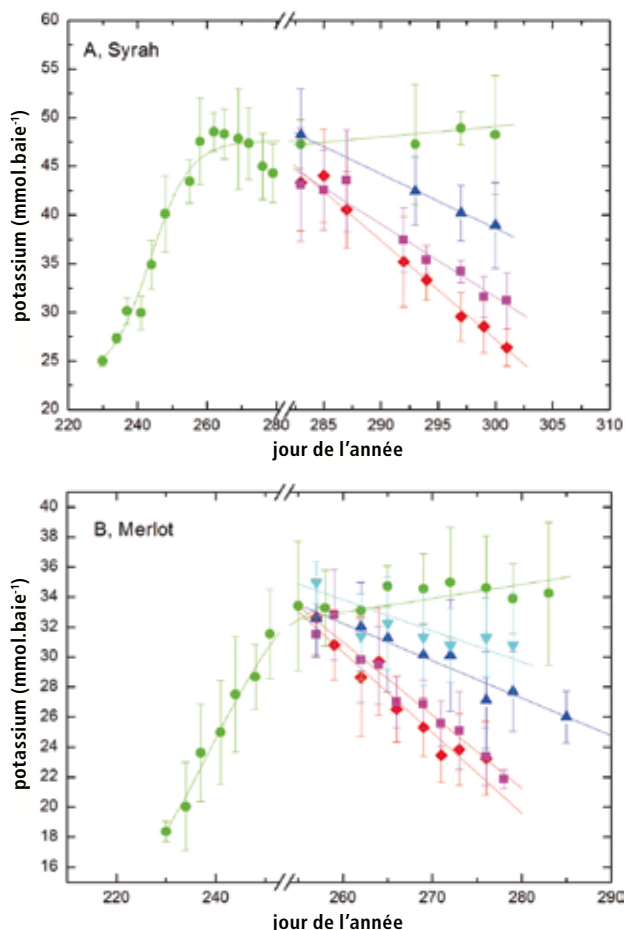


Figure 7 | Quantité de potassium (moyenne pondérée) par baie du témoin (contrôle) dans le vignoble et lors de l'expérience de passerillage des baies à différentes températures pour la Syrah (A) et le Merlot (B). Cercles verts – témoin (contrôle). Triangles bleu clair vers le bas à 9 °C, triangles bleu foncé vers le haut à 15 °C, carrés violets à 21 °C, losanges rouges à 27 °C.



augmente les risques de précipitation de l'acide tartrique (Cholet *et al.*, 2016; Bondada *et al.*, 2017).

Conclusions

Cette étude a démontré que le passerillage des baies de raisin est une technique précieuse pour concentrer les raisins, particulièrement pour les cépages tardifs des régions viticoles septentrionales. Ces cépages présentent un potentiel certain d'adaptation vis-à-vis du réchauffement climatique, mais n'atteignent pas toujours une maturité optimale lors de millésimes plus frais. Les conséquences physiologiques du passerillage du raisin diffèrent en fonction du cépage et doivent être considérées par les viticulteurs qui souhaitent utiliser cette technique. La diminution de l'acide tartrique dans la baie est un phénomène im-

portant et peu décrite à nos jours. L'étude a pu démontrer cependant que cette diminution est principalement due à des cristallisations et des précipitations de tartrate d'hydrogène de potassium quand les baies se déshydratent et durant le traitement de l'échantillon. Ainsi, une métabolisation ou une respiration de l'acide tartrique dans la baie après la véraison peut être exclue, ce qui souligne la pertinence d'utiliser l'acide tartrique comme un paramètre pour la sélection de cépages potentiellement mieux adaptés au réchauffement climatique. La présente étude montre que les très grandes variations de concentration en acide tartrique des raisins, divulguées dans de nombreux articles scientifiques, résultent vraisemblablement d'un phénomène de précipitation durant le traitement des échantillons. ■

Remerciements

Les auteurs remercient le personnel du laboratoire Agroscope du soutien analytique, le Dr Ramon Mira de Orduna pour les précieuses discussions et le Château Le Rosey, à Bursins, pour la collaboration et la mise à disposition des raisins de Syrah. Ce projet a été réalisé dans le cadre de l'Unité mixte de recherche entre Agroscope et Changins.

Bibliographie

- Bondada B., Harbertson E., Shrestha P. M. & Keller M., 2017. Temporal extension of ripening beyond its physiological limits imposes physical and osmotic challenges perturbing metabolism in grape (*Vitis vinifera* L.) berries. *Scientia Horticulturae*, **219**, 135–143. doi:https://doi.org/10.1016/j.scienta.2017.03.002
- Burbidge C. A., Ford C. M., Melino V. J., Wong D. C. J., Jia Y., Jenkins C. L. D., Soole K. L., Castellarin S. D., Darriet P., Rienth M., Bonghi C., Walker R., Famiani F. & Sweetman C., 2021. Biosynthesis and cellular functions of tartaric (and ascorbic) acids in grapevines. *Frontiers in Plant Science*.
- Carbonell-Bejerano P., Rodríguez V., Hernáiz S., Royo C., Dal Santo S., Pezzotti M. & Martínez-Zapater J. M., 2016). Reducing sampling bias in molecular studies of grapevine fruit ripening: transcriptomic assessment of the density sorting method. *Theoretical and Experimental Plant Physiology*, **28** (1), 109-129. doi:10.1007/s40626-016-0059-5
- Cholet C., Claverol S., Claisse O., Rabot A., Osowsky A., Dumot V., Ferrari G. & Gény L., 2016. Tartaric acid pathways in *Vitis vinifera* L. (cv. Ugni blanc): a comparative study of two vintages with contrasted climatic conditions. *BMC Plant Biology*, **16** (1), 144. doi:10.1186/s12870-016-0833-1
- Costantini V., Bellincontro A., De Santis D., Botondi R. & Mencarelli F. (2006). Metabolic changes of Malvasia grapes for wine production during postharvest drying. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, **54** (9), 3334–3340. doi:10.1021/jf053117l
- DeBolt S., Hardie J., Tyerman S. & Ford C. M., 2004. Composition and synthesis of raphide crystals and druse crystals in berries of *Vitis vinifera* L. cv. Cabernet Sauvignon: ascorbic acid as precursor for both oxalic and tartaric acids as revealed by radiolabelling studies. *Australian Journal of Grape and Wine Research*, **10**, 134–142.
- Duchêne E., Dumas V., Jaegli N. & Merdinoglu D., 2014. Genetic variability of descriptors for grapevine berry acidity in Riesling, Gewürztraminer and their progeny. *Australian Journal of Grape and Wine Research*, **20** (1), 91–99. doi:10.1111/ajgw.12051
- Etchebarne F., 2008. Influence du régime hydrique de la vigne et du rapport feuilles-fruits sur la composition minérale, et sur le bilan en sucres et en eau de la baie cv. Grenache noir (*Vitis vinifera* L.). (phd), thèse de doctorat de l'Institut national d'études supérieures agronomiques de Montpellier, 2008, français.
- Etienne A., Genard M., Lobit P., Mbeguie-A-Mbeguie D. & Bugaud C., 2013. What controls fleshy fruit acidity? A review of malate and citrate accumulation in fruit cells. *Journal of Experimental Botany*, **64**(6), 1451–1469. doi:10.1093/jxb/ert035
- Hannah L., Roehrdanz P. R., Ikegami M., Shepard A. V., Shaw M. R., Tabor G., Zhi L., Marquet P. A. & Hijmans R. J., 2013. Climate change, wine, and conservation. *Proceedings of the National Academy of Sciences*. doi:10.1073/pnas.1210127110
- Keller M., 2010a. Managing grapevines to optimise fruit development in a challenging environment: a climate change primer for viticulturists. *Australian Journal of Grape and Wine Research*, **16**, 56–69. doi:10.1111/j.1755-0238.2009.00077.x
- Keller M., 2010b. *The Science of Grapevines; Anatomy and Physiology*: Elsevier Inc.
- Kuhn N., Guan L., Dai Z. W., Wu B.-H., Lauvergeat V., Gomes E., Li S.-H., Godoy F., Arce-Johnson P. & Delrot S., 2013. Berry ripening: recently heard through the grapevine. *Journal of Experimental Botany*. doi:10.1093/jxb/ert395
- Melino V. J., Hayes M. A., Soole K. L. & Ford C. M., 2011. The role of light in the regulation of ascorbate metabolism during berry development in the cultivated grapevine *Vitis vinifera* L. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, **91** (9), 1712–1721.
- Rienth M., Lamy F., Schoenenberger P., Noll D., Lorenzini F., Viret O. & Zufferey V., 2020. A vine physiology-based terroir study in the AOC-Lavaux region in Switzerland. This article is published in cooperation with the XIIIth International Terroir Congress November 17-18 2020, Adelaide, Australia. Guest editors: Cassandra Collins & Roberta De Bei. *OENO One*, **54** (4), 863–880. doi:10.20870/oeno-one.2020.54.4.3756
- Rienth M., Torregrosa L., Luchaire N., Chatbanyong R., Lecourieux D., Kelly M. & Romieu C., 2014. Day and night heat stress trigger different transcriptomic responses in green and ripening grapevine (*vitis vinifera*) fruit. *BMC Plant Biology*, **14** (1), 108.
- Rienth M., Torregrosa L., Sarah G., Ardisson M., Brillouet J.-M. & Romieu C., 2016. Temperature desynchronizes sugar and organic acid metabolism in ripening grapevine fruits and remodels their transcriptome. *BMC Plant Biology*, **16** (1), 164. doi:10.1186/s12870-016-0850-0
- Rienth M., Vigneron N., Darriet P., Sweetman C., Burbidge C., Bonghi C., Walker R. P., Famiani F. & Castellarin S. D., 2021. Grape berry secondary metabolites and their modulation by abiotic factors in a climate change scenario – a review. *Frontiers in Plant Science*. doi:doi: 10.3389/fpls.2021.643258
- Rösti J., Schumann M., Cléroux M., Lorenzini F., Zufferey V. & Rienth M., 2018. Effect of drying on tartaric acid and malic acid in Shiraz and Merlot berries. *Australian Journal of Grape and Wine Research*, **24** (4), 421–429. doi:doi:10.1111/ajgw.12344
- van Leeuwen C. & Destrac-Irvine A., 2017. Modified grape composition under climate change conditions requires adaptations in the vineyard. *OENO One*, **51**, 147–154.
- Wolkovich E. M., García de Cortázar-Atauri I., Morales-Castilla I., Nicholas K. A. & Lacombe T., 2018. From Pinot to Xinomavro in the world's future wine-growing regions. *Nature Climate Change*, **8** (1), 29–37. doi:10.1038/s41558-017-0016-6
- Zenoni S., Fasoli M., Guzzo F., Dal Santo S., Amato A., Anesi A., Comisso M., Herderich M., Ceoldo S., Avesani L., Pezzotti M. & Tornielli G. B., 2016. Disclosing the Molecular Basis of the Postharvest Life of Berry in Different Grapevine Genotypes. *Plant Physiology*, **172** (3), 1821–1843. doi:10.1104/pp.16.00865



Summary

The study aimed to characterise the biochemical changes during the raising of the berries of two grape varieties – Syrah and Merlot – paying particular attention to tartaric and malic acid development. Grape berries were dried at different temperatures, i.e. at 9, 15, 21 and 27°C.

Raisining caused a loss of berry weight of up to 45% and an increase in sugar concentration of the order of 70%. Malic acid and tartaric acid concentrations in the berries fell by around 60% and 49% respectively. The decrease in tartaric acid came as a surprise, since it is not normally metabolised in the berry after the onset of ripening. Potassium analyses provided the explanation: tartaric acid concentration fell owing to its precipitation inside the berries or during sampling in the form of potassium bitartrate. This discovery allowed us to rule out tartaric acid catabolism in the berry.

This study tends to demonstrate that tartaric acid precipitation can cause significant analytical bias in physiological experiments. Current analytical methods seem inappropriate, and lead to mutually contradictory results between numerous studies.

Key words: berry development, berry drying, grape ripening, potassium, tartaric acid.

Zusammenfassung

Die vorgestellte Studie zielte darauf ab, die biochemischen Veränderungen während des der Trocknung von Trauben (franz. Passerillage) zweier Rebsorten (Syrah und Merlot) zu charakterisieren, wobei insbesondere die Entwicklung von Weinsäure und Äpfelsäure berücksichtigt wurde. Trauben wurden bei verschiedenen Temperaturen (9, 15, 21 und 27°C) getrocknet.

Die Trocknung führte zu einem Gewichtsverlust der Beeren von bis zu 45% und einer Erhöhung der Zuckerkonzentration um etwa 70%. Die Äpfelsäure- und Weinsäurekonzentration der Beere nahm um etwa 60% bzw. 49% während des Trocknungsvorgangs ab. Die beobachtete, äußerst bemerkenswerte, Abnahme der Weinsäure war sehr unerwartet, da diese nach der Veraison bzw. während der Reife normalerweise nicht in der Beere metabolisiert wird. Dies konnte aber im Rahmen der Studie durch eine verstärkte Ausfällung der Weinsäure mit Kalium bereits innerhalb der Beere und/oder während der Probenverarbeitung erklärt werden. Somit konnte im Rahmen der Experimente ein Katabolismus von Weinsäure in der Beere ausgeschlossen werden.

Diese Studie zeigte desweiteren auf, dass die Ausfällung von Weinsäure in physiologischen Experimenten zu erheblichen analytischen Fehlern führen kann. Aktuelle Analysemethoden scheinen zum Teil unangemessen und führen in vielen Studien zu widersprüchlichen Ergebnissen, was im Rahmen der Interpretation der Daten beachtet werden sollte.

Riassunto

Il presente studio era finalizzato a caratterizzare i cambiamenti biochimici durante l'appassimento delle uve di due vitigni (Syrah e Merlot), con particolare attenzione all'evoluzione dell'acido tartarico e dell'acido malico. Gli acini sono stati essiccati a diverse temperature: 9, 15, 21 e 27°C.

L'appassimento ha causato una perdita di peso degli acini fino al 45%, un aumento della concentrazione di zuccheri dell'ordine del 70%. Le concentrazioni di acido malico e tartarico degli acini sono calate rispettivamente del 60% e del 49% circa. La diminuzione dell'acido tartarico è stata sorprendente (poiché in genere non è metabolizzato negli acini dopo l'invaiaitura) ed è stata spiegata grazie alle analisi del potassio. La concentrazione di acido tartarico è diminuita poiché, all'interno degli acini o durante il campionamento, è precipitato sotto forma di tartrato di idrogeno di potassio. Il risultato ha permesso di escludere il catabolismo dell'acido tartarico nell'acino. Questo studio tende a dimostrare che le precipitazioni di acido tartarico possono causare significative distorsioni analitiche negli esperimenti fisiologici. Gli attuali metodi analitici sembrano essere inappropriati e portano a risultati discordanti tra numerosi studi.



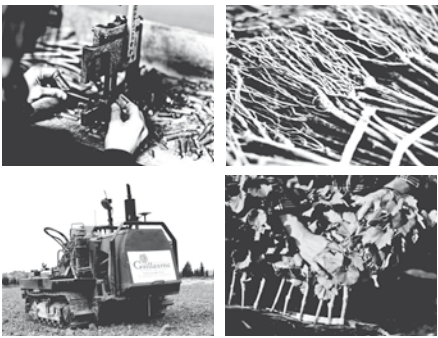
Alternatives contre l'oïdium et la tavelure

- Moins de résidus
- Large gamme de produits
- 30 ans d'expérience

Andermatt Biocontrol
Suisse

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

PÉPINIÈRES
GUILLAUME
PLANTS DE VIGNE
DEPUIS 1895



Notre expérience au service de la réussite de votre projet
Sélections massales et privées

Vigo Rhize, le plant aux défenses naturelles renforcées

Ensemble, créons un vignoble d'exception

François Guillaume
Tél. +33 (0)6 71 01 32 29 Mail: francois@guillaume.fr
www.guillaume.fr

LE BERCEAU NATUREL DE VOTRE VIN



OENO-TECH SA
Impasse des Artisans 1 - 1963 Vétroz
☎ 027/346.14.72
@ Info@oeno-tech.ch

Terre cuite Grès

QR code MAGASIN EN LIGNE
ccdsa.ch/shop

CCD SA

GRUNDFOS rolland T-Tape NETA FIM DOSATRON

Irrigation
Dosage engrais
Filtration
Pompes

Le spécialiste de l'irrigation vient d'ouvrir son nouveau magasin en ligne

BON JOUR

Suivez votre ligne de vie, venez donner votre sang

TRANSFUSION INTERREGIONALE CRS
INTERREGIONALE BLUTSPENDE SRK

MA VIE TON SANG

Numéro gratuit 0800 14 65 65 | itransfusion.ch

parenthese-NOV.ch

La lutte par confusion – technique essentielle et efficace contre le carpocapse des prunes



Le carpocapse des prunes est un ravageur bien connu des cultures de pruniers. En production intégrée, la lutte contre le carpocapse des prunes s'effectuait avec la matière active fénoxycarbe. Mais, depuis 2017, la matière active n'est plus disponible en arboriculture. D'autres alternatives homologuées sont certes à disposition dans la pratique pour l'arboriculture suisse, mais elles ne sont encore que peu testées. L'efficacité de la lutte par confusion, seule et en combinaison avec des traitements phytosanitaires spécifiques, a été expérimentée.

Les femelles du carpocapse des prunes (*Grapholita funebrana*) déposent leurs œufs sur les prunes et pruniaux. Après l'éclosion, les larves pénètrent dans les fruits et les endommagent par leurs morsures. En Suisse, on compte deux générations de carpocapse des prunes. Plusieurs produits phytosanitaires chimiques de synthèse et pour la lutte par confusion avec phéromones sont autorisés.

De 2018 à 2020, Agroscope a testé des stratégies de lutte contre le carpocapse des prunes sur différentes exploitations. L'accent a été mis sur la lutte par confu-

sion (LC). La phéromone sexuelle des femelles du ravageur est diffusée dans la parcelle de pruniers, de sorte que les mâles n'arrivent plus à localiser et féconder celles-ci. En cas de faible attaque les années précédentes et sur une parcelle suffisamment grande et isolée, cette méthode s'avère entre autres très efficace contre le carpocapse des pommes dans les cultures à pépins. Lors des essais en vergers, la LC a été testée en tant que mesure seule, en combinaison avec des produits phytosanitaires chimiques de synthèse homologués (PP), ou avec recouvrement de la parcelle par des filets. Comme la plupart des parcelles de pruniers en Suisse sont assez petites, la LC a aussi été testée sur des surfaces inférieures à 1 ha.

Le modèle de prévisions SOPRA a été utilisé pour la planification des traitements phytosanitaires (www.sopra.admin.ch). SOPRA calcule le cycle de développement du carpocapse des prunes et peut ainsi être utilisé afin de choisir la date d'application des PP. Les jeunes stades larvaires sont les plus sensibles pour la lutte phytosanitaire contre le carpocapse des prunes. Des dates d'application ont été planifiées sur celles-ci ainsi que sur des stades plus tardifs. Peu avant la date

de traitement fixée, les œufs et les galeries creusées par les larves dans les fruits ont été relevés. En cas d'attaque supérieure à 1–2%, la parcelle était traitée avec un PP. La fréquence des répétitions était variable (fig. 1c, 2b + c, 3). Les attaques sur 200 à 500 fruits ont été contrôlées à la récolte.

Lutte par confusion sur de petites surfaces

L'essai 1 a été conduit sur une exploitation de vente directe; une parcelle de pruniers a été totalement recouverte de filets contre les insectes. La LC a aussi été appliquée sur cette surface (tab. 1). En 2019 et 2020, des attaques du carpocapse des prunes n'ont été observées que sur la variété tardive Tophit, avec 0,5% (fig. 1a).

L'essai 2 a eu lieu sur une petite parcelle isolée. La LC a été effectuée de 2018–2020 (fig. 1b). Tandis qu'aucun dommage n'a été observé en 2018, 4% des fruits étaient abîmés lors de la récolte en 2019. En 2020, aucune attaque n'a été observée lors de la récolte, bien qu'une attaque de 0,8% a été relevée au début de

l'éclosion des larves de la seconde génération du carpocapse. Alanto a été appliqué une fois, en plus de la LC (fig. 1c). Le vol du papillon est suivi avec un piège à phéromones dans les environs de la parcelle: le nombre de captures des papillons a augmenté de 2018 à 2019, mais en 2020 très peu de papillons ont été capturés dans les environs de la parcelle.

En cas de faible pression du ravageur, la LC semble également efficace sur les petites parcelles de pruniers. En plus de la LC, le recouvrement total de la parcelle avec des filets est une mesure très efficace contre le carpocapse des prunes. Cette mesure n'est pas réalisable sur beaucoup de parcelles de pruniers.

Le moment d'application est essentiel

L'essai 3 a été conduit sur une plus grande parcelle de pruneaux (1,5ha). Sur cette parcelle, la LC a été effectuée de 2018 à 2020. En 2018, aucun PP additionnel n'a été appliqué. En 2019 et 2020, un traitement supplémentaire a été effectué sur la seconde génération de



Figure 1 | Fruits avec dégâts (%) du carpocapse des prunes à la récolte A) essai 1, 2019–2020 et B) essai 2, 2018–2020. Variantes: lutte par confusion + filet (LC + filet), lutte par confusion (LC), lutte par confusion + 1 application de PP (LC + PP). Variétés: Belle de Cacak (BC), Tophit (TO), Pitestean (PI), Dabrovice (DA) et Fellenberg (FE). C) Éclosion des larves selon SOPRA et durée d'efficacité de l'application Alanto (essai 2).

Tableau 1 | Essais pratiques sur le carpocapse des prunes: nombre de diffuseurs LC, numéro de l'essai, surface (ha), variété, année, PP additionnels et quantité appliquée.

LC	N° essai	Surface (ha)	Variété	Année	PP additionnels	Quantité (l/ha, kg/ha)
500 diffuseurs/ha	1	0,65	Belle de Cacak (BC), Pitestean (PI), Dabrovice (DA), Tophit (TO)	2019	–	–
				2020	–	–
	2	0,6	Fellenberg (FE)	2018	–	–
				2019	–	–
				2020	1 x Thioclopride (Alanto)	0,40
	3	1,5	Belle de Cacak (BC), Dabrovice (DA), Fellenberg (FE)	2018	–	–
				2019	1 x Emamectine benzoate (Affirm)	3,20
				2020	1 x Indoxacarbe (Steward)	0,27
	4	0,45	Belle de Cacak (BC), Pitestean (PI), Tophit (TO)	2018	2 x Thioclopride (Alanto)	0,40
				2019	2 x Indoxacarbe (Steward)	0,27
				2020	2 x Indoxacarbe (Steward)	0,27

larves. Seules les variétés Fellenberg et Dabrovice ont été traitées. Un témoin non traité n'a été établi que dans la variété Fellenberg.

En 2019, le traitement avec Affirm a eu lieu très tardivement; l'éclosion des larves était déjà très avancée (fig. 2b). Suite à ce traitement, aucun effet n'a été constaté. Pour la variété Fellenberg, les fruits ont été plus touchés sur les surfaces traitées que non traitées (traitées 6%, non traitées 4,5%, fig. 2a). En 2020, les deux variétés ont été traitées avec Steward. Selon les prévisions SOPRA, le moment d'application a été fixé au début de l'éclosion des larves de la seconde génération (fig. 2c). Le nombre de fruits atteints sur la surface traitée était similaire à celui de la surface non traitée (traitée 2,5%, non traitée 3,5%, fig. 2a). Toutefois, il semblerait que le traitement ait légèrement réduit les dégâts à la récolte. Les résultats ont montré que le moment d'application pouvait avoir une influence sur les dégâts. L'application d'un PP juste après le début du développement des larves semble empêcher la suite du développement et réduire ainsi les dégâts à la récolte. Pour chaque année et essais, la variété mi-précoce Belle de Cacak présentait des dégâts de maximum 0,5% sans traitement PP chimique de synthèse supplémentaire (fig. 2a).

Lutte par confusion en cas de forte pression du ravageur

Pour l'essai 4, la petite parcelle de pruneaux (0,65 ha) a subi 39% de dégâts en 2017. Aux environs directs de la parcelle d'essai se trouve un verger de pruniers (variété Löhrpflaume) qui n'est pas traité contre les ravageurs.

L'efficacité des différentes stratégies de protection phytosanitaire sur l'évolution des dégâts du carpocapse des prunes a été observée durant trois ans sur cette surface. En 2018, afin de réduire la pression attendue de l'année précédente, une stratégie PP intensive a été mise en place. Les première et seconde générations de larves ont à chaque fois été traitées deux fois pour chaque variété avec des PP (fig. 3a + b). L'année suivante, les deux générations de larves ont aussi été traitées: pour les variétés Belle de Cacak et Pitestean avec une application par génération, pour Tophit avec quatre applications (fig. 3a + c). En 2020, seule la seconde génération de larves a été traitée (fig. 3a + c). Au cours de toutes les années d'essai, la LC a également été utilisée.

Le nombre de papillons pris dans le piège à phéromones dans les environs de la parcelle d'essai n'a cessé de croître de 2018 à 2020. Les variétés mi-précoces Belle de Cacak et Pitestean n'ont presque pas subi de dégâts au cours des trois années, indépendamment du nombre de traitements (fig. 3a). La variété tardive Tophit a subi des dégâts variables à la récolte: 2018 4,75% (4xPP), 2019 4% (4xPP), 2020 2,25% (2xPP) respectivement 8% (1xPP).

Les résultats ont montré qu'une application suffisamment tôt au début de l'éclosion des larves de la deuxième génération était déterminante. La durée de l'éclosion des larves dépend du vol du papillon et de la phase de dépôt des œufs, qui peuvent être rapprochés ou éloignés en fonction des années. La phase principale de l'éclosion des larves sur les variétés tardives peut souvent être couverte avec deux applications

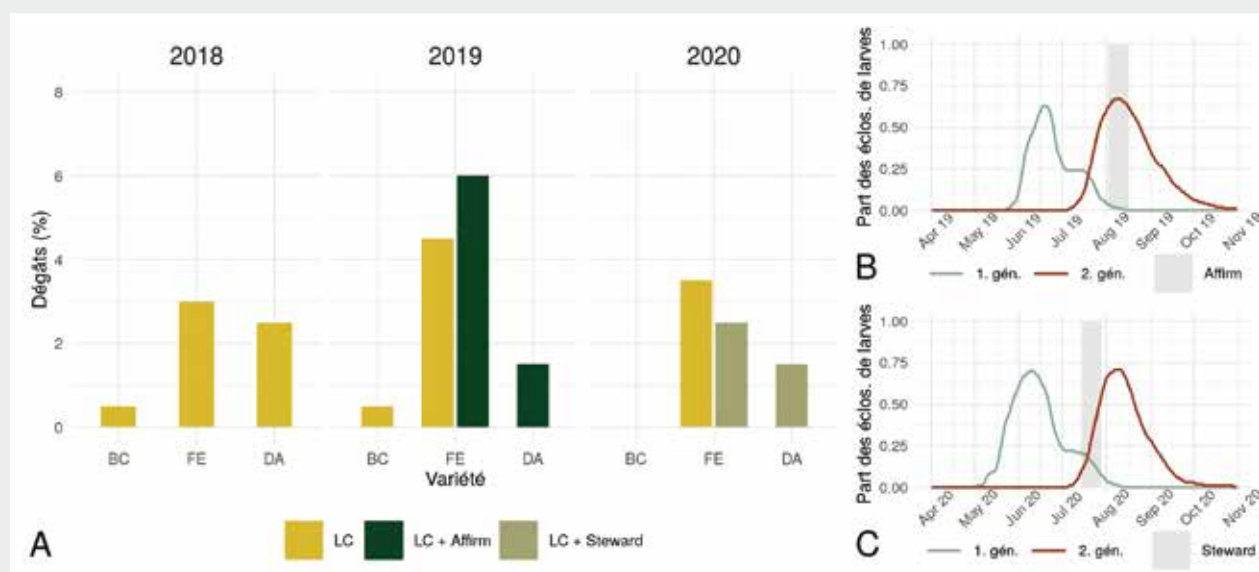


Figure 2 | A) Essai 3, 2018–2020. Fruits avec dégâts du carpocapse des prunes (%) à la récolte. Variantes: Lutte par confusion (LC), Lutte par confusion + 1 application PP (LC + Affirm respectivement LC + Steward). Variétés: Belle de Cacak (BC), Dabrovice (DA), Fellenberg (FE). Ecllosion des larves selon SOPRA et durée d'efficacité de l'application B) Affirm 2019 et C) Steward 2020.

de PP. Toutefois, en cas de forte pression du ravageur, les dégâts du carpocapse des prunes ne peuvent être entièrement évités avec les applications de PP. Pour l'essai 4, il n'a pas été possible de réduire suffisamment la pression du carpocapse des prunes avec des PP additionnels pour que seule la LC soit envisageable.

La surveillance comme base de décision

Le carpocapse des prunes apparaît de manière hétérogène selon les régions. Les essais ont montré que la lutte par confusion pouvait être un élément essentiel de la lutte contre le carpocapse des prunes. En cas de faible pression et sur une parcelle isolée, la lutte par confusion comme unique mesure peut aussi être efficace sur les petites surfaces. Selon les principes de la production intégrée, le contrôle des dégâts avant l'application de PP chimiques de synthèse est essentiel. A l'aide de SOPRA, le moment du contrôle peut être déterminé. Au début du développement de la seconde génération de larves, le dépôt des œufs et les galeries sont observées sur minimum 200 fruits par variété. Ainsi, la pression effective du ravageur dans la parcelle peut être identifiée. A partir d'une infestation de 1–3%, des PP additionnels sont nécessaires. Le moment d'application est déterminant en cas d'utilisation de PP. Afin de cibler le plus de jeunes stades larvaires, le modèle de prévisions SOPRA recommande d'effectuer l'application à 1–2% d'éclosion des larves de seconde génération. Les essais ont révélé que la variété avait une influence sur les dégâts du carpocapse des prunes: les variétés tardives sont généralement plus sensibles,

puisqu'elles sont plus longtemps sous pression du ravageur. Lorsque les conditions météorologiques sont propices au développement du carpocapse des prunes au début de la seconde génération, les variétés précoces peuvent également subir plus de dégâts. Avec un ou deux traitements sur la seconde génération de larves combinés avec la lutte par confusion, les dégâts sur les variétés tardives peuvent souvent être contenus. L'efficacité des traitements additionnels sur la première génération de larves reste encore à clarifier.

Les quatre essais réalisés entre 2018 et 2020 ont montré que la pression exercée par le carpocapse des prunes peut varier considérablement d'une région à l'autre et d'une année à l'autre. Le contrôle visuel des parcelles de pruniers est donc essentiel pour décider si et quand l'utilisation de produits phytosanitaires est nécessaire en plus de la technique de confusion. ■

Les auteurs

Julien KAMBOR et Barbara EGGER, Agroscope, Wädenswil
Renseignements: barbara.egger@agroscope.admin.ch

Remerciements

Nous remercions Richard Hollenstein (Landwirtschaftliches Zentrum SG), Isabel Mühlentz (Berufsbildungszentrum Natur und Ernährung, Hohenrain), Sonja Züst (Andermatt Biocontrol), Theresa Steiner et les chefs d'exploitation de leur soutien et de la mise à disposition des parcelles d'essais.

Bibliographie

- Baggiolini M. & Delley B., 1976. Observations récentes sur le cycle biologique du carpocapse des prunes (*Grapholitha funebrana* Tr.) en Suisse romande. *Revue suisse Viticulture, Arboriculture, Horticulture* 8, 31–36.
- Samietz J., Graf B., Höhn H., Schaub L., Höpli H. U. & Elisabeth Razavi E., 2011. Web-Based Decision Support for Sustainable Pest Management in Fruit Orchards: Development of the Swiss System SOPRA. Efficient Decision Support Systems – Practice and Challenges from Current to Future, Chiang Jao, IntechOpen, DOI: 10.5772/16440

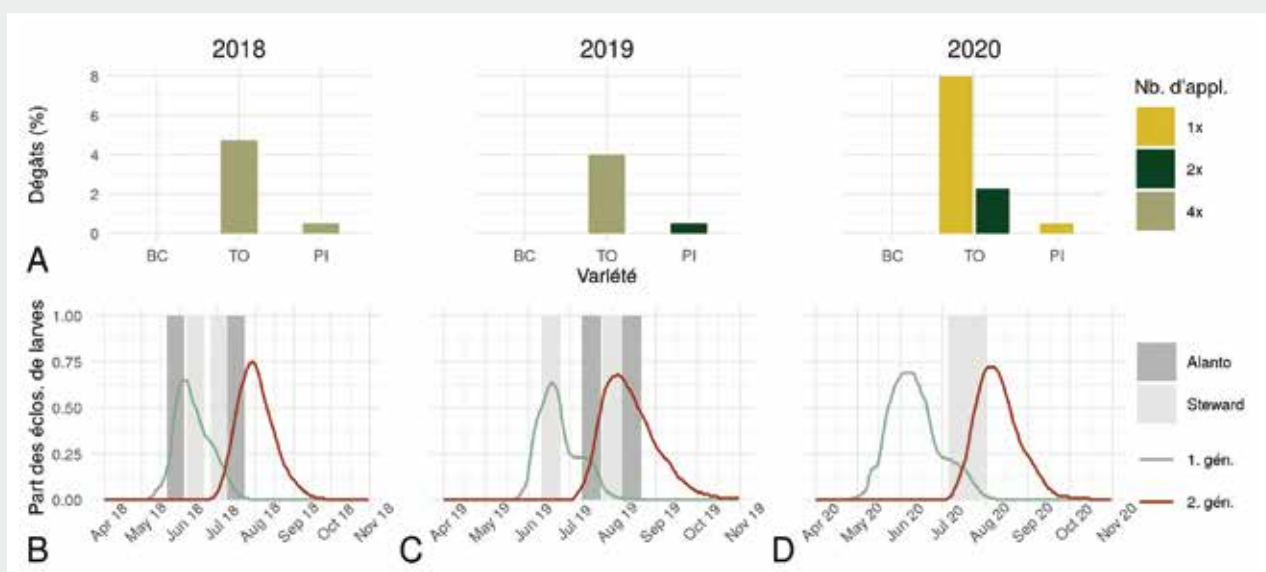


Figure 3 | A) Essai 4, 2018–2020 A) Fruits avec dégâts du carpocapse des fruits (%) à la récolte. Variétés: Lutte par confusion + 1x, 2x respectivement 4x applications PP. Variétés: Belle de Cacak (BC), Tophit (TO), Pitestean (PI). Eclosion des larves selon SOPRA et durée d'efficacité de l'application pour les années B) 2018 C) 2019 et D) 2020.

Essais phytosanitaires contre le feu bactérien en 2020: résultats des années précédentes confirmés



Employés d'Agroscope lors du comptage des bouquets floraux.



Inoculation des arbres primaires avec l'agent du feu bactérien.



Une branche présentant des symptômes du feu bactérien (noircissement, flétrissement, gouttelettes d'exsudat).

Les produits phytosanitaires efficaces et homologués pour la lutte contre l'agent pathogène du feu bactérien sont peu nombreux en Suisse. Dans l'optique de développer des stratégies optimales de gestion du feu bactérien, Agroscope mène chaque année des essais en verger sur les pommiers en fleurs.

En 2020, Agroscope a conduit deux essais de stratégies de lutte phytosanitaire contre le feu bactérien au centre de fruits à noyau de Breitenhof (BL). Lors du premier essai, les produits phytosanitaires homologués LMA®, Blossom Protect™ et Myco-Sin® ont été testés sur les variétés Gala Galaxy (Gala) et Ladina. L'objectif du second essai était d'approfondir les connaissances des essais 2019 en ce qui concerne la combinaison de Myco-Sin® et Vacciplant®. En collaboration avec le laboratoire Pareva (France), Agroscope a analysé l'efficacité de la substance non formulée FB-ACT contre le feu bactérien.

Matériel et méthode

Les essais de lutte phytosanitaire ont été menés dans le cadre du projet «Ensemble contre le feu bactérien» et «Herakles Plus». L'essai a été conduit de façon similaire aux essais 2019 et antérieurs (Reininger *et al.*, 2019). Les normes OEPP 1/166(3) ont été suivies. Le premier essai a eu lieu en avril lors de la floraison naturelle. Pour le second essai, les arbres en pot ont été

conservés en chambre froide à 4°C jusqu'à début juin. Les variétés Gala ainsi que Ladina (seulement lors du premier essai) ont été utilisées pour les tests.

Répartis en six blocs randomisés, 36 arbres par variante (stratégie de lutte phytosanitaire) ont été testés. Un procédé non-traité par variété a servi de témoin. L'inoculation a été effectuée au début de la floraison sur des arbres primaires qui ont directement été pulvérisés avec l'agent pathogène du feu bactérien. Ces arbres primaires ont été disposés entre les arbres d'essai. Des bourdons ont été placés dans la parcelle afin de propager la bactérie. 111 ml d'une suspension bactérienne de $4.91 \cdot 10^8$ cellules/ml pour le premier essai et 115 ml de suspension $5.01 \cdot 10^8$ cellules/ml pour le second essai ont ainsi été appliqués. En raison de l'inoculation artificielle des arbres primaires et de la forte pression de l'agent pathogène, les traitements phytosanitaires ont été appliqués dans un court intervalle de temps de deux ou trois jours maximum, conformément aux résultats des années précédentes (Reininger *et al.*, 2019).

Le nombre de bouquets floraux par arbre a été compté au début de la floraison. L'évaluation des dégâts sur les bouquets floraux des arbres testés a été effectuée quatre semaines et demie après l'inoculation pour le premier essai, et après trois semaines pour le second essai, lorsque les symptômes étaient manifestes. Le nombre de bouquets floraux atteints par le feu bactérien a été relevé pour chaque arbre.

L'infection et l'effet des traitements phytosanitaires ont été calculés à l'aide de la formule selon ABOTT (Reininger *et al.*, 2019). L'analyse statistique du taux d'infection et de l'efficacité a été effectuée au moyen du test de Kruskal-Wallis, puis de celui de Dunn.

Premier essai en verger: confirmation de l'efficacité de Blossom Protect™

Lors du premier essai, les produits de traitement phytosanitaires LMA®, Blossom Protect™ avec la nouvelle formule tampon Buffer Protect NT™, ainsi que Myco-Sin® ont été testés sur la variété sensible au feu bactérien Gala et sur la variété robuste au feu bactérien Ladina. Il s'agissait ici de répéter les essais 2018 qui présentaient des traitements phytosanitaires efficaces et une faible infection sur Ladina (Reininger *et al.*, 2018).

L'inoculation des arbres primaires a eu lieu le 19 avril 2020. En raison de leur effet préventif, les premiers traitements avec Blossom Protect™ et Myco-Sin® ont été effectués le jour de l'inoculation. Le premier traitement avec LMA® a eu lieu le jour suivant. Les traitements sur Ladina ont débuté deux jours après en raison d'une floraison plus tardive. Le tableau 1 présente les dates de traitement pour chaque variante. En raison des différentes périodes de floraison et de traitement, les résultats des deux variétés ne peuvent être directement comparés.

Lors du premier essai, l'infection des bouquets floraux du témoin non traité est de 21% sur Gala et de 32% sur Ladina. Pour Gala, Blossom Protect™ est le seul procédé dont l'infection s'est différenciée significativement du témoin présentant une efficacité de 47%. Les procédés avec LMA® (20% d'efficacité) et Myco-Sin® (23%) n'ont montré qu'une faible efficacité. Pour Ladina, l'infection s'est différenciée significativement du témoin suite chacune des trois stratégies

phytosanitaires. Le procédé avec LMA® a obtenu une efficacité de 79%, Blossom Protect™ 56% et Myco-Sin® 65% (fig. 1, tab. 3).

Par rapport à l'essai 2018 (Reininger *et al.*, 2018), Ladina a montré une plus forte infection, avec toutefois une grande efficacité des traitements. Ladina peut être infectée par le feu bactérien, mais l'infection se limite à la fleur et l'agent pathogène se propage peu dans le bois. Dans la pratique, l'infection peut ainsi être éliminée plus efficacement (Leumann *et al.*, 2013).

Second essai en verger: combinaison de Vacciplant® et Myco-Sin® porteuse d'espoir

Lors du second essai, LMA®, diverses combinaisons de Myco-Sin® et Vacciplant®, ainsi que la substance FB-ACT, ont été testées sur Gala. Les procédés, combinaisons et

Essai de stratégies de lutte contre le feu bactérien, premier essai 2020.

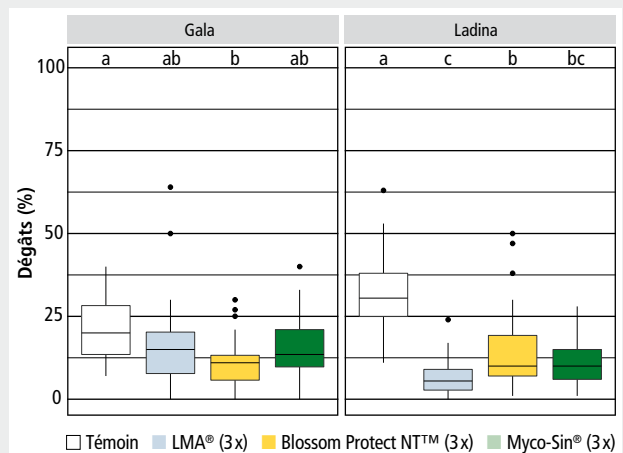


Figure 1 | Taux d'infection des bouquets floraux des différentes variantes sur Gala et Ladina lors du premier essai 2020. Les analyses statistiques ont été effectuées séparément pour les deux variétés, les lettres indiquent les disparités statistiquement significatives entre elles.

Tableau 1 | Dates de traitement et stratégies phytosanitaires pour le premier essai en verger 2020. En raison de prévisions de précipitations, le dernier traitement sur Ladina a été avancé d'un jour.

Essai en verger 1	Variante 1 = Témoin		Variante 2		Variante 3		Variante 4	
	Gala	Ladina	Gala	Ladina	Gala	Ladina	Gala	Ladina
19 avril 2020	Inoculation des arbres primaires							
	–	–	–	–	Blossom Protect™	–	Myco-Sin®	–
20 avril 2020	–	–	LMA®	–	–	–	–	–
21 avril 2020	–	–	–	–	Blossom Protect™	Blossom Protect™	Myco-Sin®	Myco-Sin®
22 avril 2020	–	–	LMA®	LMA®	–	–	–	–
23 avril 2020	–	–	–	–	Blossom Protect™	Blossom Protect™	Myco-Sin®	Myco-Sin®
24 avril 2020	–	–	LMA®	LMA®	–	–	–	–
25 avril 2020	–	–	–	LMA®	–	Blossom Protect™	–	Myco-Sin®

dates de traitement sont présentés dans le tableau 2. Les essais menés en 2019 avec Myco-Sin® et Vacciplant® (en prétraitement et en association) ont été répétés après consultation des services cantonaux d'arboriculture impliqués dans «Herakles Plus». Quatre procédés ont été choisis afin d'étudier l'influence des prétraitements et de l'association avec Vacciplant® sur l'efficacité des traitements avec Myco-Sin®. Les stratégies avec Myco-Sin® seul (V3), en association avec Vacciplant® (V4), ainsi qu'avec Vacciplant® en prétraitement (V5), (V6), ont été comparées. Les deux prétraitements ont eu lieu neuf et quatre jours avant l'inoculation (tab. 2). La substance non formulée FB-ACT a été testée sur demande du laboratoire Pareva. FB-ACT avec la substance PHMB P20 D n'est pas autorisée comme produit phytosanitaire contre le feu bactérien.

L'inoculation des arbres primaires a été effectuée le 16 juin 2020. En raison de fortes précipitations prévues pour le jour suivant, le premier traitement de tous les procédés a été effectué le jour de l'inoculation. Les trois traitements ont eu lieu avec un intervalle de deux ou trois jours en fonction des conditions météorologiques.

Lors du second essai, l'infection des bouquets floraux des arbres témoins était de 16%. Tant les prétraitements que les associations avec Vacciplant® ont conduit à une augmentation de l'efficacité des traitements avec Myco-Sin®. La combinaison des prétraitements et des associations a atteint une efficacité de 59% et s'est révélée être la seule variante Myco-Sin® dont l'infection s'est différenciée de façon significative du témoin. Les trois autres variantes Myco-Sin® ont obtenu une efficacité entre 33% et 47% (tab. 3). Contrairement au premier essai 2020, le second essai a atteint une efficacité de 73% avec LMA® et la substance FB-ACT a obtenu une efficacité de 46%. Ces deux procédés se sont différenciés significativement du témoin (fig. 2, tab. 3).

Les essais 2020 confirment les résultats des années précédentes

Les stratégies phytosanitaires de cette année ont en général atteint une efficacité comparable aux années précédentes (fig. 3). Lors du premier essai 2020, LMA® a montré un effet insuffisant sur Gala. En revanche, l'efficacité sur Ladina était bonne, tout comme pour Gala lors du second essai. En raison d'une longue période de floraison et de nombreuses fleurs sous-développées et tardives sur Gala, il n'a probablement pas été possible de protéger tous les bouquets floraux lors des trois traitements. Lors des années précédentes, LMA® présentait une efficacité moyenne de 42% sur Gala, mais elle variait fortement sur les cinq dernières années (fig. 3). De telles variations ont également été observées lors d'essais à Haidegg, en Autriche (Rühmer T., 2015; Rühmer T., 2019). Blossom Protect™ a obtenu une efficacité moyenne de 48% sur Gala. Ce produit

Essai de stratégies de lutte contre le feu bactérien, second essai 2020.

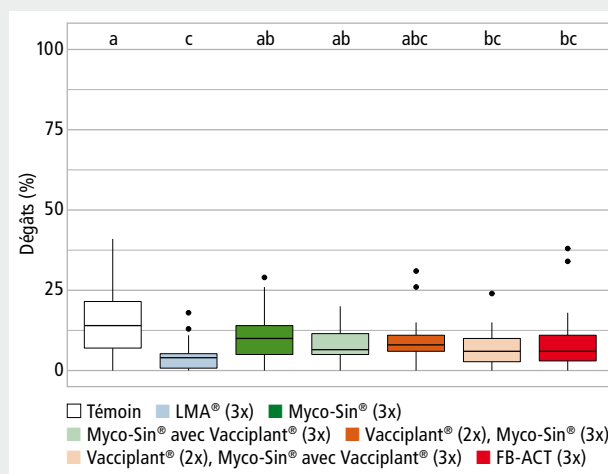


Figure 2 | Taux d'infection des bouquets floraux des différentes variantes sur Gala lors du second essai 2020. Les lettres indiquent les disparités statistiquement significatives entre elles.

Tableau 2 | Dates de traitement et stratégies phytosanitaires lors du second essai en verger 2020.

Essai en verger 2	Variante = Témoin	Variante 2	Variante 3	Variante 4	Variante 5	Variante 6	Variante 7
07 juin 2020	-	-	-	-	Vacciplant®	Vacciplant®	-
12 juin 2020	-	-	-	-	Vacciplant®	Vacciplant®	-
16 juin 2020	Inoculation des arbres primaires						
	-	LMA®	Myco-Sin®	Myco-Sin® + Vacciplant®	Myco-Sin®	Myco-Sin® + Vacciplant®	FB-ACT
	-	LMA®	Myco-Sin®	Myco-Sin® + Vacciplant®	Myco-Sin®	Myco-Sin® + Vacciplant®	FB-ACT
21 juin 2020	-	LMA®	Myco-Sin®	Myco-Sin® + Vacciplant®	Myco-Sin®	Myco-Sin® + Vacciplant®	FB-ACT

phytosanitaire a montré une bonne fiabilité, qui a aussi été confirmée à l'étranger (Rühmer T., 2015). Myco-Sin® atteignait une efficacité moyenne de 35% sur Gala. Les résultats de cette année sont légèrement inférieurs. Lors des essais 2018 et 2020, LMA®, Blossom Protect™ et Myco-Sin® ont obtenu des taux d'efficacité plus élevés sur Ladina que sur Gala. Cependant, l'efficacité sur Ladina se base seulement sur des données de deux années d'essais avec inoculation artificielle. Ces premières analyses devraient être poursuivies. On peut toutefois tirer conclusion des résultats obtenus à ce jour que la combinaison de variétés robustes et de traitements phytosanitaires permet une bonne gestion du feu bactérien.

La combinaison de Vacciplant® avec Myco-Sin®, aussi bien en prétraitement qu'en mélange dans le tank, est sujette à discussions ces dernières années. Lors des essais 2019 et 2020, ces stratégies ont montré une amélioration, bien que statistiquement non significative, de l'efficacité des traitements de Myco-Sin® et une efficacité moyenne de 43% à 59%. Des taux d'efficacité similaires ont également été observés lors d'essais à Haidegg (Rühmer T., 2015; Rühmer T., 2019). Le fabricant de Vacciplant® (Stähler Suisse AG) recommande une application préventive. Lors des essais 2019 et 2020

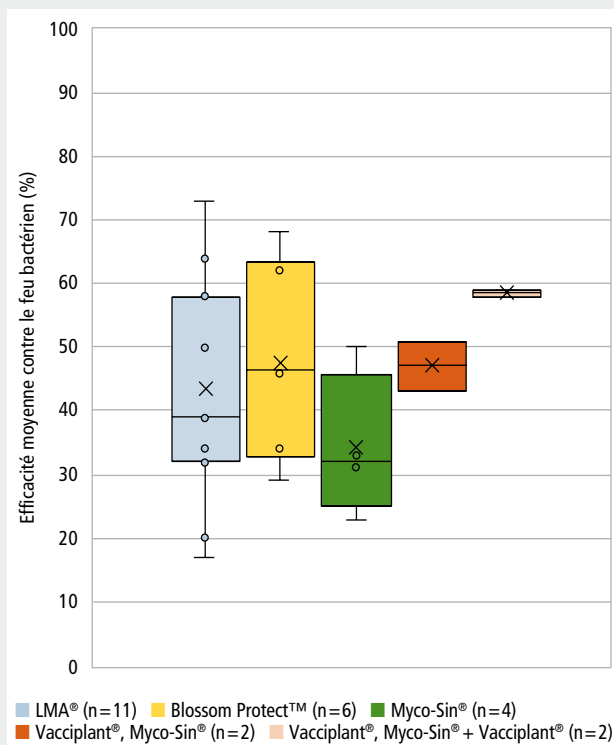


Figure 3 | Aperçu de l'efficacité des produits phytosanitaires testés sur plusieurs années par Agroscope. Seul l'efficacité moyenne sur Gala des différentes séries de tests a été prise en compte pour réaliser ce graphique.

à Agroscope, le produit a été testé tant en prétraitement qu'en traitement après inoculation. Aucune différence significative n'a été observée.

L'efficacité de la substance FB-ACT testée pour la première fois en Suisse était similaire à celles obtenues par les produits phytosanitaires actuellement homologués contre le feu bactérien.

Quels sont les coûts des différentes stratégies phytosanitaires?

Le calcul des coûts impliqués a été effectué en se basant sur le catalogue des prix des produits pour un volume d'arbre standard de 10000 m³/ha. Les coûts de main-d'œuvre et des machines sont également pris en compte. Pour les prétraitements avec Vacciplant®, seuls les coûts des produits ont été calculés; ceux-ci étant généralement appliqués en association avec d'autres produits phytosanitaires, ils n'entraînent pas de coût d'application supplémentaires. Les coûts des procédés sont présentés sur la figure 4. Myco-Sin® génère peu de coûts, mais son efficacité était plus faible que LMA® et Blossom Protect™. Toutefois, une combinaison avec Vacciplant® permet d'améliorer son efficacité sans trop augmenter les coûts (fig. 2, tab. 3, fig. 4).

Lors du choix de la stratégie de lutte phytosanitaire, le prix et l'efficacité ne sont pas les seuls facteurs à prendre en compte. L'infection sur la parcelle par le feu bactérien les années précédentes, les conditions météorologiques, le risque d'infection selon le

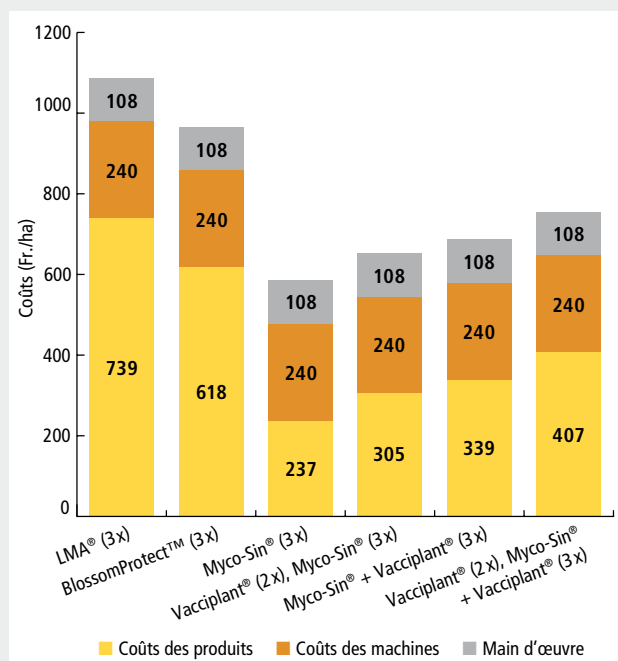


Figure 4 | Coûts induits par les stratégies de lutte phytosanitaire en 2020 et par hectare, essai à Breitenhof (BL).

modèle de prévision Maryblyt™ ainsi qu'un effet de la préparation contre différentes maladies sont aussi à considérer. Vacciplant® a par exemple une efficacité partielle contre la tavelure et l'oïdium du pommier. Tant les produits de bonne efficacité que ceux à efficacité partielle pourraient être inclus dans les stratégies de lutte phytosanitaire. Le développement de stratégies de lutte efficaces contre le feu bactérien avec les produits phytosanitaires aujourd'hui homologués reste un défi. ■

L'auteure

Sandrine Kammerecker, Agroscope, Wädenswil
 Personne à contacter: perrine.gravalon@agroscope.admin.ch

Remerciements

Nous remercions les partenaires du projet «Ensemble contre le feu bactérien» et «Herakles Plus» (AG, LU, SG, TG, ZH, la fondation CAVO et IP-Suisse), ainsi que le laboratoire Pareva pour le soutien financier. Nous remercions les collaborateurs d'Agroscope Breitenhof et Wädenswil, en particulier les responsables des exploitations expérimentales Thomas Schwizer et Matthias Schmid de la bonne collaboration. Nous remercions Esther Bravin (Agroscope) pour le calcul des coûts de main-d'œuvre et des machines. Nous remercions également Stefan Kunz (BioProtect, Allemagne) pour ses conseils lors de la réalisation de l'essai et son interprétation.

En collaboration avec

Perrine Gravalon et Eduard Holliger, Agroscope, Wädenswil

Bibliographie

La liste des références bibliographiques est disponible auprès des auteurs.

Tableau 3 | Produits, matières actives, infections et efficacité des stratégies de lutte phytosanitaire 2020. Les prétraitements avec Vacciplant® ont eu lieu deux fois et les traitements principaux trois fois. Les valeurs de l'infection et l'efficacité sont tirées de la moyenne des 36 arbres. Des lettres différentes après l'infection et l'efficacité indiquent des différences statistiquement significatives entre les procédés selon le test de Dunn (degré de significativité $p \leq 0,025$ ($\alpha = 0,05$, $p = \alpha/2$). Gala et Ladina ont été analysées séparément lors de la première série.

Variante	Stratégie	Matière active	Quantité de produit*/ha	Infection (%)		Efficacité (%)		
				Gala	Ladina	Gala	Ladina	
1 ^{er} essai en verger**	P1	Témoin non traité	–	21 (a)	32 (a)	–	–	
	P2	LMA® (3 x)	Sulfate d'aluminium potassique (80%)	10 kg	16 (ab)	7 (c)	20 (a)	79 (a)
	P3	Blossom Protect™ + Buffer Protect NT™ (3 x)	<i>Aureobasidium pullulans</i> (5 x 10 ⁹ CFU/g) et tampon d'acide citrique	750 g levure 3 kg tampon	11 (b)	14 (b)	47 (a)	56 (b)
	P4	Myco-Sin® (3 x)	Argile sulfurée (65%), extraits de prêle (0,2%)	4 kg	16 (ab)	11 (bc)	23 (a)	65 (b)
2 ^e essai en verger	P1	Témoin non traité	–	16 (a)	–	–	–	
	P2	LMA® (3 x)	Sulfate d'aluminium potassique (80%)	10 kg	4 (c)	–	73 (a)	–
	P3	Myco-Sin® (3 x)	Argile sulfurée (65%), extraits de prêle (0,2%)	4 kg	10 (ab)	–	33 (b)	–
	P4	Association Myco-Sin® + Vacciplant® (3 x)	Argile sulfurée (65%), extraits de prêle (0,2%) Laminarin (35%)	4 kg 0,375 l	8 (ab)	–	47 (b)	–
	P5	Vacciplant® (2 x), Myco-Sin® (3 x)	Laminarin (35%), Argile sulfurée (65%), extraits de prêle (0,2%)	4 kg 0,375 l	9 (abc)	–	43 (b)	–
	P6	Vacciplant® (2 x), Association Myco-Sin® + Vacciplant® (3 x)	Laminarin (35%), Argile sulfurée (65%), extraits de prêle (0,2%)	4 kg 0,375 l	6 (bc)	–	59 (ab)	–
	P7	FB-ACT (3 x)	PHMB (20.8%)	3,75 l	8 (bc)	–	46 (ab)	–

*Quantité/ha de produit appliquée pour des arbres en pot de 3 ans. Correspond à la moitié de la quantité autorisée (pour un volume d'arbre de 10 000 m³/ha).

**Procédés sur Gala et Ladina.

Nimrod®

Un spécialiste de l'oïdium unique en son genre

- > Mécanisme d'action unique
- > Facile d'utilisation
- > Bon profil environnemental





Plus d'informations sous www.syngenta.ch
 Utilisez les produits phytosanitaires avec précaution. Avant toute utilisation, consulter les indications sur l'emballage.

TM

JEAN-PAUL GAUD SA

BOUCHON OENOTECHNIQUE



www.gaud-bouchons.com

rue Antoine-Jolivet 7
 CP 1212 - 1211 Genève 26  QUALITÉ SUISSE DEPUIS 1937 

Alphatec SA

www.alphatec-sa.ch



vous accompagne pour l'entretien de vos cultures

1348 Mathod Tél: 024 442 85 40 alphatec@alphatec-sa.ch

Piquets de vigne en acier galvanisé




nouvelle gamme en acier inox **ZIGINOX**



Fabrication suisse 

www.zimmermannsa.ch

CMZimmermann SA

1268 Begnins

Un système de palissage complet et unique

depuis 1932 Tél. 022 366 13 17 info@zimmermannsa.ch

Bien protégé: Matériel de travail pour le vignoble



Baldinger

www.baldinger.biz
 044 806 80 80



agrisano

Avec nous, vous percevez la bonne indemnité journalière: **AGRI-revenu!**

Pour toute l'agriculture!
 Toutes les assurances à portée de main.

Nous vous conseillons avec compétence!

En savoir plus. 



Pomme d'Or | © Agrisano

Développement de stratégies durables pour lutter contre les mauvaises herbes en arboriculture fruitière

Un projet Interreg de trois ans a permis d'étudier l'influence des méthodes de lutte mécaniques, chimiques ou combinées contre les mauvaises herbes sur le sol, la production fruitière, ainsi que leur impact économique, sur les trois sites de Schlachters (HSWT, D), Bavendorf (KOB, D) et Wädenswil (Agroscope, CH).

Deuxième épisode
de notre série
de quatre articles

Azote dans le sol, biomasse microbienne, croissance, résidus

Après un premier article (*Revue suisse Viticulture, Arboriculture, Horticulture* 01-2021) qui traitait de l'influence des méthodes sur la condition du sol, la croissance des mauvaises herbes et la vie du sol, le présent article traite des effets sur la dynamique de l'azote et la biomasse microbienne du sol ainsi que sur la croissance des arbres. Sur le site de Schlachters, des analyses de résidus ont également été effectuées sur les fruits.

Teneurs du sol en azote

Parmi les avantages du travail du sol, tels que le passage de l'émetteuse (fig. 1), on cite souvent un effet stimulant au printemps sur la mobilisation de l'azote dans le sol. Les outils qui travaillent le sol en surface, comme l'éclaircisseuse à fils de nylon rotatifs, sont réputés ne pas stimuler la minéralisation de l'azote. Cette technique permet d'obtenir une coloration optimale et une fin de croissance à l'approche de la récolte. Afin d'étudier l'influence des différents procédés sur la minéralisation de l'azote dans le sol, des échantillons de sol ont été prélevés à une profondeur de 0 à 30 cm de 2017 à 2019 à Schlachters et au KOB pendant toute la période de végétation. Les échantil-

lons ont ensuite été analysés pour déterminer la teneur en azote minéral (N_{\min}).

L'influence des différentes stratégies de lutte sur l'évolution des teneurs en N_{\min} était relativement faible. Les différences en teneurs en N_{\min} observées entre les variantes peuvent pour la plupart s'expliquer indirectement par la régulation de la croissance des mauvaises herbes. Il a été constaté qu'avec les variantes qui présentent un degré élevé de couverture du sol et une repousse rapide des mauvaises herbes (fig. 2), le prélèvement de l'azote était plus important que dans les variantes avec une faible couverture du sol. Ceci a par exemple été observé en 2019 sur le site de Schlachters dans une jeune parcelle de Jonagold, année marquée par de fortes précipitations. La variante «émetteuse au printemps puis éclaircisseuse à fils de nylon rotatifs en été» et celle à base d'acide pélargonique présentaient une forte croissance des mauvaises herbes en été. Dans ces variantes ont été mesurées des teneurs en N_{\min} dans le sol nettement plus faibles que dans les autres stratégies: «émetteuse toute l'année», «herbicide avec glyphosate» et variantes combinées (chimique + mécanique).



Figure 1 | Utilisation de l'émetteuse.



Figure 2 | Après l'utilisation de l'éclaircisseuse à fils de nylon rotatifs ou après application d'acide pélargonique, les mauvaises herbes repoussent rapidement. Cela entraîne une concurrence pour l'azote plus élevée que dans les variantes où la couverture du sol est plus faible.

Cet essai montre que l'influence des mesures sur l'évolution des teneurs en N_{\min} est le fruit d'une interaction entre le résultat de la lutte contre les mauvaises herbes, les conditions météorologiques annuelles, la fertilisation ainsi que la libération supplémentaire provenant des réserves d'azote organique lié dans le sol (fig. 3). Dans l'ensemble, l'année 2019 a été très humide, avec des précipitations annuelles de 1770 mm sur le site de Schlachters. Cependant, elle a été marquée par des périodes de sécheresse plus longues ainsi que par plusieurs épisodes de pluies abondantes.

Au début de l'année, on constate une augmentation des teneurs en N_{\min} du sol due à la minéralisation au printemps avec la hausse des températures. Les fortes précipitations de la seconde moitié du mois d'avril, au moment où la croissance des arbres a débuté, ont entraîné une baisse des valeurs à moins de 20 kg N/ha. Après la fertilisation des arbres fruitiers au début du mois de juin, une augmentation des valeurs de N_{\min} supérieure à la quantité apportée via les engrais a été observée. Une humidité du sol suffisante, associée à une nette hausse des températures, a probablement conduit à une forte minéralisation de la matière organique du sol pendant cette phase. En même temps, cette phase n'a connu aucune précipitation majeure qui aurait pu entraîner l'azote mobile vers les couches plus profondes du sol. Les semaines suivantes, en raison de plusieurs épisodes de très fortes précipitations et du prélèvement d'azote par les arbres fruitiers, les valeurs ont de nouveau baissé de manière significative jusqu'à la récolte. Le passage de l'éclaircisseuse à fils

de nylon rotatifs pendant l'été a conduit à conserver une couverture permanente des rangées d'arbres et à une croissance continue des mauvaises herbes. Il en va de même pour la stratégie herbicide utilisant de l'acide pélargonique. L'effet de cette stratégie n'était plus suffisant pendant l'été, de sorte que les rangées d'arbres ont été entièrement envahies par les mauvaises herbes, qui atteignaient une hauteur d'environ 30 cm. Les degrés de couverture plus élevés et la repousse plus rapide des mauvaises herbes après le passage de l'éclaircisseuse à fils de nylon rotatifs ou l'emploi d'acide pélargonique expliquent les teneurs plus faibles en N_{\min} du sol dans ces variantes au cours de l'été par rapport aux deux stratégies «émotteuse toute l'année» ou «herbicide avec glyphosate».

La comparaison avec le «procédé purement mécanique» au centre KOB à Bavendorf (Bio) a donné des résultats similaires. Au cours de toutes les années d'essai, il a été constaté une teneur en N_{\min} plus faible à la suite du travail du sol avec l'éclaircisseuse à fils de nylon rotatifs. Dans la variante «éclaircisseuse à fils de nylon rotatifs à partir du printemps», une teneur en N_{\min} plus faible a été mesurée sur toute la période d'essai par rapport aux variantes avec l'émotteuse et/ou le disque émotteur. Les variantes «émotteuse + éclaircisseuse à fils de nylon rotatifs à partir de l'été» et «émotteuse toute l'année», dans lesquelles le sol a été travaillé uniformément avec l'émotteuse jusqu'en été, affichaient une dynamique de l'azote comparable pendant cette période. Ce n'est qu'avec le passage de l'éclaircisseuse à fils de nylon rotatifs pendant la période précédant la

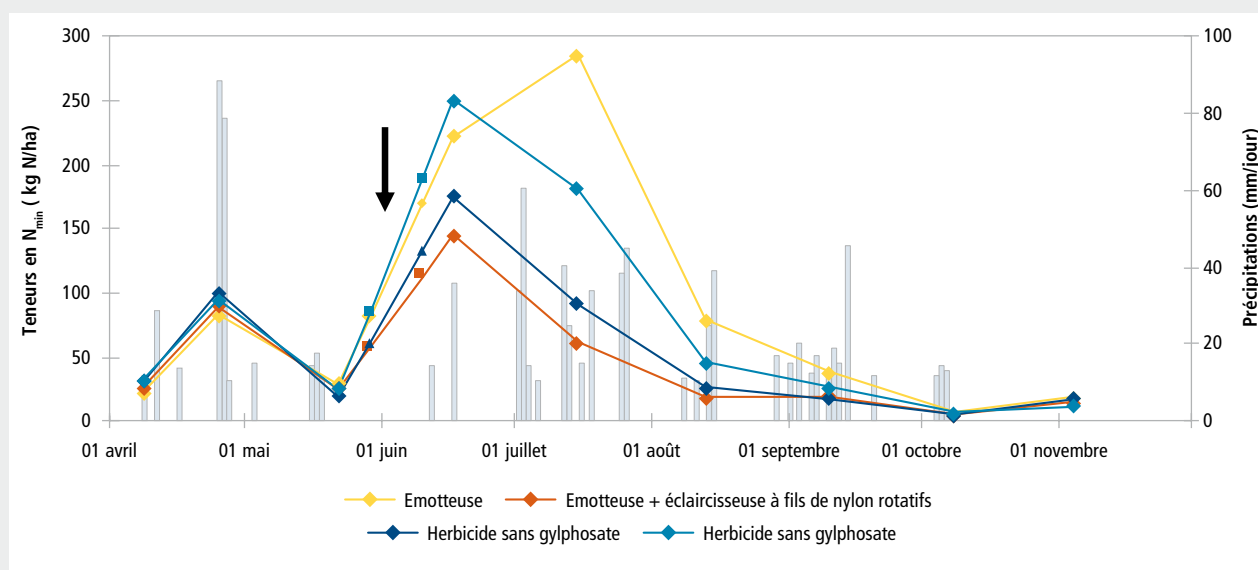


Figure 3 | Evolution des teneurs en N_{\min} de différentes stratégies de lutte dans la jeune plantation de la variété Jonagold en 2019 sur le site Schlachters à une profondeur de 0–30 cm (flèche noire = date d'épandage des engrais à raison de 70 kg N/ha). Barre: épisodes de précipitations avec un potentiel de lixiviation accru (> 10 mm de pluie en 24 heures).

récolte que l'on a pu observer des différences importantes dans la teneur en N_{\min} des deux variantes. Par conséquent, la variante «émotteuse + éclaircissee à fils de nylon rotatifs à partir de l'été» a pu atteindre l'objectif de ne pas favoriser davantage la minéralisation de l'azote avant la récolte. Les autres essais réalisés au KOB (PI) ont également donné des résultats similaires. Tandis qu'une grande partie des variantes ne différaient pas en termes de teneur en N_{\min} , à la fin du mois d'août, la variante sans glyphosate avec «application d'herbicide au printemps + éclaircissee à fils de nylon rotatifs en été» et la variante purement mécanique

«émotteuse au printemps + éclaircissee à fils de nylon rotatifs en été» présentaient des valeurs de N_{\min} nettement inférieures à celles des autres variantes (tab. 1).

Aucun effet sur la minéralisation, même immédiatement après le traitement des mauvaises herbes

Ces résultats suggèrent que les différences entre les procédés sont davantage dues à l'effet de concurrence entre les mauvaises herbes ou à l'apport de matière organique issue de la décomposition des mauvaises herbes, et moins au type de travail du sol. Afin

Tableau 1 | Variantes et variétés concernées sur les trois sites Schlachters (HSWT, D), Bavendorf (KOB, D) et Wädenswil (Agroscope, CH).

Sites	HSWT (Schlachters)	KOB		Agroscope	
Variété + année de plantation	Jonagold (2017); Fuji (2013)	Shalimar (2012)	Topaz (2009)	Gala (2010)	Gala + Bonita (2018)
Variantes	Témoin	Emotteuse	Témoin	Témoin	Témoin
	Emotteuse	Emotteuse + éclaircissee à fils de nylon rotatifs à partir du printemps	Emotteuse + éclaircissee à fils de nylon rotatifs	Eclaircissee à fils de nylon rotatifs	Emotteuse + éclaircissee à fils de nylon rotatifs
	Emotteuse + éclaircissee à fils de nylon rotatifs	Emotteuse + éclaircissee à fils de nylon rotatifs à partir du printemps + dépôt de mulch	Disque émotteur	Glyphosate + éclaircissee à fils de nylon rotatifs	Glyphosate
	Herbicide sans glyphosate	Emotteuse + éclaircissee à fils de nylon rotatifs à partir de l'été	Herbicides à action foliaires (3 x glyphosate/an)	Glyphosate + Glufosinate; à partir de 2019 uniquement glyphosate	Glyphosate + éclaircissee à fils de nylon rotatifs
	Herbicide avec glyphosate	Disque émotteur	Eclaircissee à fils de nylon rotatifs au printemps + Herbicide à action racinaire en été (1 x glyphosate/an)	Glyphosate + Alce + Glufosinate; à partir de 2019 glyphosate + acide pélargonique + éclaircissee à fils de nylon rotatifs	
	Herbicide + émotteuse	Disque émotteur avec étoile bineuse	Herbicide à action acinaire au printemps + éclaircissee à fils de nylon rotatifs en été (sans glyphosate)	Glyphosate + Surflan + Glufosinate; à partir de 2019 herbicide foliaire hormoné + graminicide au lieu de glufosinate	
	Herbicide + éclaircissee à fils de nylon rotatifs	Emotteuse + disque émotteur		Glyphosate + Diuron 80 + Glufosinate; à partir de 2019 herbicide foliaire hormoné + graminicide au lieu de glufosinate	
	Herbicide + disque émotteur avec étoile bineuse	Emotteuse + disque émotteur + éclaircissee à fils de nylon rotatifs		Glufosinat + Diuron 80 + Glufosinate; à partir de 2019 glyphosate + acide gras + éclaircissee à fils de nylon rotatifs	
		Grasskiller		Grasskiller	

de vérifier ce résultat de manière ciblée immédiatement après le traitement à intervalles rapprochés, un essai supplémentaire a été mis en place à Schlachters au début du mois de mai 2019, dans lequel un seul traitement avec émotteuse, éclaircisseuse à fils de nylon rotatifs ou herbicide (glyphosate) a été appliqué, au même moment, dans des conditions homogènes (degré de couverture uniforme). Un témoin non traité a servi de comparaison supplémentaire. Des échantillons de sol ont été prélevés immédiatement avant, ainsi que trois et sept jours après le traitement. Une comparaison des teneurs en N_{\min} n'a montré aucune différence entre les variantes. La poussée de minéralisation attendue après le passage de l'émotteuse n'a pas pu être observée au cours de cet essai.

Biomasse microbienne (C_{mic})

La biomasse microbienne comprend la matière organique du sol et des micro-organismes vivants tels que les bactéries et les champignons. La diversité et la densité des micro-organismes présents dans le sol est importante. Ceux-ci sont essentiels à la fertilité du sol et au bon fonctionnement des écosystèmes. Dans le cadre du projet, l'influence sur la biomasse microbienne dans le sol a été étudiée lors des essais menés à Schlachters. Pour ce faire, des échantillons de sol ont été prélevés à intervalles réguliers à deux profondeurs différentes (0–10 cm et 10–30 cm) et la quantité de carbone microbien a été déterminée. Ces analyses ne permettent pas de se prononcer sur le pourcentage des différents organismes ou sur leur activité dans le sol, mais enregistrent exclusivement la somme des micro-organismes vivants dans le sol. Les analyses n'ont pas montré de différences entre les variantes, mais plutôt une évolution qui suit les différentes périodes de l'année. Cela signifie que les conditions météorologiques du moment (en particulier l'humidité et la température du sol) ont eu une influence évidente sur la biomasse microbienne du sol, alors que les méthodes de lutte contre les mauvaises herbes n'en ont pas eu.

Paramètres de croissance

La croissance végétative a été enregistrée chaque année, selon le site, en relevant la croissance du tronc, celle des pousses ou en évaluant la croissance totale de l'arbre durant la période de repos végétatif. En raison des fortes gelées qui ont marqué l'année 2017, la charge des arbres en fruits était élevée en 2018. Du fait d'un été chaud en 2018, la croissance a été fortement réduite sur tous les sites. En 2019, on a relevé une croissance plus forte grâce à un bon approvisionnement en eau.

A Schlachters, le passage de l'émotteuse a entraîné une croissance plus faible des arbres, qu'elle ait été utilisée seule ou en combinaison avec un autre outil. Cela est probablement dû aux dommages causés aux racines superficielles, surtout lorsque le volume des racines est encore faible dans les jeunes plantations. La croissance la plus forte a été enregistrée dans les variantes avec herbicides uniquement. Malgré la prolifération massive des mauvaises herbes pendant les mois d'été dans la variante «acide pélargonique», cette méthode affichait une croissance plus forte que les variantes mécaniques. La raison en est que l'application de flumioxazine (produit Vorox F, non autorisé en Suisse) dans cette variante au printemps a eu de bons résultats herbicides, ce qui a permis de réduire l'effet de concurrence durant la phase principale de croissance des arbres après la floraison.

Les méthodes mécaniques ont eu pour effet de ralentir la croissance des adventices; c'est également ce qui a été observé dans la parcelle PI du KOB avec la variété Topaz (fig. 4). En 2019, le pourcentage d'arbres affichant une croissance significativement plus faible (barres oranges) était plus élevé lorsque des traitements mécaniques contre les mauvaises herbes étaient pratiqués. Les deux variantes sans travail du sol, y compris la parcelle témoin, présentaient un pourcentage d'environ 60% d'arbres à forte croissance (barres bleues).

La comparaison, au KOB (Bio), des procédés mécaniques uniquement a montré que c'était la variante régulièrement traitée avec l'éclaircisseuse à fils de nylon rotatifs qui affichait l'augmentation la plus forte de la circonférence du tronc. Cependant, les rendements de cette variante étaient en moyenne inférieurs de 2 à 3 kg par arbre par rapport à ceux de la variante de comparaison, traitée exclusivement avec l'émotteuse. Le relevé de la croissance des pousses n'a pas permis de constater de différence entre les variantes.

A Wädenswil, la croissance des arbres a été mesurée sur la base de l'augmentation de la circonférence du tronc au cours de la première année d'essai, en 2019. Contrairement aux résultats obtenus à Schlachters et au KOB, les arbres de la variété Bonita ont eu une croissance plus marquée en deuxième feuille dans la variante «Emotteuse + éclaircisseuse à fils de nylon rotatifs» que les arbres du témoin non traité (tab. 2). Les jeunes arbres témoins de la variété Gala ont également affiché la croissance la plus faible; toutefois, seule la différence avec la variante herbicide au glyphosate étant significative. Pour les arbres en plein rendement (Gala, année de plantation 2010), aucune différence de croissance n'a été observée entre les variantes à Wädenswil au cours des trois années d'essai.

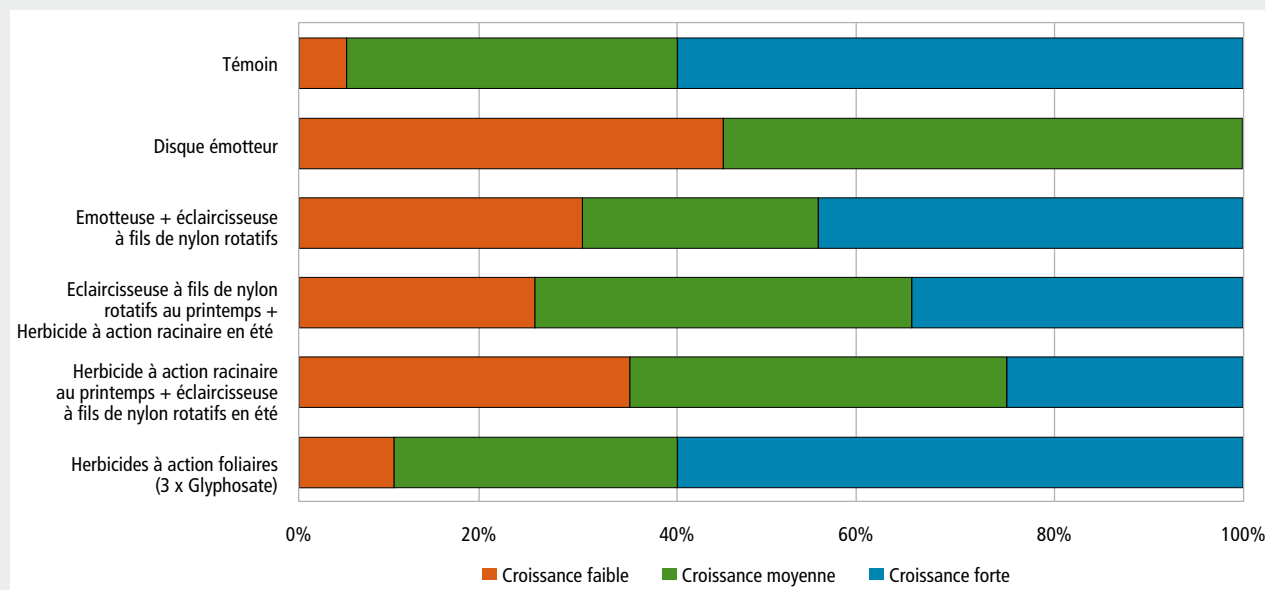


Figure 4 | Intensité de croissance des pousses de la variété Topaz dans les six variantes de lutte contre les mauvaises herbes sur la parcelle PI du KOB en 2019. Au moment de l'évaluation, chaque arbre a été classé dans une des trois catégories: faible (croissance nulle à faible), moyenne (croissance moyenne) et forte (croissance forte à extrêmement forte des pousses).

Tableau 2 | Croissance de la circonférence des arbres Gala et Bonita au cours de la première année d'essai en 2019 à Wädenswil (année de plantation 2018). Moyenne (mm) ± écart-type, les différentes lettres au sein d'une même variété indiquent des différences statistiquement significatives ($p < 0,05$, HSD de Tukey).

	Bonita	Gala
Témoin	21,4 ± 1,0b	20,3 ± 1,1b
Glyphosate	22,6 ± 0,8ab	23,8 ± 0,8a
Glyphosate + éclaircisseuse à fils de nylon rotatifs	24,8 ± 0,7ab	22,9 ± 0,7ab
Emotteuse + éclaircisseuse à fils de nylon rotatifs	27,0 ± 0,8a	21,9 ± 0,8ab

Analyses de résidus

Parmi les variantes d'herbicides employées à Schlachters, des analyses de résidus de glyphosate ont été effectuées en 2019. Aucun résidu de ce principe actif n'a été trouvé dans les échantillons de fruits prélevés.

Conclusions

Les essais montrent que l'effet des différentes stratégies sur la croissance des arbres peut varier selon le site. Il n'est pas possible d'établir une corrélation entre l'influence sur la teneur en eau du sol décrite dans le premier article (*Revue suisse Viticulture, Arboriculture, Horticulture* 01-2021) (valeurs plus faibles dans les variantes avec un degré de couverture du sol plus élevé) et la croissance des arbres. Comment utiliser de manière ciblée l'effet des différents procédés sur la crois-

sance, qu'ils la freinent ou qu'ils la stimulent? Cela dépend en fin de compte de plusieurs facteurs, tels que l'état des arbres (âge, vigueur, charge en fruits, etc.), ainsi que des conditions de croissance et des conditions des différents sites.

Un troisième article (*Revue suisse Viticulture, Arboriculture, Horticulture* 03-2021) traitera du rendement, de la qualité des fruits, des propriétés de conservation et de la teneur en minéraux des fruits. Le quatrième article sera consacré à une évaluation économique des méthodes et à la présentation d'un guide pratique (*Revue suisse Viticulture, Arboriculture, Horticulture* 04-2021). ■

Les auteurs

Johannes WERTH¹ et Thomas KUSTER²

¹ Université Weihenstephan-Triesdorf (HSWT), Freising, Allemagne
e-mail: johannes.werth@hswt.de

² Agroscope, Wädenswil, Suisse, e-mail: thomas.kuster@agroscope.admin.ch

En collaboration avec

Dominikus KITTEMANN, Michael BECK, Dieter LOHR et Elke MEINKEN, Haute Ecole Weihenstephan-Triesdorf HSWT, Allemagne

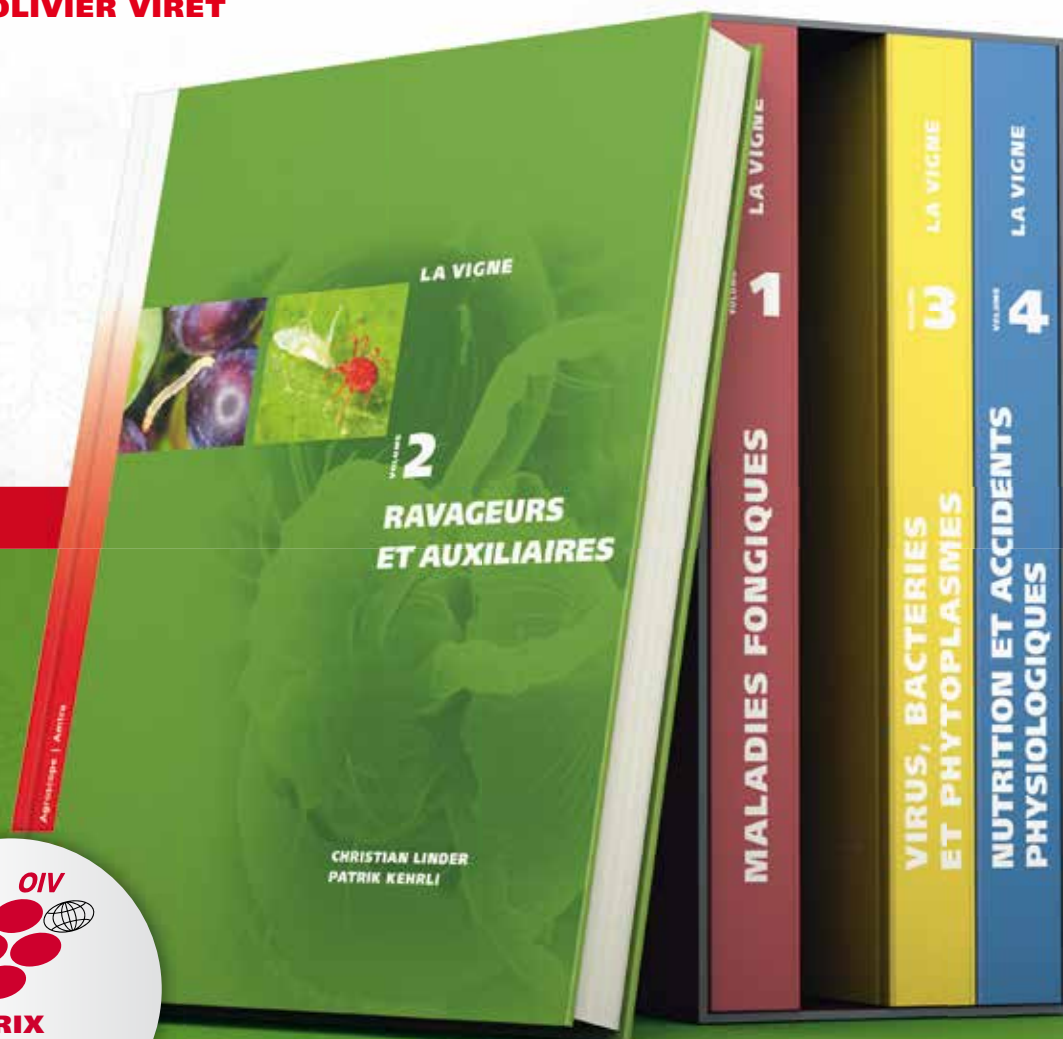
Esther BRAVIN, Agroscope, Suisse

Sascha BUCHLEITHER, Michael ZOTH, Christian SCHEER, Centre de compétences arboricoles du lac de Constance, Bavendof KOB, Allemagne

LA VIGNE

VOLUME 2 RAVAGEURS ET AUXILIAIRES

CHRISTIAN LINDER
PATRIK KEHRLI
OLIVIER VIRET



ISBN 978-3-85928-099-1

PRIX

Prix CHF 85.– / dès 10 ex. CHF 81.– / Ecoles CHF 77.–

(TVA incluse, frais de port non compris)

COMMANDES

AMTRA, Marinette Badoux, Avenue des Jordils 5, 1006 Lausanne
Téléphone: +41 21 614 04 77
www.revuevitiarbohorti.ch
info@revuevitiarbohorti.ch

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.





© Carole Parodi

Nouvelle homologation de Movento SC en viticulture

Les produits phytosanitaires efficaces et homologués pour la lutte contre l'agent pathogène du feu bactérien sont peu nombreux en Suisse. Dans l'optique de développer des stratégies optimales de gestion du feu bactérien, Agroscope mène chaque année des essais en verger sur les pommiers en fleurs.

Le produit Movento SC de la firme Bayer a été récemment homologué en viticulture contre le phylloxéra et les cochenilles. Cette autorisation comble une lacune contre ces deux ravageurs.

Movento SC est compatible pour les PER et le certificat Vitiswiss. Le produit est classé N à l'égard des typhlodromes et des parasitoïdes. Vous trouverez des détails sur l'homologation dans l'index produits phytosanitaires de l'Office fédéral de l'Agriculture.

L'index phytosanitaire pour la viticulture 2021 a été complété avec le produit Movento SC et se trouve sur le site d'Agroscope en tant que deuxième édition actualisée, mars 2021. L'index comprend désormais également la date de la dernière mise à jour. ■

Publicité

LA VIGNE

VOLUME 3

MALADIES VIRALES ET BACTERIENNES

Jean-Sébastien Reynard, Santiago Schaerer,
Katia Gindro, Olivier Viret

OIV
PRIX
VITICULTURE
OIV 2020

Virus, bactéries et phytoplasmes décrit le vaste monde de pathogènes pratiquement invisibles, qui sont à l'origine de graves maladies pour la vigne au point d'en menacer parfois son existence.

278 pages | ISBN 978-3-85928-102-8

COMMANDES

www.revuevitiarbohorti.ch

Complexe du bois rugueux



Changins Vision 2030

La pandémie se prolonge. Toutefois, nous mettons tout en œuvre, avec succès, pour que les principales missions de Changins continuent: former la relève du monde de la vitiviniculture de demain et mener des projets Ra&D sur des sujets actuels et ancrés dans la réalité vitivinicole suisse.

Quelle formation pour mon futur?

Le secteur vitivinicole est confronté à de nombreux défis climatiques, écologiques et économiques qui exigent de solides compétences en viticulture et œnologie, ainsi qu'en gestion d'entreprise.

Aujourd'hui, il est impératif d'avoir une formation complète intégrant autant les connaissances théoriques que pratiques de l'étude du sol au commerce des vins, en passant par la culture du raisin, ainsi que l'élaboration et la dégustation du vin. Durabilité, innovation, changement climatique, alternatives aux herbicides, modes de production intégrée et biologique, positionnement sur le marché et concurrence figurent parmi les principaux enjeux abordés. Des présentations en ligne sont organisées.

Haute école de viticulture et œnologie

- Bachelor HES-SO en Viticulture et Œnologie.
- Master of Science HES-SO in Life Sciences major Viticulture and Enology, mardi 13 avril à 17 h et jeudi 6 mai à 18 h.

Ecole supérieure de technicien-ne vitivinicole

- Technicien-ne vitivinicole diplôme ES.
 - Brevets fédéraux et Maîtrises fédérales de viticulteur-trice, caviste et arboriculteur-trice
- jeudi 15 avril à 17 h et mardi 4 mai à 18 h.

Des entretiens individuels sont organisés sur demande en français, italien et allemand.

Toutes les infos sur www.changins.ch

Vision 2030: ambitieuse et réaliste

En décembre 2020, le Conseil de fondation a présenté aux collaborateurs et collaboratrices de CHANGINS une vision à l'horizon 2030. Ambitieuse et motivante, elle intègre l'innovation, l'anticipation et le développement durable au cœur de l'enseignement et des projets de recherche.

Quatre valeurs porteuses de cette vision sont:

- Viser l'excellence.
- Cultiver l'écoute.
- Œuvrer dans le respect.
- Faire rayonner CHANGINS.



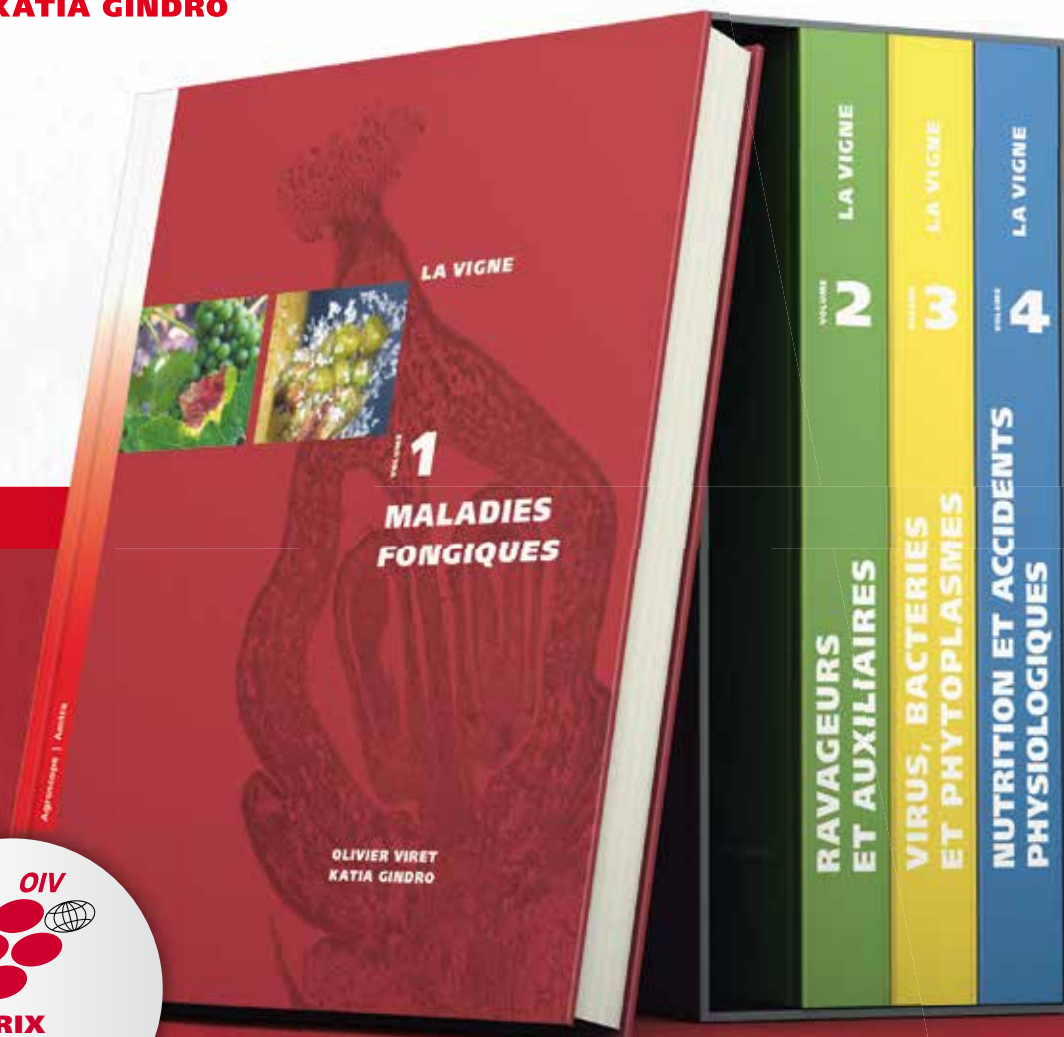
Malgré les difficultés que nous traversons depuis plus d'un an, le travail de tous les collaborateurs et collaboratrices, ainsi que la persévérance des étudiants et étudiantes confirment que nos valeurs et ambitions peuvent compter sur chacun et chacune. Encore merci! ■

LA VIGNE

VOLUME **1**

MALADIES FONGIQUES

**OLIVIER VIRET
KATIA GINDRO**



ISBN 978-3-85928-097-7

PRIX

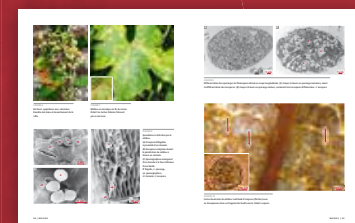
Prix CHF 70.– / dès 10 ex. CHF 67.– / Ecoles CHF 63.–

(TVA incluse, frais de port non compris)

COMMANDES

AMTRA, Marinette Badoux, Avenue des Jordils 5, 1006 Lausanne
Téléphone: +41 21 614 04 77
www.revuevitiarbohorti.ch
info@revuevitiarbohorti.ch

Maladies fongiques est le premier volume de la collection La Vigne. Conçu pour les praticiens, les formateurs et les spécialistes, il s'adresse aussi à un public averti intéressé par la vigne. Cet ouvrage de référence fait le tour de toutes les maladies rencontrées aujourd'hui dans le vignoble, à l'aide de planches illustrées originales.



Monilia en arboriculture

Monilinia laxa (Aderh. & Ruhland) Honey, *Monilinia fructicola* (G. Winter) Honey, *Monilinia fructigena* (Honey ex Whetzel) & *Monilinia padi* (Woronin) Honey

Sarah Perren, Jules Peter, Florian Freimoser et Andreas Naef

Symptômes

- Les monilioses figurent parmi les principales maladies des fruitiers à pépins ou à noyau. Elles sont provoquées par diverses espèces de champignons du genre *Monilia* (forme anamorphe) ou du genre *Monilinia* (forme téléomorphe). Les monilioses sont répandues partout en Suisse. Une infection peut survenir sur différents organes végétaux.
- **Figure 1:** Pruneaux atteints de moniliose des fruits, par contact, la monilia se propage au fruit adjacent.
- **Figure 2:** Fleurs de cerisier atteintes de moniliose, les fleurs infectées se dessèchent, de la fleur au pédoncule. Des coussinets conidiaux grisâtres se forment. Les fleurs fanées restent suspendues à l'arbre.
- **Figure 3:** Pomme atteinte de moniliose des fruits, les fruits infectés se dessèchent sur la branche et se couvrent de coussinets conidiaux.
- **Figure 4:** Les fruits momifiés sont la principale source de conidies responsables de l'infection initiale au printemps. Ils doivent être retirés de la plante au plus tard avant le gonflement des bourgeons.
- **Figure 5:** Rameau de prunier atteint de moniliose: les rameaux s'assèchent du point d'entrée de l'infection (une fleur) jusqu'à l'extrémité du rameau.
- **Figure 6:** Les cerises infectées pourrissent, des coussinets conidiaux se forment à la surface. Par la suite, elles se dessèchent et se développent en fruits appelés momies qui restent attachés à l'arbre.



Introduction

Moniliose des fleurs et des rameaux (*Monilinia laxa* [Aderh. & Ruhland] Honey, *Monilinia fructicola* [G. Winter] Honey): Le champignon pathogène infecte la fleur et peut à partir de là se propager dans le pédoncule. Les fleurs et les tiges infectées se dessèchent et des coussinets de conidies grisâtres se forment (moniliose des fleurs). Les fleurs desséchées restent souvent suspendues à l'arbre. Si la maladie atteint le pédoncule, elle peut ensuite gagner les rameaux. Sur les fruitiers à noyau, on observe fréquemment au niveau des rameaux des exsudats de gomme et la formation d'excroissances au point d'entrée de l'infection. Il arrive que les rameaux se dessèchent, du point d'entrée de l'infection jusqu'à leur extrémité (moniliose des rameaux). Le risque d'infection par la moniliose des fleurs est élevé, lorsque le temps est froid et humide et que les fleurs restent mouillées. Une telle infection représente un problème majeur pour les arbres fruitiers à noyau. Le potentiel de dommages est particulièrement élevé pour les abricotiers et griottiers, car les rameaux des arbres atteints meurent souvent à partir de la fleur infectée la plus basse.

Moniliose des fruits (*M. laxa* [Aderh. & Ruhland] Honey, *M. fructicola* Honey [G. Winter], *Monilinia fructigena* [Honey ex Whetzel]): Sur les fruits, une infection par la moniliose se développe à partir des lésions occasionnées par la pluie, la grêle ou encore les piqûres ou morsures d'insectes ou d'oiseaux. Dans le cas des fruits à noyau, les microfissures qui apparaissent sur la peau au moment du changement de coloration peuvent également constituer des portes d'entrée de la maladie. Durant la maturation, les fruits à noyau sont donc particulièrement exposés. Les symptômes sont des fruits brun-noir pourrissants qui se couvrent de coussinets de conidies. La couleur des coussinets conidiaux dépend de l'espèce de *Monilinia* (de couleur brun pâle chez *M. fructigena* à grise chez *M. laxa* et *M. fructicola*). Les fruits atteints se dessèchent par la suite et peuvent rester sur l'arbre, sous forme de fruits momifiés, jusqu'à l'année suivante. Lorsque la moniliose survient sur des fruits de conservation (fruits à pépins), les fruits infectés développent ce que l'on appelle une pourriture noire; les coussinets conidiaux ne s'y développent pas du tout ou seulement très tardivement.

Moniliose du cognassier (*Monilinia padi* [Woronin] Honey): Cette maladie n'apparaît que sur les coings et peut entraîner des pertes de récolte importantes, voire totales. En cas d'infection, de grandes taches brunâtres se développent sur les jeunes feuilles de cognassier. Celles-ci se couvrent ensuite de filaments grisâtres. Les feuilles atteintes dégagent une odeur caractéristique d'amande amère. À partir des feuilles, l'infection se propage aux fleurs, aux fruits et aux rameaux. Les fleurs et les rameaux infectés se dessèchent. Les fruits atteints développent une pourriture brune et se momifient, demeurant suspendus à l'arbre. Certaines espèces connues de *Monilia*, spécifiques d'autres plantes hôtes, parasitent différents types d'arbustes ornementaux, forestiers ou fruitiers de la famille des Rosacées, des Ericacées ou encore des Cornacées.

Cycle de vie et infection

Les champignons hivernent dans les chancres, sur les fleurs et les rameaux desséchés (*M. laxa* et *M. fructicola*) ainsi que sur les fruits momifiés (*M. laxa*, *M. fructicola* et *M. fructigena*). L'inoculum primaire se constitue l'année suivante, sous forme de conidies, sur ces parties infectées de la plante. La propagation se fait par le vent et la pluie. Une infection des fleurs peut se produire à partir du stade ballon. Sur les fruits, le champignon parasite les blessures. De nombreuses conidies se forment dans les parties infectées de la plante et contribuent à la propagation de la maladie. Une transmission entre des fruits qui se touchent ou aux rameaux proches est également possible. Lorsque des fruits momifiés s'incorporent aux couches supérieures du sol, il arrive que des fructifications sexuées se forment au printemps suivant (apothécies). Les ascospores qui s'y forment sont également infectieuses. Chez *M. laxa* et *M. fructigena*, la reproduction sexuée est rare et peu importante. En Amérique du Nord, sa zone d'origine, *M. fructicola* développe régulièrement des fructifications. Cette reproduction sexuée plus fréquente permet une adaptation plus rapide aux conditions environnementales; elle accélère de même le développement et la propagation de résistances aux fongicides. On ignore si *M. fructicola* se reproduit de manière sexuée en Suisse et, le cas échéant, à quelle fréquence.

Mesures préventives

Afin de réduire la pression de la maladie dans les vergers, il est recommandé d'éliminer les parties infectées des plantes, d'ôter les fruits momifiés des arbres et d'évacuer ceux qui sont tombés. Les rameaux infectés devraient être coupés à 20–30 cm dans le bois sain. Lors de la plantation, de la taille et de la formation, il faut veiller à ce que la couronne de l'arbre puisse sécher rapidement. L'utilisation de bâches anti-pluie avant la floraison permet en outre de protéger les fleurs contre l'humidité et de réduire le risque de moniliose des fleurs. Pour prévenir la moniliose des fruits, il est important de protéger les fruits d'éventuelles blessures. De ce fait, les populations d'insectes ravageurs, responsables de dommages par succion et morsure, doivent être maintenues à une faible densité. L'utilisation de bâches antipluie et de filets anti-grêle empêche les dégâts causés par le temps et l'humidité et contribue ainsi à contenir la propagation de la maladie. De plus un contrôle de la bonne aération des arbres, par des mesures de taille, de formation, ainsi que de fertilisation, garantit un séchage rapide du feuillage, défavorable au développement du champignon.

Parmi les arbres fruitiers à noyau, il existe diverses variétés résistantes aux monilioses. Des informations à ce sujet figurent dans la publication «Évaluation des variétés et porte-greffe de cerises et de pruneaux».

Les monilioses jouent un moindre rôle pour les fruits à pépins. Elles peuvent être contrôlées grâce à un choix approprié des fongicides utilisés contre la tavelure et les maladies de conservation.

Sur les cognassiers, une infection des feuilles est possible avant même la floraison. Le premier traitement peut donc avoir lieu dès le déploiement des premières feuilles. D'autres traitements peuvent intervenir en début de floraison, en pleine fleur et jusqu'à la fin de la floraison.

Des informations actualisées sur les produits phytosanitaires recommandés contre les monilioses des fruitiers à pépins et à noyau figurent dans la publication «Index phytosanitaire pour l'arboriculture».

Impressum

Edition et diffusion: Amtra, www.revuevitiarbohorti.ch

Rédaction: Sarah Perren, Jules Peter, Florian Freimoser et Andreas Naef, Agroscope

Photos: Agroscope

Copyright: 2021, Amtra, www.revuevitiarbohorti.ch



Hüsler

Artisan
TONNELIER

Osez l'exception ! Donnez une nouvelle âme à votre vin !

Vinifier son vin dans une cuve ovoïde en bois est une excellente opportunité de donner une nouvelle lettre de noblesse à l'un de vos nectars.

Les vins ainsi élaborés sont plus aboutis et naturellement plus expressifs car cette forme développe des arômes très fins avec une structure harmonieuse.



Schéma du mouvement des lies

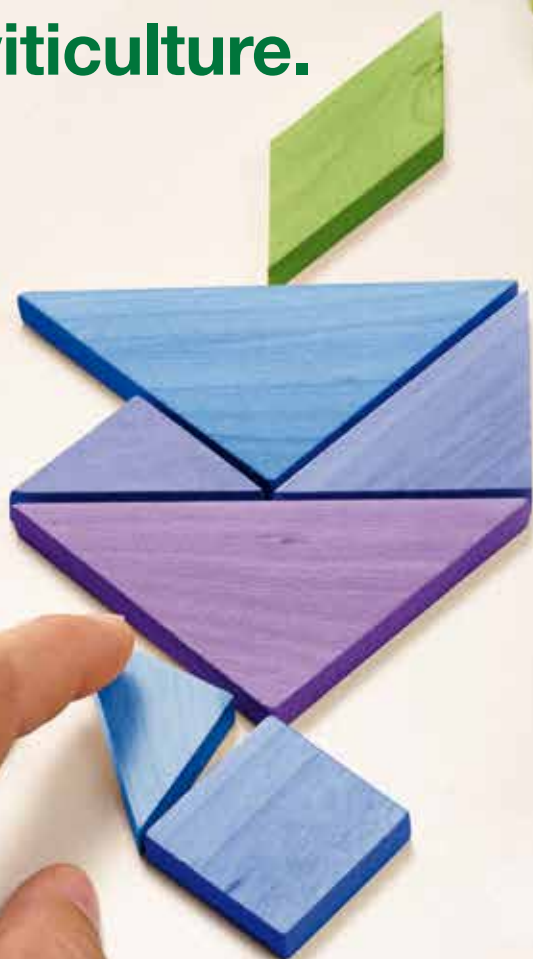


La forme ovoïde induit et facilite différents mouvements, perceptibles (maintien en suspension des lies) ou imperceptibles (mouvement brownien, vortex) lesquels participent à l'élaboration de vins plus complexes.

Chaque exécution est un objet d'art ! Réservez dès à présent
votre cuve de 500, 800 ou de 1000 litres

Sercadis®

L'innovation pour
les pommes de terre,
l'arboriculture et
la viticulture.



 **BASF**

We create chemistry

*** pour 27 Fr./ha max. en viticulture (0.0095 %, 0.15 l/ha Sercadis®) :**

- La puissance contre l'oïdium (Erysiphe n.)
- Action contre la black rot (Guidnardia bidwellii)
- Excellente sélectivité sur tout cépage/Fiable par tous les temps

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

BASF Schweiz AG · Protection des plantes · Klybeckstrasse 141 · 4057 Basel · phone 061 636 8002 · www.agro.basf.ch/fr