

VITICULTURE ARBORICULTURE HORTICULTURE



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



Arboriculture

Eclaircissage mécanique, chimique et manuel sur pommier en Mur fruitier et Drilling **Page 150**

Viticulture

Effet du régime hydrique sur le comportement de la vigne et la qualité des vins de petite Arvine **Page 160**

Actualités

Nouveau passeport phytosanitaire et étiquettes de certification pour les plants d'arbres fruitiers **Page 180**

UN NOUVEAU PAS DANS LA LUTTE CONTRE LE MILDIOU ET L'OÏDIUM

- Produit biologique contre le mildiou et l'oïdium
- Résistant au lessivage
- Ne laisse aucune trace



 Biosolutions

 **Auralis**

syngenta.

Plus d'informations sous www.syngenta.ch

Utilisez les produits phytosanitaires avec précaution.
Avant toute utilisation, consulter les indications sur l'emballage.



Photographie de couverture:

Lorsque la floraison des pommiers est très abondante, il y a un risque de surcharge en fruits.

(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-necker@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

Suisse

Online: CHF 60.–

Print: CHF 60.–

Print et Online: CHF 70.–

Europe

Online: CHF 60.–

Print: CHF 75.–

Print et Online: CHF 85.–

Etranger

Online: CHF 60.–

Print: CHF 80.–

Print et Online: CHF 90.–

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

Mai–Juin | Vol. 52 | N°3

145 Editorial

In memoriam

146 **Merci Judith**
Walter Willener

Arboriculture

150 **Eclaircissage mécanique,
chimique et manuel sur pommier
en Mur fruitier et Drilling**
Philippe Monney

Viticulture

160 **Effet du régime hydrique
sur le comportement de la vigne et
la qualité des vins de petite Arvine**
Vivian Zufferey, Thibaut Verdenal,
Agnes Dienes-Nagy, Sandrine Belcher,
Fabrice Lorenzini, Carole Koeste,
Marie Blackford, Gilles Bourdin, Katia Gindro,
Jorge E. Spangenberg, Johannes Rösti,
Olivier Viret, Christoph Carlen
et Jean-Laurent Spring

Arboriculture

174 **La défoliation du pommier
due à Marssonina peut entraîner
des pertes de rendement**
Perrine Gravalon, Jonas Inderbitzin
et Sarah Perren

Actualités

180 **Nouveau passeport phytosanitaire
et étiquettes de certification
pour les plants d'arbres fruitiers**
Markus Bünter, Peter Kupferschmied
et Paul Mewes

Actualités

184 **La tordeuse orientale du pêcher –
distribution en Suisse**
Diana Zwahlen et Barbara Egger

188 **La page de CHANGINS**



Miroir, Miroir...

Qui a
les plus beaux raisins?

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.

Santé des végétaux: renforcement de la réglementation



Dr Peter Kupferschmied
Collaborateur scientifique,
Office fédéral de l'agriculture (OFAG),
Service phytosanitaire fédéral (SPF)

Le commerce international de marchandises représente un risque global de propagation de nouvelles maladies et de nouveaux ravageurs des plantes. Ces derniers entrent sur un nouveau territoire «en tant que passagers clandestins» au travers de plantes, de fruits, de légumes, de bois et d'autres produits végétaux importés. Le volume du trafic mondial de marchandises a pratiquement triplé au cours des dix dernières années. Par conséquent, la santé des végétaux est menacée dans le monde entier. Dans le cas des denrées alimentaires, des organismes nuisibles introduits dans notre pays peuvent causer des pertes massives et mettre en danger la production.

Le commerce de matériel végétal est soumis à des règles afin de réduire le risque d'introduction et de propagation de nouveaux organismes nuisibles à un minimum acceptable. En raison de l'augmentation des risques ces dernières années, les mesures phytosanitaires préventives de la Suisse ont été renforcées et sont entrées en vigueur le 1^{er} janvier 2020. Depuis cette date, il est notamment interdit d'importer des fruits, des fleurs coupées, des plantes, des semences et d'autres végétaux frais provenant de pays non membres de l'Union européenne (UE). L'importation de matériel végétal peut être autorisée à condition que celui-ci soit accompagné d'un certificat phytosanitaire du pays d'origine et après un contrôle par le Service phytosanitaire fédéral.

Depuis 2004, la Suisse et l'UE coordonnent leurs efforts afin de protéger la santé des végétaux en formant notamment un espace phytosanitaire commun, au sein duquel des règles identiques s'appliquent en ce qui concerne le transfert de matériel végétal et les mesures de lutte contre de nouveaux organismes nuisibles. Dans ce contexte, depuis 2002, les plants et les semences destinés à la plantation des principales cultures agricoles ne peuvent être commercialisés en Suisse (et dans l'UE) que s'ils sont accompagnés d'un passeport phytosanitaire. Derrière cette attestation officielle, un objectif prépondérant est visé: l'instauration d'une mesure préventive de gestion des risques mise en place pour rendre le commerce de plants et de semences dans l'espace phytosanitaire commun plus sûr. En effet, le passeport phytosanitaire représente un document dans lequel tout un système prend sa source, à l'instar d'inspections officielles, d'analyses de laboratoire basées sur les risques, d'autocontrôles ou encore de la comptabilité, afin d'assurer la traçabilité du matériel végétal. Il certifie que les marchandises, lors de la mise sur le marché, sont conformes aux normes phytosanitaires et que les entreprises qui sont autorisées à délivrer de telles attestations sont soumises à des contrôles officiels.

Depuis janvier, tous les plants et toutes les parties de végétaux destinés à la plantation (à l'exception des semences ne présentant aucun risque phytosanitaire connu) sont soumis à l'obligation de passeport phytosanitaire lorsqu'ils sont commercialisés – quelle que soit l'espèce botanique. Les personnes et les entreprises utilisant ce matériel végétal à des fins commerciales ou professionnelles (agriculteurs, jardiniers, paysagistes, forestiers, etc.) ne peuvent l'acquiescer qu'avec ce document officiel. Afin de rendre ce dernier plus visible pour les acheteurs commerciaux de matériel végétal, il est disponible depuis le début de l'année sous la forme d'une étiquette disposée sur l'unité commerciale avec une présentation uniforme. ■



Merci Judith

«Les martinets s'enfoncent dans le ciel comme des ancres dans la mer.» Ces paroles de Pierre Reverdy illustrent le faire-part de décès de Judith Auer. Ils donnent une émouvante image de ses passions: les oiseaux, qu'elle a photographiés partout dans le monde, et l'eau, avec l'amour de la voile.

C'est avec émotion et une grande tristesse que nous avons appris le décès de Judith, avec qui nous avons eu la chance de collaborer en parfaite harmonie entre 2007 et 2015 à la conduite de l'AMTRA (Association pour la mise en valeur des travaux de la recherche agronomique). Cette activité n'a été qu'une partie de l'impressionnante carrière professionnelle de Judith consacrée à la vigne, au vin et à la communication. En

1985, elle commence comme adjointe technique à ce qui était alors la SFRA de Changins. En 1987, elle passe à l'École d'ingénieurs de Changins, avec la responsabilité de l'enseignement en œnologie et de l'École du Vin. En 2007, elle rejoint ACW Changins-Wädenswil, qui deviendra Agroscope en 2014, comme responsable, entre autres, de la communication et reprend aussi la direction de l'AMTRA. En 2016, elle quitte Agroscope pour se consacrer uniquement aux publications de l'AMTRA, comme la *Revue suisse de Viticulture, Arboriculture, Horticulture* et l'édition des ouvrages de la série *La Vigne*. Derrière un corps léger et une petite voix se cachait une personnalité forte qui savait se faire respecter par ses compétences et un engagement de tous



les instants, même durant les nombreuses réorganisations de la recherche agronomique. Sa rigueur, sa précision dans la rédaction et dans l'expression orale s'est concrétisée aussi par une multitude de publications et de conférences scientifiques, ainsi que de nombreuses directions de travaux de diplômes.

Exigeante vis-à-vis de ses collaboratrices et collaborateurs, elle l'était aussi avec elle-même, ce qui lui a permis de devenir une référence dans le monde de la formation et de la recherche agronomique. Sa rigueur scientifique ne l'a pas empêchée de cultiver l'amitié et la convivialité dans tout ce qu'elle a entrepris au service de ses employeurs. Pour nous, ce fut un plaisir de collaborer avec Judith durant neuf ans pour orienter

l'AMTRA vers les nouveaux vecteurs de communications, de conduire des séances parfaitement préparées et d'entendre des arguments pertinents élaborés avec un soin particulier des détails. Enfin, nous relevons son énorme courage face à une terrible maladie qui l'a frappée il y a plusieurs années.

Au nom de toutes celles et de tous ceux qui ont eu la chance et le plaisir de travailler avec Judith, nous te disons un grand MERCI. A Jean-Philippe Mayor, son mari, à sa famille, nous exprimons notre profonde sympathie et adressons un message d'amitié. Si Judith n'est plus là, elle restera dans nos cœurs et nos pensées.

*Walter Willener,
Président AMTRA 2000–2015*

GIGANDET SA

Votre spécialiste

BUCHER
vaslin**VENTE - SERVICE - RÉPARATION - RÉVISION**

Notre expérience dans vos projets sur mesure

Réception vendange**Pressoir****Filtre tangentiel****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

**Irrigation
goutte à goutte
de la vigne**

Pilotage et contrôle
**Watermark
Senntec**



Connecté
OPRS WVI

NETAFIM™
Uni Wine
**Goutte à goutte
PROFESSIONNEL**

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

Notre shop sur ccdsa.ch



Chemin de l'autoroute 5, 1926 FULLY
Tél. 027 746 33 03
www.ccdsa.ch Mail : info@ccdsa.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

dès **65.-****Filet de protection**

Largeur de maille : 40 mm.

17259	Vert 1000 m ²	65.00	17262	Bleu 1000 m ²	65.00
17257	Vert 2000 m ²	99.00	17261	Bleu 2000 m ²	99.00
17256	Vert 4000 m ²	199.00	17260	Bleu 4000 m ²	199.00

dès **45.-****Filet de protection Feudal 8 x 8 m**

Hostalen-Strip résistant à la déchirure, durable et imperméable. Coloris : bleu.

17285

dès **9.95****Sécateur à vendange Okay**

Avec lames trempées plusieurs fois et tampon en caoutchouc. Coupe des branches jusqu'à Ø 12 mm.

12263

dès **16.95****Sécateur Classic Okay**

Sécateur universel à double tranchant. Lame rainurée en acier carbone. Permet de couper des branches d'un Ø de max. 25 mm.

12265

dès **8.70****Piquet en métal Alsace**

Bon remplissage et avec une galvanisation individuelle de haute qualité.

33776	200 cm	8.70
33774	220 cm	9.50
33777	230 cm	9.90
33778	250 cm	11.10

dès **73.95****Echelle universelle Emporia**

Echelle à 3 éléments en aluminium pour usages multiples. Utilisation comme échelle simple, coulissante ou escabeau. Certification TÜV. Certifiée EN131.

22017	3 x 6 échelons, hauteur de travail max. : 4,85 m	73.95
22018	3 x 8 échelons, hauteur de travail max. : 5,40 m	99.00

Garantie **5** ansdès **99.-****Presse à fruits**

Pour le pressage des fruits et des baies. Dimensions: 275 x 560 mm. Poids: env 7,5 kg.

16981	Presse à fruits	99.00
19002	Sac pour presseoir	3.20

dès **9.80**

Qualité supérieure

**Cageot en bois 60 x 40 x 30 cm**

Raboté. 74002

chaque **9.90****Caisse à vendanges**

Dimensions: 50 x 34 x 25 cm. Contenance: env. 37 l.

18354	Jaune	9.90
18355	Orange	9.90

dès **16.95****Fût à fruits**

Avec couvercle. Plastique.

74350	30 l	16.95
74355	60 l	24.95
74360	120 l	38.95
74365	220 l	84.95

**Pour nos paysannes et paysans**LANDI présente un vaste choix de produits destinés à l'agriculture. Envoyez-nous une photo de vous avec votre produit favori du magasin LANDI et **gagnez des superbes prix!**

Voulez-vous recevoir régulièrement de la part du magasin LANDI des informations sur les produits et les sujets en lien avec l'agriculture?

Dans ce cas, inscrivez-vous aujourd'hui à la **newsletter consacrée à l'agriculture**. De plus amples informations figurent sur landi.ch/fr/agriculture**Concours**

Eclaircissage mécanique, chimique et manuel sur pommier en Mur fruitier et Drilling

Philippe MONNEY, Agroscope, 1964 Contthey, Suisse

Renseignements: philippe.monney@agroscope.admin.ch



Les arbres fruitiers, et le pommier en particulier, peuvent se montrer extrêmement florifères, au point qu'une sélection appelée éclaircissage est souvent nécessaire pour éviter une surcharge en fruits. Cette action peut être réalisée sur les fleurs à l'aide d'engins mécaniques ou grâce à l'application de substances synthétiques ou naturelles. Cette régulation de la production est souvent complétée par une intervention manuelle lorsque les fruits ont un diamètre de 30–40 mm, car son efficacité au stade de la floraison se révèle souvent insuffisante.

Introduction

La taille et le contrôle de la charge en fruits sont deux opérations indispensables en verger commercial de pommier, mais elles sont coûteuses en main-d'œuvre. Parmi les pistes explorées pour réduire les coûts d'entretien, le développement de systèmes de verger adaptés à la mécanisation est privilégié.

La première version de Mur fruitier est basée sur une forme palmette, imaginée pour la cueillette robotisée. Malgré l'abandon du projet «Magali» (robot de cueillette), l'expérimentation de modes de conduite se poursuit avec une évolution en double axe (Masseron

2002) et, plus récemment, en axe étroit (Roche et Codarin 2018). Dans tous les cas, l'objectif est de former rapidement une haie étroite d'au moins 3,5 m de hauteur pour éviter une diminution du rendement par rapport à une conduite axiale classique. On obtient ainsi une structure adaptée à la taille et à l'éclaircissage mécanique avec la machine «à fil» (Darwin, Fruit-Tec, Markdorf, Allemagne). Ainsi, selon une enquête de Levêque (2016), l'économie de main-d'œuvre est globalement de l'ordre de 15%, en partie grâce à la réduction de la taille d'hiver manuelle. Il est difficile d'évaluer cette économie pour l'éclaircissage, dans la mesure où l'effet de l'éclaircissage mécanique doit le plus

souvent être renforcé par l'application de produits d'éclaircissage et, selon les cas, par un éclaircissage manuel complémentaire. Cependant, pour la régulation de la charge, l'intérêt de solutions alternatives aux hormones et autres substances de synthèse dépasse le cadre économique. Celles-ci sont en effet déjà largement diffusées dans le cadre de la production bio et, dans certaines régions, l'éclaircissage mécanique est utilisé par d'autres producteurs en combinaison avec un programme classique à base de substances hormonales. Avec l'éventuelle limitation, voire l'interdiction des produits de synthèse, la combinaison éclaircissage mécanique + produits d'origine naturelle pourrait rester la seule stratégie autorisée.

L'objectif de cet essai est de comparer trois stratégies d'éclaircissage avec ou sans complément manuel. Afin d'évaluer la performance du Mur fruitier en tant que système de conduite, toutes les variantes expérimentales ont également été appliquées au système de conduite Drilling, reconnu pour ses hauts rendements et la qualité de sa production (Monney *et al.* 1998).

Matériel et méthodes

Site expérimental

L'essai s'est déroulé de 2002 à 2009 sur le site Agroscope de Conthey, situé en Valais central, à une altitude de 480 m. Le sol est de texture limoneuse (A: 18%, U: 37%, S: 45%), avec un pH de 7,9 et une teneur en matière organique de 3%. La parcelle a une surface de 2500 m². Les blocs d'une longueur de 30 m sont séparés par un arbre de la variété Golden Gem et un arbre de la variété Everest, tous deux provenant de l'espèce *Malus floribunda* et couramment utilisés comme pollinisateurs.

Forme des arbres

Le Mur fruitier (MF) est conduit sur le modèle d'une haie étroite, de manière à favoriser l'efficacité d'interventions mécanisées, en particulier pour la taille et l'éclaircissage. Afin d'évaluer la performance de ce système, il a été comparé au Drilling (V) dont les deux plans de palissage ont été maintenus à 40–50 cm de largeur par la taille. Bien que peu représentatif dans la pratique, le Drilling présente ici l'avantage de pouvoir être réalisé à la même densité de plantation que le MF, tout en assurant, à densité de plantation équivalente, un niveau de rendement et de qualité supérieur à la majorité des systèmes (Blaser *et al.* 1998).

Plantation et formation

Les scions de la variété Gala, clone Royal, sont greffés à l'anglaise au début de mars sur porte-greffe EMLA,

Résumé

Trois procédés d'éclaircissage ont été comparés durant trois années consécutives sur la variété Gala, clone Royal: mécanique (M), mécanique renforcé par l'application de vinasse (MV) et produits (hormones, H) de synthèse. Pour les trois procédés, afin de mesurer l'importance de leur efficacité respective, une régulation supplémentaire de la charge par éclaircissage manuel a été appliquée à la fin de juin sur la moitié des arbres. Ces variantes expérimentales sont testées sur un système de conduite permettant de former un Mur fruitier (MF), une haie étroite facilement mécanisable, ainsi que sur une conduite en V (Drilling). Les résultats ont montré que les procédés d'éclaircissage mécanisés M, MV et H ne se distinguent pas significativement pour le rendement, la qualité et la régularité de production. En revanche, l'éclaircissage manuel contribue à une meilleure qualité commerciale des fruits et à une diminution de l'alternance de production. Le système V ne produit pas de rendements plus élevés, mais se révèle globalement plus performant en termes de qualité, avec un calibre plus élevé et une coloration supérieure des fruits, en grande partie grâce à une meilleure régularité de production.

puis élevés en serre dans des containers de 5 l. Afin d'éviter un développement trop important qui aurait pénalisé leur reprise, les scions sont plantés en verger à la fin du mois de juillet de la même année, lorsqu'ils atteignent une hauteur d'environ 1,7 m, à une distance de 4 m entre rangs et de 1,4 m sur le rang, soit une densité d'environ 1800 arbres/ha. On peut donc considérer l'année 2003 comme la première saison de végétation.

Les MF sont formés par pliage du scion à 40 cm de hauteur et incision sur un bourgeon latéral au niveau du coude ainsi formé, de manière à provoquer la sortie d'un rameau végétatif, qui constitue le second élément de charpente de l'arbre. De cette manière, on évite le rabattage qui ralentit le développement des jeunes arbres et retarde l'entrée en production. L'armature est constituée de deux tuteurs par arbre et de quatre fils tendus à 1,1 m de hauteur pour le premier, puis tous les 60 cm. On obtient ainsi deux structures primaires bien orientées verticalement à intervalle régulier. En 3^e et 4^e années, les branches

fruitières sont palissées horizontalement sur les fils, de manière à obtenir une forme aussi étroite que possible (fig. 1).

Pour le V, un rabattage à 40 cm est appliqué de manière à provoquer une réaction végétative pour la formation de la structure primaire. Trois rameaux de vigueur équivalente forment la future structure primaire, dont les éléments sont disposés sur une armature ouverte à 50 degrés (fig. 2). Comme pour le MF, la taille est manuelle jusqu'en 4^e année et se limite à une sélection minimale des branches fruitières orientées parallèlement et perpendiculairement à l'axe des rangs. Les branches poussant vers l'intérieur du V sont intégralement supprimées pour favoriser l'éclaircissement des fruits et, surtout, l'application efficace de la taille et de l'éclaircissage mécaniques dès la 5^e année (2007), comme pour le MF.

Pour les deux systèmes, la taille mécanique est appliquée dès la 5^e année, soit lorsque le rendement atteint environ 20 kg/arbre et que la végétation forme



Figure 1 | Illustration du Mur fruitier en 3^e année. Sur l'arbre situé à l'avant-plan, on distingue la zone de pliage du scion qui a permis de former le 2^e élément de charpente de l'arbre.



Figure 2 | Illustration du Drilling (V) en 3^e année. Grâce à une bonne reprise à la plantation, il a été possible d'obtenir trois éléments de charpente relativement équilibrés après rabattage du scion à 40 cm.

une haie d'environ 60 cm de largeur et 3,5 m de hauteur. L'opération est réalisée au début de juin, lorsque les pousses annuelles atteignent une longueur d'environ 12 feuilles, en accord avec les préconisations du CTIFL (Masseron *et al.* 2002).

Procédés et design expérimental

Entre la 5^e et la 7^e année, outre la taille mécanique appliquée de manière uniforme sur l'ensemble de l'essai, trois procédés de contrôle de la charge sont comparés (tab. 1):

- un traitement à base d'hormones (H) sur fleurs et/ou sur jeunes fruits, selon les conditions, en application au gun à 1200–1600 l/ha.
- un traitement mécanique utilisé seul (M) avec la machine Darwin (fig. 3 et 4), appliqué à une vitesse d'avancement de 9,2 km/h et à une vitesse de rotation de 300 tours/minute.
- un traitement mécanique comme ci-dessus, complété par l'application de vinasse (MV).

Pour chaque procédé, la moitié des arbres est soumise à un éclaircissage manuel complémentaire à la fin de juin. La disposition est en trois blocs, constitués chacun de six rangs, trois par mode de conduite, à l'intérieur desquels sont randomisés les trois procédés H, M, MV, ainsi que les sous-parcelles avec et sans complément manuel. La parcelle élémentaire est constituée de neuf arbres. Pour des raisons pratiques, il a fallu déroger au principe de randomisation au sens strict en regroupant les traitements mécaniques à l'intérieur d'un même bloc, de manière à pouvoir effectuer des passages mécanisés sur toute la longueur d'un même bloc, soit environ 30 m.

Variables mesurées et traitement statistique

Développement végétatif, rendement et qualité commerciale

La section des troncs (ST) de tous les arbres a été mesurée annuellement et le rendement par arbre obtenu après triage commercial à l'échelle de la parcelle élémentaire sur une machine de type GREEFA (JB Tricht, Pays-Bas) permettant de séparer les calibres par catégories de 5 mm et, considérant l'aptitude de Gala clone Royal à la coloration, en quatre classes: <10%, 10–30%, 30–50% >50% de recouvrement.

Dès la 5^e année, toutes les combinaisons de procédés ont été triées séparément et les résultats analysés en blocs randomisés en distinguant:

1. l'influence des procédés H, M et MV en fonction des facteurs conduite et année;
2. l'influence du complément d'éclaircissage manuel en fonction des facteurs conduite et année.

Régularité de production

La comparaison des méthodes de contrôle de la charge et de la qualité constituant un objectif prioritaire de l'essai, une évaluation de l'intensité de la floraison sur une échelle de 1 à 5 a été faite entre la 5^e et la 7^e année sur tous les arbres, selon l'appréciation suivante:

- 0: < 10 bouquets floraux par arbre;
- 1: < 50 bouquets floraux par arbre;
- 2: floraison moyenne, parfois mal répartie et globalement insuffisante pour assurer une charge normale;
- 3: floraison moyenne, bien répartie, suffisante pour assurer une charge en fruits satisfaisante;
- 4: floraison optimale, bien répartie, pas ou peu de bouquets floraux en latéral de bois d'un an;
- 5: floraison massive, présence de bouquets floraux en latéral et terminal de bois d'un an.

Pour cinq arbres par mode de conduite évalués avec la note 5, tous les bouquets floraux ont été comptés en 5^e année et l'opération a été répétée en 7^e année avec trois arbres par note de 2 à 5 pour les deux modes de conduite. Avec une note de 3, un nombre de bouquets floraux de 230 à 250 par arbre (tab. 2) et un nombre de fruits moyen par bouquet floral de 0,7 mesuré en 2007 et 2008 sur un échantillon de 100 * 50 bouquets floraux, on obtient environ 24kg/arbre. Les arbres correspondant à cette estimation sont considérés comme ne présentant pas d'alternance de production. Pour les arbres conduits en MF et à estimation égale pour les valeurs de 3 à 5, on note une densité de



Figure 3 | Passage de la Darwin dans le MF à une vitesse d'avancement de 9,2 km/h et à une vitesse de rotation de 300 t/min.



Figure 4 | Passage de la Darwin dans la forme V aux mêmes conditions que le MF.

Tableau 1 | Description des procédés d'éclaircissage, de leur stade et des modalités d'application.

Traitement	Année	Stade	Matière active/stade	Nom commercial	Dosage	Réglage
H (Hormone)	2007	5–8 mm	acide alpha-naphtylacétique	Rhodofix	2,5 kg/ha	
		12 mm	acide alpha-naphtylacétique	Rhodofix	2,5 kg/ha	
	2008	12–14 mm	acide naphthylacétique	Dirager®S	1,0 l/ha	
			6-benzyladénine (BA)	Maxcel®	7,5 l/ha	
	2009	12–14 mm	acide naphthylacétique	Dirager®S	1,0 l/ha	
			6-benzyladénine (BA)	Maxcel®	7,5 l/ha	
M (Mécanique)	2007	50% fleurs ouvertes (BBCH 65)				300 t/min 9,2 km/h
	2008	20–40% fleurs ouvertes (BBCH 62-64)				
	2009	20–40% fleurs ouvertes (BBCH 62-64)				
MV (Mécanique vinasse)	2007	Idem mécanique	Vinasse NK à BBCH 67 (Pleine floraison + 2–3 jours)			Idem mécanique
	2008					
	2009					



bouquets floraux plus importante qu'avec le V, ce qui pourrait avoir joué un rôle dans la sensibilité du système à l'alternance de production.

Tous les facteurs ont été analysés pour les trois années d'observation avec le logiciel Widas, selon un dispositif en blocs randomisés.

Résultats et discussion

Développement végétatif

Facteur éclaircissage

Entre la 5^e et la 7^e année, la mesure de ST ne révèle aucune différence significative dans la dynamique de développement végétatif entre les procédés H, M et MV. De même, l'application d'un complément d'éclaircissage manuel n'a aucune influence mesurable sur le développement végétatif des arbres.

Facteur forme

En raison du rabattage des scions à la plantation, le V se développe plus lentement que le MF jusqu'en 4^e année. Par la suite, on observe une croissance plus rapide jusqu'en 7^e année (fig. 5). Cela confirme les résultats obtenus sur d'autres expérimentations, où à densité de plantation comparable, le V se montre par-

ticulièrement productif en raison d'une surface foliaire plus élevée et mieux exposée que les autres systèmes testés (Potel *et al.* 2005). La surface foliaire mesurée en 9^e année dans ce même verger indique une différence de 20% en faveur du V, ce qui confirme son potentiel supérieur au MF lorsqu'il atteint la phase de rendement maximum.

Production et qualité commerciale

Facteur éclaircissage

Pour les procédés mécanisés, la production est significativement plus faible pour H par rapport à M et MV. Ce rendement plus faible s'accompagne logiquement d'une meilleure qualité commerciale (% < 65 mm, % > 1/3 coloration), mais le gain en termes de production de 1^{er} choix n'est pas très important et le rendement par arbre reste significativement inférieur à celui de M et de MV.

Evolution de la production selon la forme

Globalement, sur toute la durée d'observation du verger, la production évolue en fonction du développement végétatif, avec une performance du V qui égale celle du MF à partir de la 4^e année. L'alternance de production du MF est bien visible à partir de la 5^e année (fig. 6). L'alternance du V, bien qu'inexistante à l'échelle du verger, est toutefois présente si on l'analyse à l'échelle de l'arbre, car elle est masquée par un effet de compensation analysé au chapitre régularité de production.

Entre la 5^e et la 7^e année, pour les deux formes, la production en nombre de fruits par arbre est sensiblement la même (tab. 3). La production par arbre est très légèrement supérieure pour le V, en raison d'un calibre des fruits significativement plus élevé. La qualité commerciale est également meilleure, en raison

Tableau 2 | Nombre moyen de bouquets floraux par arbre correspondant à l'estimation visuelle (note de 2 à 5) sur un échantillon de cinq individus par combinaison.

Note	5 ^e année		7 ^e année	
	V	MF	V	MF
2			128	72
3			229	250
4			331	427
5	462	495	432	605

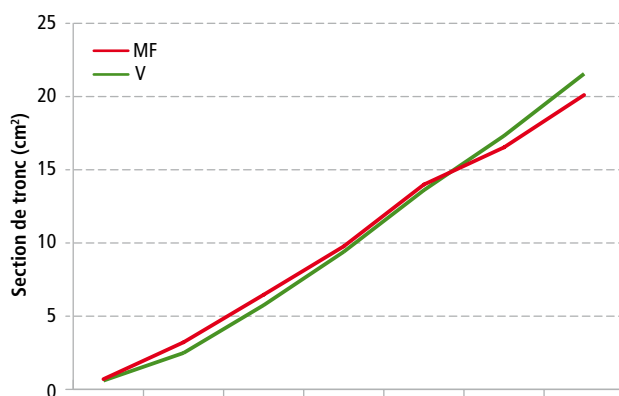


Figure 5 | Dynamique de croissance des deux formes MF et V depuis la plantation jusqu'en 7^e année.

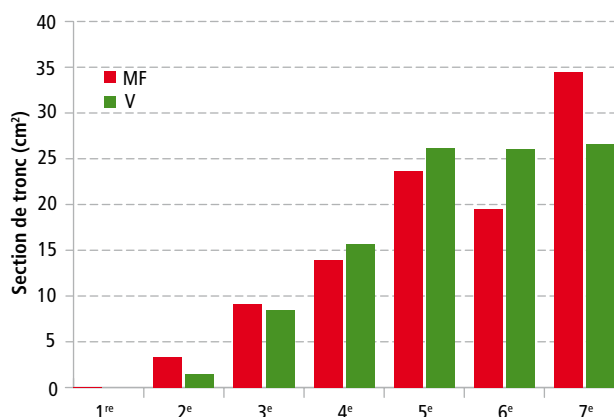


Figure 6 | Rendement en kg/arbre sur les sept années d'observation de l'essai.

d'un pourcentage de fruits < 65 mm plus bas et d'une meilleure coloration des fruits.

Alternance de production

Facteur éclaircissage

Procédés mécanisés

Une charge correcte se situe autour de 8–10 fruits/cm² en 5^e année et en moyenne à 8 et 6 fruits/cm² en 6^e et 7^e année respectivement. La figure 7 montre que la charge en fruits obtenue en 5^e année est globalement excessive et que les différents procédés n'ont pas permis de rétablir une régularité satisfaisante par la suite, surtout sur la forme MF. Le phénomène est en bonne partie masqué par la proportion élevée d'arbres alternant de manière non synchronisée. Au final, sur la moyenne des deux formes, les individus ne présentant pas une alternance de floraison susceptible d'affecter la production représentent respectivement 39%, 35% et 37% pour les procédés H, M et MV, soit des écarts non significatifs et une faible efficacité.

Au cours de ces dernières années, de nouveaux modèles de machines sont apparus sur le marché et les recommandations d'application ont été affinées. Certains producteurs utilisent l'éclaircissage mécanique en combinaison avec un programme similaire au procédé H décrit plus haut. Dans le cadre d'une production labellisée bio, l'institut de recherche de l'agriculture biologique (FiBL) recommande une ou deux applications d'Armicarb à 12–15 kg/ha selon les variétés et teste actuellement la bouillie sulfocalcique en complément de l'éclaircissage mécanique appliqué au stade BBCH 57 (Lebleu 2019). Globalement, on peut en conclure que le relatif manque d'efficacité des procédés M et MV s'explique par un passage de la Darwin

en début de floraison (BBCH 62-64, donc trop tardif) et l'utilisation de la vinasse, actuellement abandonnée faute d'une efficacité suffisante.

Eclaircissage manuel

L'éclaircissage manuel en complément d'une intervention chimique ou mécanique sur fleurs ou jeunes fruits est généralement considéré comme peu efficace pour régler le problème de l'alternance. Malgré un faible pourcentage d'arbres réguliers sur l'ensemble de l'essai, une régulation manuelle de la charge effectuée à la fin de juin a eu un effet significatif sur l'alternance, avec respectivement 44% et 30% d'arbres réguliers pour les arbres éclaircis et non éclaircis.

Facteur forme

La maîtrise de l'alternance de production est un gage de qualité, car elle assure une homogénéité des ré-

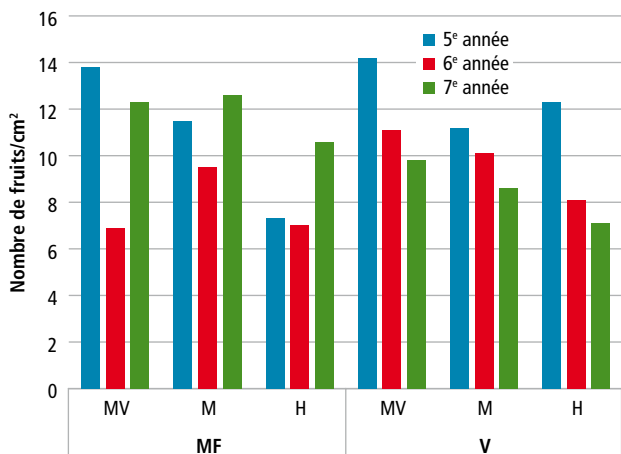


Figure 7 | Productivité en nombre de fruits/cm² de section de tronc pour les deux formes et les trois procédés mécanisés.

Tableau 3 | Production et qualité de la récolte en fonction de la forme de conduite, des différents procédés d'éclaircissage et de l'éclaircissage manuel entre la 5^e et la 7^e année. Les valeurs suivies de lettres différentes indiquent des différences significatives (Newman-Keuls, P>0,05)

Facteur	Procédés	Charge (nombre de fruits/ arbre)	Production totale (kg/arbre)	Qualité choix I (kg/arbre)	Calibre (g/fruit)	<65 mm		<1/3 coloration	
						(kg/arbre)	(%)	(kg/arbre)	(%)
Forme	MF	181 a	26,4 a	18,6 a	148 b	3,2 a	11	4,1 a	17
	V	175 a	26,8 a	20,5 a	154 a	2,0 b	7	3,6 a	13
Eclaircissage	H	146 b	21,9 b	16,4 b	152 a	1,9 b	10	1,9 b	14
	M	183 a	27,4 a	21,1 a	152 a	2,4 ab	8	2,3 b	12
	MV	206 a	30,2 a	21,1 a	149 a	3,4 a	10	5,3 a	18
Eclaircissage manuel	Avec	164 b	25,6 a	19,7 a	157 a	1,8 a	7	3,3 a	13
	Sans	191 a	27,6 a	19,3 a	145 b	3,4 b	11	4,4 a	17

coltes au niveau du calibre, de la coloration et de la maturité. Elle diminue ainsi le risque d'une mauvaise conservation en cas d'entreposage de longue durée et permet de limiter les frais de récolte supplémentaires dus à une maturité hétérogène à l'échelle du verger.

Dans la phase précédant la mise en œuvre des procédés d'éclaircissage, soit de la 2^e à la 4^e année, la technique de formation provoque une différence dans la rapidité de mise à fruits entre les deux formes. En 2^e année, la productivité du MF et du V est respectivement de 6 et 4 fruits/cm², soit une valeur proche de la surcharge pour le premier et relativement modérée pour la seconde (Monney et Evéquo 1998). Cela favorise un phénomène d'alternance plus marqué chez le MF que chez le V, qui se maintient jusqu'à la fin de l'essai. Les fluctuations sont bien visibles pour le premier (tab. 4), avec environ la moitié des arbres présentant une floraison excessive (note de 5) en 5^e et 7^e années et une floraison insuffisante (note < 3) en 6^e année. Malgré une conception du MF mieux adaptée au passage de la machine Darwin (fig. 3 et 4), les arbres que l'on peut qualifier de «non alternants» sur les trois années d'observation représentent 41% contre 32%, respectivement pour le MF et le V.

Conclusions

- Entre la 5^e et la 7^e année, le Mur fruitier (MF), constitué de deux axes portant des branches fruitières maintenues sur un plan de palissage, étroit démontre un potentiel de production comparable à celui du V (conçu en Drilling), qui est l'un des systèmes les plus performants à la densité de plantation de 1500 à 1800 arbres/ha.
- La formation sans rabattage du scion pour le MF induit une productivité élevée dans la phase d'entrée en production (2^e–3^e année), ce qui

Tableau 4 | Proportion des arbres présentant une charge en fleurs excessive (note 5) et une note d'intensité de floraison insuffisante (note < 3) au cours des trois années d'observation pour les deux formes MF et V.

Forme	% d'arbres avec note 5		
	5 ^e année	6 ^e année	7 ^e année
MF	45	17	53
V	19	38	45
% d'arbres avec note < 3			
MF	15	50	8
V	26	27	7

favorise l'alternance de production sur une bonne partie des arbres. Cette alternance a une incidence sur la qualité commerciale qui est significativement plus faible que chez le V.

- Sur les individus alternants, le MF atteint une densité de bouquets floraux supérieure à celle observée sur le V, ce qui peut contribuer à accentuer le phénomène d'alternance.
- Globalement, toutes formes confondues, les procédés d'éclaircissage mécanisés testés ici (M, MV, H) ne contribuent pas de manière significative à améliorer la régularité de production.
- Le complément d'éclaircissage manuel, très coûteux en main-d'œuvre, que l'on cherche à éviter dans le concept «tout mécanisable» du MF est le seul procédé qui montre un effet significatif sur l'alternance et la qualité commerciale des fruits.
- Actuellement, des essais sont en cours pour améliorer l'efficacité de l'éclaircissage mécanique avec, en complément, l'application d'autres substances que la vinasse jugée peu efficace. ■

Remerciements

L'auteur adresse ses remerciements à M. Noël Evéquo pour sa précieuse contribution dans le suivi de cet essai, ainsi que pour la mise à jour consciencieuse des bases de données.

Bibliographie

- Blaser C., Monney P., Evéquo N. & Amsler P., 1996. Analyse comparative des performances économiques de différents systèmes de verger. *Revue suisse Viticulture, Arboriculture, Horticulture* 28 (2): 117–128, 1996.
- Lebleu F. Eclaircissage des fleurs. BIOActualites.ch. www.bioactualites.ch/cultures/arboriculture-bio/technique-culturale/methodes-eclaircissage-fleurs.html [12.09.2019].
- Levêque O., 2016. Conduite du verger, moins de temps et d'intrants avec le Mur fruitier. L'arboriculture fruitière www.arboriculture-fruitiere.com/articles/technique-fruit/moins-de-temps-et-dintrants-avec-le-mur-fruitier [16.04.2020].
- Masseron A., 2002. Pommier, le Mur fruitier. Centre technique interprofessionnel des fruits et légumes. 114 p.
- Monney P. & Evéquo N., 1998. Conduite en différentes formes axiales de pommiers Golden Delicious sur porte-greffe M9. *Revue suisse Viticulture, Arboriculture, Horticulture* 30 (2), 85–89.
- Monney P., Blaser C., Widmer A. & Krebs C., 1993. Les systèmes de verger (2^e partie). *Revue suisse Viticulture, Arboriculture, Horticulture* 25 (3), 168–184.
- Potel A., Monney P., Sinoquet H., Sonohat G. & Lauri P.E. Digitalisation tridimensionnelle des arbres pour l'analyse de systèmes de vergers pour le pommier. *Revue suisse Viticulture, Arboriculture, Horticulture* 37 (6): 351–359, 2005.
- Roche L. & Codarin S. Conduite du pommier Axiom®, Mur fruitier. Les enjeux des formes étroites. *Infos CTIFL* 333, 41–49.

Summary ■ **Mechanical, chemical and manual thinning on apple trees trained to fruit wall and drilling orchard systems.**

Three thinning processes were compared for three consecutive years on the cultivar Gala, clone Royal: mechanical (M), mechanical reinforced by the application of vinasse (MV) and synthetic products (hormones, H). For the 3 processes, in order to measure the importance of their respective efficiency, an additional regulation of the load by manual thinning was applied at the end of June on half of the trees. These experimental procedures were tested on the apple cropping systems fruit wall, i.e. a narrow hedge that can be easily mechanized, and on a V-shaped training system (Drilling). The results showed that the different thinning processes M, MV and H did not differ significantly in yield, fruit quality and regularity of production. On the other hand, manual thinning contributes to a better commercial quality of the fruits and a decrease in production alternation. The V-system does not produce higher yields but was generally better in terms of quality with higher size and better coloring of the fruits, largely due to better production regularity.

Key-words: apple cropping system, fruit load control, fruit thinning, orchard mechanisation

Zusammenfassung ■ **Mechanische, chemische und manuelle Ausdünnung von als Fruchtwand und Drilling erzogenen Apfelbäumen.**

Drei Ausdünnungsverfahren von Apfelbäumen der Sorte Gala, Klon Royal, die als Fruchtwand und Drilling erzogen wurden, wurden in 3 aufeinanderfolgenden Jahren verglichen: mechanisch (M), mechanisch verstärkt durch die Anwendung von Vinasse (MV) und synthetische Produkte (Hormone, H). Bei den 3 Verfahren wurde, um die Effizienz der jeweiligen Verfahren besser zu beurteilen, Ende Juni noch eine zusätzliche manuelle Ausdünnung an der Hälfte der Bäume durchgeführt. Diese Versuchsvarianten wurden an zwei Erziehungssystemen getestet: an der Fruchtwand, d.h. eine schmale, leicht mechanisierbare Hecke, sowie an einem V-förmigen System, dem Drilling. Die Ergebnisse zeigten, dass sich die Ausdünnungsverfahren M, MV und H hinsichtlich Ertrag, Fruchtqualität und Alternanz der Produktion nicht wesentlich unterscheiden. Hingegen führte das manuelle Ausdünnen zu einer besseren kommerziellen Qualität der Früchte und zu einer Verringerung der Alternanz. Das V-System (Drilling) führte nicht zu höheren Erträgen, war aber im Allgemeinen qualitativ besser, mit grösseren Früchten und besserer Färbung der Früchte, was weitgehend auf eine höhere Regelmäßigkeit der Produktion zurückzuführen ist.

Riassunto ■ **Diradamento meccanico, chimico e manuale su melo condotto a parete fruttifera e Drilling.**

Per tre anni consecutivi si sono confrontati tre metodi di diradamento sulla varietà Gala, clone Royal: meccanico (M), meccanico rinforzato dall'applicazione di borlanda di barbabietola (MV) e prodotti di sintesi (ormoni, H). Allo scopo di misurare l'importanza della loro rispettiva efficacia, a fine giugno è stata applicata una regolazione aggiuntiva del carico mediante diradamento manuale su metà degli alberi. Queste varianti sperimentali sono testate su un sistema di potatura che permette di formare una parete fruttifera (PF), una siepe stretta, facilmente meccanizzabile, nonché su un sistema di allevamento a V (Drilling). I risultati hanno mostrato che i procedimenti di diradamento meccanizzati M, MV e H non differiscono significativamente per la resa, la qualità e la regolarità della produzione. D'altro canto, il diradamento manuale contribuisce a una migliore qualità commerciale dei frutti e a una riduzione dell'alternanza della produzione. Il sistema a V non produce rese più elevate, ma si rivela, globalmente, più performante in termini di qualità con un calibro più elevato e una colorazione superiore dei frutti, in gran parte grazie a una migliore regolarità della produzione.



Optisol

**L'engrais organique complet
élaboré sur la base de
+ fumier de volaille suisse**

Universel – l'engrais organique complet en granulés

stimule la vie microbienne du sol en améliorant durablement la fertilité. Destiné aux professionnels de la viticulture, de l'arboriculture, de la culture maraîchère et de l'horticulture, comme fumure de base. Issu d'une production de volaille durable et qui répond aux exigences de la culture biologique (FiBL).

www.optisol.ch



079 572 98 99 (deutsch)
079 457 31 14 (français)

Avantage de la levure 1895C

- + Utilisation économique (10 g/hl)
- + 100% fructophile
- + Seulement 1/3 de biomasse environ
- + Renforce l'arôme typique de chaque cépage
- + Très peu de formation de H₂S
- + Aucune formation de mousse

swiss-wineyeast.ch

Swiss Wineyeast GmbH | Seestrasse 867 | CH-8706 Meilen
+41 44 793 11 15 | info@swiss-wineyeast.ch | swiss-wineyeast.ch

1895C yeast

Selected from nature
Saccharomyces cerevisiae



ZORRO

LA MEILLEURE SOLUTION CONTRE LES CHENILLES

Plus rapide, plus puissant et plus persistant contre les carpocapses, cheimatobies et tordeuses de la pelure dans les fruits à pépins ainsi contre les psylles du poirier.



www.omya-agro.ch

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



Pépinières de vigne

BORIOLI 
pour une viticulture durable

Réservez maintenant les plants adaptés à vos projets!

- Cépages classiques
- Nouvelles variétés résistantes
- Plants bio (PIWI)
- Grand choix de porte-greffes
- Plants haute-tiges
- Plantation mécanisée

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

Effet du régime hydrique sur le comportement de la vigne et la qualité des vins de petite Arvine

Vivian ZUFFEREY¹, Thibaut VERDENAL¹, Agnes DIENES-NAGY¹, Sandrine BELCHER¹, Fabrice LORENZINI¹, Carole KOESTEL, Marie BLACKFORD¹, Gilles BOURDIN¹, Katia GINDRO¹, Jorge E. SPANGENBERG², Johannes RÖSTI³, Olivier VIRET⁴, Christoph CARLEN¹ et Jean-Laurent SPRING¹

¹Agroscope Changins, 1260 Nyon, Suisse

²Université de Lausanne, Institut des dynamiques de la surface terrestre (IDYST), 1015 Lausanne, Suisse

³Service de l'agriculture, station viticole de l'Etat, République et Canton de Neuchâtel, rue des Fontenettes 37, 2012 Auvernier, Suisse

⁴Service de l'agriculture et de la viticulture (SAVI), avenue de Marcelin 29, 1110 Morges, Suisse

Renseignements: Vivian Zufferey, e-mail: vivian.zufferey@agroscope.admin.ch



Essai d'irrigation mené au domaine expérimental d'Agroscope à Leytron sur Arvine.

Introduction

L'état hydrique de la vigne dépend de facteurs liés à la parcelle (nature du sol, réserve en eau, mésoclimat) et varie selon des facteurs génétiques (cépage/porte-greffe) et agronomiques (entretien du sol, densité de plantation, rapport feuille-fruit...). En fonction des conditions climatiques et des types de sols, la gestion des besoins en eau de la vigne peut varier considérablement. Dans un contexte général de changement climatique et d'économie des ressources naturelles, la

disponibilité en eau est un élément clé pour l'agriculture et la viticulture en particulier. Dans la grande majorité des pays viticoles, la vigne est irriguée par pompage de l'eau des nappes phréatiques, alors que, traditionnellement, cette culture était implantée dans des situations où l'irrigation reste une exception. Dans les vignobles en zones sèches, comme en Valais, l'irrigation a de tout temps été pratiquée grâce à la construction des bisces pour acheminer l'eau des torrents dans les vignobles. Les études menées sur la caractérisation des terroirs viticoles (van Leeuwen *et al.* 1994) ont

montré depuis longtemps l'influence prépondérante des conditions d'alimentation en eau de la vigne sur le comportement physiologique (photosynthèse, alimentation minérale, croissance) et la qualité des raisins et des vins. La grande capacité d'exploration racinaire de la vigne permet à celle-ci d'endurer des restrictions importantes en eau selon les terroirs. Néanmoins, un stress hydrique intense entraîne la diminution des échanges gazeux (photosynthèse et transpiration), provoque un arrêt précoce de la croissance végétative (Chaves *et al.* 2010) et peut causer des pertes de rendement considérables.

Il est connu que non seulement l'intensité de la sécheresse, mais également sa période d'apparition et sa durée influent sur la taille finale des baies, par conséquent sur le rendement, et sur leur composition (Deloire *et al.* 2004). Une contrainte hydrique progressive (dès la nouaison) et modérée conduit à un ralentissement et/ou un arrêt de la croissance végétative autour de la véraison qui favorise la production de raisins plus riches en sucres, en anthocyanes et en composés phénoliques et moins acides (van Leeuwen *et al.* 2009; Zufferey *et al.* 2017). Pour élaborer des vins blancs de grande qualité, il est par ailleurs reconnu que les vignes doivent être bien pourvues en éléments minéraux, et notamment en azote (Bell et Henschke, 2005): pour cette raison, elles ne devraient subir aucune restriction trop importante en eau, qui conduirait à une perte de l'expression aromatique et de la typicité des vins (Reynolds *et al.* 2010; Reynard *et al.* 2011; Verdenal *et al.* 2012).

L'Arvine est un cépage très apprécié pour la typicité de ses vins aux arômes complexes, fruités et floraux (Spring *et al.* 2014). Cette typicité aromatique provient des composés soufrés de la famille des thiols, principalement le 3-mercapto-hexanol (Fretz *et al.* 2005), dont les arômes évoquent le pamplemousse, le citron, la rhubarbe et les fruits exotiques. Ces arômes sont liés dans le moût au glutathion et à la cystéine (P-3MH) et libérés sous forme volatile durant la fermentation alcoolique (Tominaga *et al.* 2000).

Pour étudier l'influence de l'alimentation en eau sur le comportement agronomique de la vigne et la qualité des raisins et des vins de Petite Arvine, un essai d'irrigation permettant de créer différents régimes hydriques de la vigne en cours de saison a été mis en place au domaine expérimental d'Agroscope à Leytron (Valais). Les effets de l'alimentation en eau sur les échanges gazeux du feuillage, la vigueur des rameaux, les composantes du rendement et la qualité des raisins et des vins ont été analysés et les résultats présentés dans cet article.

Résumé ■ Un essai d'irrigation a été mené de 2009 à 2016 au domaine expérimental d'Agroscope à Leytron, afin d'étudier l'effet du régime hydrique de la vigne sur le comportement physiologique (échanges gazeux, vigueur), agronomique (composantes du rendement, composition des raisins) et la qualité des vins de Petite Arvine. La restriction en eau observée dans les vignes non irriguées a provoqué une vigueur plus faible des rameaux. Le rendement et ses composantes (fertilité des bourgeons, poids des baies et des grappes) n'ont pas été fortement impactés par l'état hydrique des souches. La concentration en azote des moûts a par contre diminué avec l'accroissement du stress hydrique. La teneur en sucres et en précurseur aromatique (3-mercapto-hexanol, P-3MH) n'a pas été influencée par le régime hydrique de la vigne. Les vins issus de vignes ayant souffert d'une forte restriction en eau et en azote assimilable (vignes non irriguées lors des millésimes chauds et secs) ont présenté une typicité et une expression aromatique plus faibles au bouquet et une amertume plus élevée en bouche que les vins provenant de vignes bien pourvues en eau et en azote. De manière générale, l'appréciation sensorielle des vins a été meilleure pour les vins de Petite Arvine issus de vignes bien alimentées en eau et en azote durant la saison.

Matériel et méthodes

Dispositif expérimental

L'expérimentation a été menée de 2009 à 2016 sur le domaine expérimental d'Agroscope à Leytron, dans le Valais central. Le sol est très caillouteux et perméable, avec une réserve utile en eau (RU) estimée à environ 150 mm. Les précipitations annuelles moyennes s'élèvent à près de 600 mm (tab. 1). L'essai a été planté avec le cépage Arvine, greffé sur 5BB, en 1995. La vigne est conduite en mi-haute, avec une taille Guyot simple (180x100 cm) en maintenant six rameaux par souche. Trois variantes ont été mises en place.

La première variante a été irriguée au goutte-à-goutte de la floraison à la véraison (en général du

15 juin au 15 août). L'irrigation permet de compenser environ 30% de l'évapotranspiration moyenne, calculée à partir d'une moyenne de vingt ans de la Station météorologique de Sion aérodrome (MétéoSuisse). L'apport d'eau, effectué de façon hebdomadaire, s'est élevé à 9l/m²/semaine (16l/souche) sur une durée de neuf semaines, soit 81l/m² de sol ou 145l/souche. La deuxième variante n'a pas été irriguée. Enfin, la troisième variante n'a pas été irriguée, et une bâche imperméable et non réfléchissante a été posée au sol afin d'éliminer les eaux de pluie de la fin d'avril jusqu'aux vendanges, et de créer un stress hydrique important si possible. L'essai a été implanté en split-plot avec quatre répétitions par variante et mode d'irrigation. La récolte a été limitée, en visant une production d'environ 1,0kg/m² avec une suppression de cinq grappes par cep au stade petit pois.

Régime hydrique de la vigne et échanges gazeux du feuillage

L'état hydrique de la vigne a été déterminé au moyen d'indicateurs physiologiques que sont le potentiel hydrique foliaire de base, le potentiel hydrique de tige et la composition isotopique du carbone dans les sucres du moût à la vendange. Le potentiel hydrique de base (ψ_{base}) a été mesuré en fin de nuit, à l'obscurité complète, avec une chambre à pression de marque PMS Instrument and Co., modèle 1002 (Scholander *et al.* 1965). Le potentiel hydrique de tige (ψ_{tige}) a été déterminé en cours d'après-midi sur des feuilles ensachées préala-

blement (une heure avant la mesure) avec de l'aluminium pour diminuer fortement leur transpiration. Les mesures de potentiel hydrique de base et de tige ont été faites sur des feuilles adultes, non sénescentes, situées dans la zone médiane du rameau. La composition isotopique du carbone ($\delta^{13}\text{C}$ ou rapport entre le ^{13}C et le ^{12}C) a été analysée sur des échantillons de moût prélevés au foulage à la vendange, selon la méthodologie d'Avicé *et al.* (1996).

La mesure des échanges gazeux des feuilles (photosynthèse A et transpiration E) et de la conductance stomatique (gs), qui représente le degré d'ouverture des stomates, a été réalisée au moyen d'un analyseur à infrarouge LI-6400, LI-COR Inc., Lincoln, NE, Etats-Unis: elle a été effectuée sur des feuilles adultes et ensoleillées de rameaux principaux (éclairage saturant > 1800 $\mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$), de juin à la mi-octobre.

Des compléments d'information concernant l'étude du régime en eau de la vigne et les échanges gazeux sont disponibles dans la publication de Zufferey *et al.* (2017).

Observations viticoles et vinifications

La fertilité des rameaux (nombre d'inflorescences par rameau) et le poids des baies et des grappes à la vendange ont été déterminés pour chaque variante d'irrigation. L'analyse des taux de N, P, K, Ca et Mg des feuilles situées dans la zone des grappes à la véraison (diagnostic foliaire) a été effectuée. L'indice chlorophyllien a été évalué par la mesure du N-tester (Yara,

Tableau 1 | Précipitations mensuelles et annuelles (mm) sur le site expérimental de Leytron (Suisse) durant les huit années d'étude en comparaison avec les moyennes à long terme (1981–2010).

	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	Long terme
Janvier	109	11	22	57	21	42	55	110	51
Février	28	29	7	0	59	79	11	104	47
Mars	23	27	14	5	29	5	63	19	42
Avril	37	8	5	51	45	29	12	38	35
Mai	25	120	43	52	83	34	123	76	49
Juin	40	15	40	37	24	17	34	45	54
Juillet	87	73	69	51	52	106	35	46	58
Août	16	45	22	65	30	87	78	27	57
Septembre	18	22	42	52	45	15	14	14	44
Octobre	11	14	34	39	67	30	29	32	52
Novembre	68	36	2	53	95	44	42	75	52
Décembre	108	70	168	152	17	42	4	0	64
Année	570	470	468	614	567	530	500	586	603

Nanterre, France) sur des feuilles adultes au-dessus de la zone des grappes à la véraison. En hiver, les bois de taille par souche (dix souches par répétition) ont été pesés. A la vendange, les paramètres suivants ont également été examinés: le rendement, la teneur en sucres (% Brix), les taux d'acidité totale, d'acides tartrique et malique, le pH et la teneur en azote assimilable des moûts (indice de formol), selon la méthode proposée par Aerny (1996).

Chaque variante d'irrigation a fait l'objet d'une vinification durant la période 2009–2016. Les vins ont été vinifiés de manière standard avec foulage, égrappage et sulfitage (50 mg/l) de la vendange. Les vins ont subi une fermentation malolactique avant d'être stabilisés chimiquement et physiquement. Les vins ont été dégustés chaque année par un panel de douze dégustateurs d'Agroscope. L'analyse sensorielle de nombreux descripteurs (liés au bouquet et à la qualité des vins en bouche) s'est réalisée selon une échelle de notation allant de 1 (faible, mauvais) à 7 (élevé, excellent).

Résultats et discussion

Caractérisation du régime hydrique de la vigne

La mesure du potentiel hydrique foliaire de base (ψ_{base}), réalisée à l'obscurité et de nuit, renseigne sur la disponibilité en eau du sol pour la plante au moment où la transpiration du feuillage est au plus bas. Des valeurs seuils ont été établies pour caractériser la contrainte hydrique (Van Leeuwen *et al.* 2009) chez différents cé-

pages dont le Chasselas (Zufferey *et al.* 2019). Si les valeurs du ψ_{base} sont supérieures à -0,15 MPa, on estime que la contrainte hydrique est nulle. Des valeurs situées entre -0,15 et -0,3 MPa signalent une contrainte faible. De -0,3 à -0,5 MPa, la contrainte devient modérée, et pour des valeurs inférieures à -0,5 MPa, la contrainte est considérée comme forte.

La mesure du potentiel hydrique du feuillage peut être également effectuée au cours de la journée sur des feuilles ensachées (potentiel hydrique de tige) ou non (potentiel hydrique foliaire): selon la technique utilisée et le moment de la journée, des seuils d'interprétation de l'état hydrique de la vigne ont été proposés (Zufferey *et al.* 2019).

Les différentes variantes d'irrigation testées au domaine expérimental d'Agroscope de Leytron ont provoqué des régimes hydriques de la vigne très contrastés selon les millésimes (fig. 1). L'irrigation, réalisée de la floraison à la véraison au goutte-à-goutte, a permis de maintenir un régime hydrique non limitant tout au long de la saison, avec des valeurs du ψ_{base} généralement supérieures à -0,3 MPa. L'absence d'irrigation a entraîné une contrainte hydrique modérée de la vigne, qui s'est déclenchée dans la majorité des années autour de la véraison et s'est poursuivie jusqu'à la récolte selon les précipitations estivales. Durant les millésimes chauds et secs en 2009, 2011, 2015 et 2016 (tab. 2), la contrainte hydrique est devenue forte dans les vignes non irriguées et bâchées au sol avec les valeurs du ψ_{base} inférieures à -0,5 MPa (fig. 1). Dans cette situation, le

Tableau 2 | Températures moyennes mensuelles et annuelles (°C) sur le site expérimental de Leytron (Suisse) durant les huit années d'étude en comparaison avec les moyennes à long terme (1981–2010).

	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	Long terme
Janvier	-2,7	-1,5	0,2	1,5	1,0	2,6	1,4	2,2	-0,1
Février	1,0	1,5	2,9	-1,7	0,0	4,2	1,3	4,4	1,8
Mars	5,9	6,1	7,9	9,1	5,2	8,4	7,9	6,6	6,5
Avril	12,4	11,8	14,2	10,9	10,9	12,8	12,2	11,3	10,4
Mai	16,4	14,0	17,0	16,1	12,5	15,6	15,6	14,7	14,9
Juin	18,4	18,9	18,8	20,0	18,1	20,1	20,6	18,7	18,1
Juillet	20,5	21,8	18,6	20,3	21,6	19,3	24,0	21,5	20,1
Août	21,6	18,5	21,0	21,3	20,2	18,4	20,9	21,0	19,2
Septembre	16,8	14,8	17,8	15,8	16,3	16,9	14,9	18,4	15,2
Octobre	10,3	10,3	10,4	11,5	12,7	13,0	10,5	10,1	10,3
Novembre	6,7	5,5	5,2	6,4	3,8	8,1	5,9	5,8	4,3
Décembre	1,0	-0,6	1,9	0,6	0,4	2,7	2,2	-0,7	0,6
Année	10,7	10,1	11,3	11,0	10,1	11,7	11,5	11,2	10,1

fort stress hydrique associé à des températures très élevées du feuillage (>40°C), notamment en 2009 et 2011, ont causé le jaunissement des feuilles de la base des rameaux et leur chute en cours d'été. La pose d'une bâche imperméable au sol a permis d'obtenir un stress hydrique sévère et d'étudier ainsi la réponse physiologique et agronomique de l'Arvine à la sécheresse.

L'appréciation du statut hydrique de la vigne en fonction du niveau d'irrigation a été complétée par des analyses de la composition isotopique du carbone ($\delta^{13}\text{C}$ ou rapport $^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$) sur les sucres des raisins à la vendange (résultats non présentés). En cas de sécheresse, les stomates se ferment progressivement et exercent une discrimination plus intense entre les isotopes de carbone (^{12}C et ^{13}C) qui sont absorbés par les feuilles lors de la photosynthèse: on observe dans ce cas un enrichissement de l'isotope ^{13}C dans les sucres des moûts. La composition isotopique $\delta^{13}\text{C}$ constitue un bon indicateur de la contrainte hydrique subie par la vigne durant la période d'accumulation des sucres dans les baies (Gaudillère *et al.* 2002) et a souvent été utilisée pour la caractérisation des terroirs viticoles (Zufferey *et al.* 2017).

Echanges gazeux du feuillage

La croissance et les échanges gazeux (photosynthèse et transpiration) du feuillage sont largement dépendants de l'alimentation en eau de la vigne. L'augmentation de la contrainte hydrique, observée dans les variantes non irriguées en cours de saison et bâchées au sol, conduit à la fermeture progressive des stomates (diminution de la conductance stomatique g_s), réduisant par conséquent la photosynthèse et la transpiration des feuilles (fig. 2). La diminution des échanges gazeux est déjà perceptible pour des valeurs de potentiel hydrique de base inférieures à -0,3 MPa, et de potentiel hydrique de tige à -1,1 MPa. Ces observations correspondent à diverses études précédentes, effectuées sur les cépages Pinot noir (Spring et Zufferey, 2009; Zufferey *et al.* 2017) et Chasselas (Zufferey *et al.* 2018). La photosynthèse nette a été diminuée de 30 à 50% dès la fin de juillet (n° de jour 210) chez les vignes souffrant d'une restriction en eau par rapport aux vignes irriguées, de même que la transpiration foliaire. La réponse de la vigne à la sécheresse s'effectue à court terme à travers la fermeture progressive des stomates, mais aussi par des mécanismes de résistance hydraulique au flux

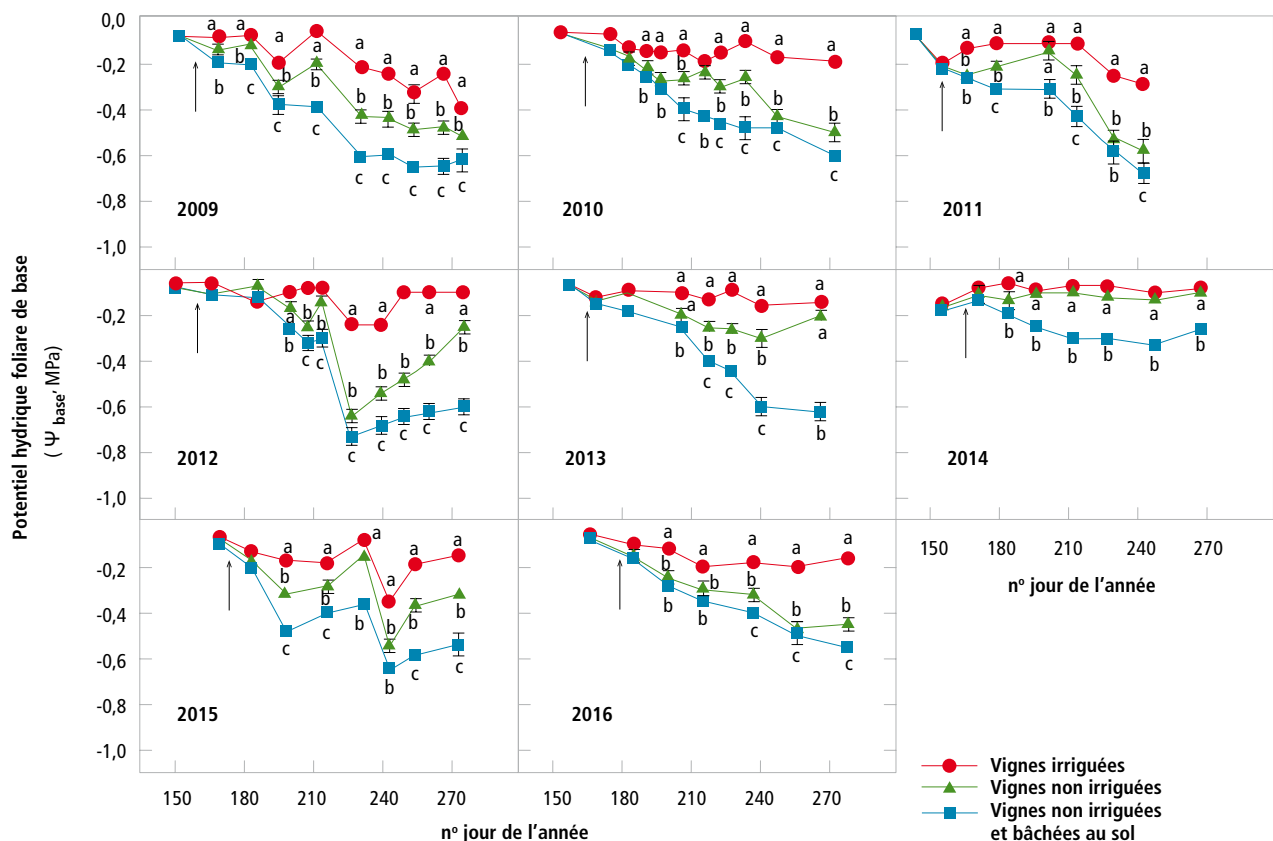


Figure 1 | Evolution saisonnière du potentiel hydrique de base (ψ_{base}) pour différentes variantes d'irrigation. Les flèches indiquent le début de l'irrigation. Les lettres différentes signalent une différence statistique à 5% de probabilité. Arvine, Leytron (Suisse), 2009–2016.

d'eau à travers la plante, de la racine jusqu'aux feuilles, et par le rapport entre le développement racinaire et foliaire entre autres. Le contrôle stomatique des échanges gazeux constitue un mécanisme d'adaptation précoce à la restriction en eau subie par la plante afin d'éviter des accidents physiologiques comme l'embolie des vaisseaux (Lovisolo *et al.* 2008).

Alimentation minérale et vigueur de la vigne

L'accroissement du déficit hydrique dans les variantes non irriguées a provoqué une légère baisse de la teneur en éléments nutritifs des feuilles (N, P, K, Ca) à la véraison (tab. 3), à l'inverse de la teneur en magnésium des feuilles, qui a augmenté. Ces résultats confirment ceux obtenus avec d'autres cépages dans les mêmes conditions d'étude (Zufferey *et al.* 2017, 2018). L'indice chlorophyllien du feuillage (N-tester), mesuré à la véraison, a légèrement diminué avec l'accroissement de

la contrainte hydrique. La teneur en azote assimilable des raisins à la vendange a été plus faible dans les vignes non irriguées et bâchées au sol ayant souffert d'une forte restriction en eau en comparaison des vignes irriguées. Une corrélation a été mise en évidence entre le régime hydrique de la vigne (potentiel hydrique moyen mesuré durant la période véraison-récolte) et l'azote assimilable des moûts à la vendange (fig. 3). Nos résultats corroborent les observations de divers auteurs (Reynard *et al.* 2011; Spring et Zufferey 2011; Spring *et al.* 2012) montrant l'effet dépressif d'un déficit hydrique (d'origine climatique ou pédologique) durant la période estivale sur la teneur en azote du feuillage et des baies. Par ailleurs, Verdenal *et al.* (2012) ont également mentionné que l'alimentation hydrique et azotée était un marqueur de l'effet terroir en relation avec la qualité des vins de Petite Arvine dans les conditions pédoclimatiques du Valais.

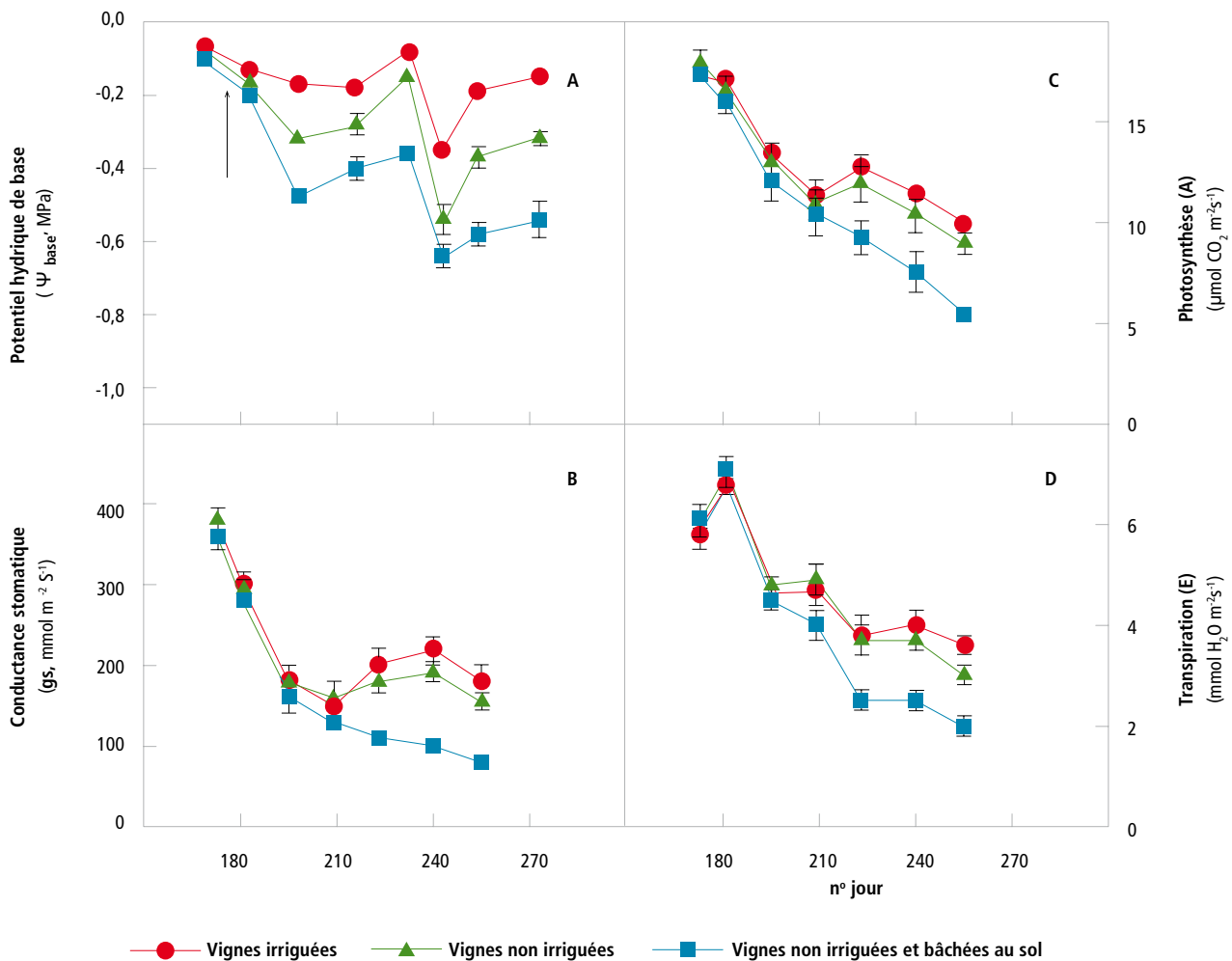


Figure 2 | Evolution saisonnière du potentiel hydrique de base (ψ_{PD} , A), de la conductance stomatique (B), de la photosynthèse (C) et de la transpiration (D) pour différentes variantes d'irrigation. Arvine, Leytron (Suisse), 2015.

L'absorption des nutriments dissous dans le sol dépend en grande partie du flux hydrique à travers la plante (Keller, 2015), c'est-à-dire de la transpiration du feuillage. L'assèchement du sol associé à des températures élevées durant la période estivale peut nuire à la minéralisation des nutriments (surtout l'azote), avec une diminution de l'activité microbienne (Celette *et al.* 2009), et à leur absorption dans le courant transpiratoire de la plante.

Les vignes ayant subi une contrainte hydrique modérée à forte année après année ont montré une vigueur plus faible des rameaux (-20% environ des poids de bois de taille en moyenne des huit années d'étude)

que les vignes irriguées sans stress hydrique (tab. 4). Les conditions estivales sèches en 2009, 2011, 2015 et 2016 ont entraîné une réduction de la surface foliaire par chute des feuilles de la zone basale des rameaux pouvant atteindre jusqu'à 30% dans les vignes non irriguées et bâchées au sol, en comparaison des vignes irriguées. L'arrêt de la croissance végétative (notamment des rameaux secondaires) et la chute des feuilles limitent la transpiration globale de la plante tout en réduisant l'assèchement du sol: ces phénomènes participent au maintien d'un ψ_{base} stable en fin de saison, comme ce fut le cas dans notre étude.

Croissance et composition des baies

La restriction progressive en eau, observée à partir de la véraison et jusqu'à la récolte dans les vignes non irriguées, n'a pas entraîné de diminution significative de la fertilité des bourgeons et du poids des grappes, en comparaison des vignes bien alimentées en eau (tab. 5). Seul le poids des baies a été significativement plus faible dans les vignes ayant subi un manque d'eau important en cours de saison. Le rendement n'a par conséquent pas été trop affecté par le déficit hydrique survenu durant la maturation du raisin, à l'exception des millésimes très secs (2009, 2011, 2015 et 2016), durant lesquels les vignes non irriguées ont présenté des rendements un peu plus faibles (jusqu'à 15%) que les vignes irriguées (résultats non présentés). Il faut noter qu'une suppression de cinq grappes par cep a été effectuée chaque année en juillet (stade «petit pois» des baies) dans notre essai.

Le tableau 6 présente les caractéristiques des moûts à la vendange, comme la teneur en sucres, en acidité totale, tartrique et malique, le pH et les valeurs en glycosyl-glucose (G-G) et en précurseur aromatique (3-mercaptop-hexanol, P-3MH). Le régime hydrique de la vigne n'a pas exercé d'influence marquée sur la teneur en sucres, ni sur le pH des moûts.

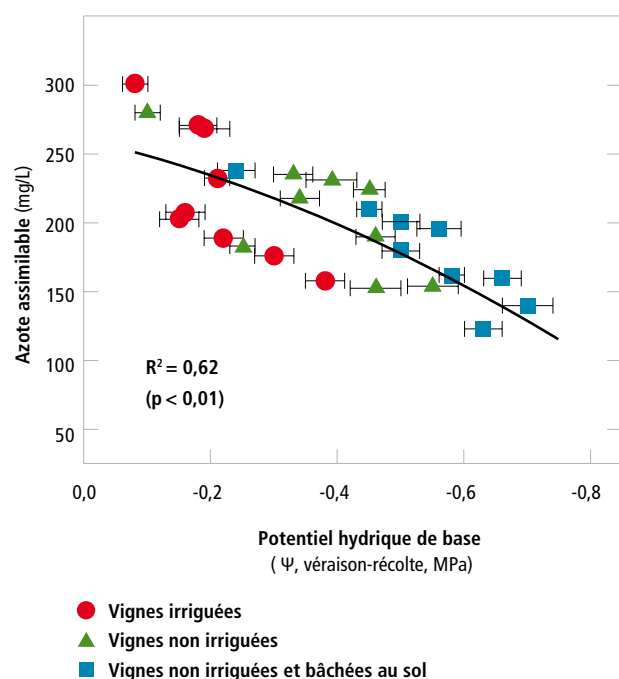


Figure 3 | Relation entre le potentiel hydrique de base (moyenne des mesures entre la véraison et la récolte) et la teneur en azote assimilable dans les moûts à la vendange pour différentes variantes d'irrigation. Arvine, Leytron (Suisse), 2009–2016.

Tableau 3 | Alimentation minérale de la vigne: diagnostic foliaire (% M.S.), teneur en N, P, K, Ca et Mg des feuilles à la véraison. Indice chlorophyllien du feuillage (N-tester) et azote assimilable du moût à la vendange. Les lettres différentes indiquent une différence significative à 5% de probabilité. Moyennes 2009–2016, Arvine, Leytron (Suisse).

	Diagnostic foliaire (% M.S.)					N-tester	Azote assimilable (mg N/l)
	N	P	K	Ca	Mg		
Vignes irriguées	2,58a	0,26a	1,04a	4,29a	0,29a	524a	231a
Vignes non irriguées	2,46a	0,25a	0,97ab	4,14a	0,33b	509a	215ab
Vignes non irriguées et bâchées au sol	2,35a	0,22a	0,84b	4,10a	0,36b	483a	189b

La teneur en acide malique et en acidité totale des moûts a été inférieure chez les vignes ayant subi une contrainte hydrique modérée à forte (vignes non irriguées), en comparaison des vignes bien alimentées en eau (avec irrigation). Le stress hydrique observé dans les vignes non irriguées et bâchées au sol a entraîné le jaunissement, puis la chute des feuilles de la zone basale des rameaux lors des millésimes chauds et secs (2009, 2011 et 2015): le microclimat de la zone des grappes a été par conséquent modifié, provoquant une augmentation de l'exposition des grappes à la lumière directe et probablement une élévation de la température des baies. Ces conditions ont ainsi pu entraîner la dégradation de l'acide malique des baies et une diminution de l'acidité totale des moûts (Ruf-

ner, 1982a, b). L'acide tartrique a par contre augmenté avec l'accroissement de la contrainte hydrique.

Le potentiel aromatique de l'Arvine a été évalué par l'analyse globale des composés glycosylés (méthode G-G) et la quantification directe du précurseur 3-mercaptop-hexanol (P-3MH) dans les moûts. Les valeurs de G-G ont été plus élevées dans les vignes non irriguées avec une contrainte hydrique modérée à forte en comparaison des vignes irriguées sans stress. Des résultats identiques avaient été obtenus par Dienes-Nagy *et al.* (2016) dans une étude comparant divers cépages et plusieurs millésimes aux conditions climatiques variées: lors de millésimes chauds et secs, la teneur en G-G des moûts avait été plus élevée que lors de millésimes pluvieux et frais. La concentration en

Tableau 4 | Poids des bois de taille (g/cep) par année et sur la moyenne 2009–2016. Les lettres différentes indiquent une différence significative à 5% de probabilité. Arvine, Leytron (Suisse).

	Poids des bois de taille (g/cep)								Moyenne 2009-2016
	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	
Vignes irriguées	643a	650a	640a	696a	644a	626a	540a	479a	615a
Vignes non irriguées	555b	630a	574b	647a	638a	585a	546a	489a	579a
Vignes non irriguées et bâchées au sol	503b	590a	407c	566b	490b	453b	506a	474a	500b

Tableau 5 | Composantes du rendement: fertilité des bourgeons (nombre de grappes par bois), dégrappage par cep, poids des baies et des grappes à la vendange et rendement par mètre carré de sol. Les lettres différentes indiquent une différence significative à 5% de probabilité. Moyennes 2009–2016, Arvine, Leytron (Suisse).

	Fertilité des bourgeons (grappes/bois)	Dégrappage (-x grappes par cep)	Poids des baies (g)	Poids des grappes (g)	Rendement (kg/m ²)
Vignes irriguées	1,8a	-5a	1,3a	240a	0,93a
Vignes non irriguées	1,8a	-5a	1,2a	225a	0,91a
Vignes non irriguées et bâchées au sol	1,8a	-5a	1,0b	208a	0,86a

Tableau 6 | Caractéristiques de la vendange: teneur en sucres, pH, acidité des moûts (acidité totale, tartrique et malique), glycosyl-glucose (G-G) et en précurseur aromatique (P-3MH) dans le moût. Les lettres différentes indiquent une différence significative à 5% de probabilité. Moyennes 2009–2016, Arvine, Leytron (Suisse).

	Sucres (°Oe)	pH	Acidité totale (g/L)	Acide tartrique (g/L)	Acide malique (g/L)	G-G (mg/L)	P-3MH (µg/L)
Vignes irriguées	101a	3,07a	10,9a	8,1a	4,8a	41a	48a
Vignes non irriguées	100a	3,06a	10,4b	8,3a	4,0ab	44ab	47a
Vignes non irriguées et bâchées au sol	99a	3,04a	9,7b	8,7b	2,9b	48b	48a

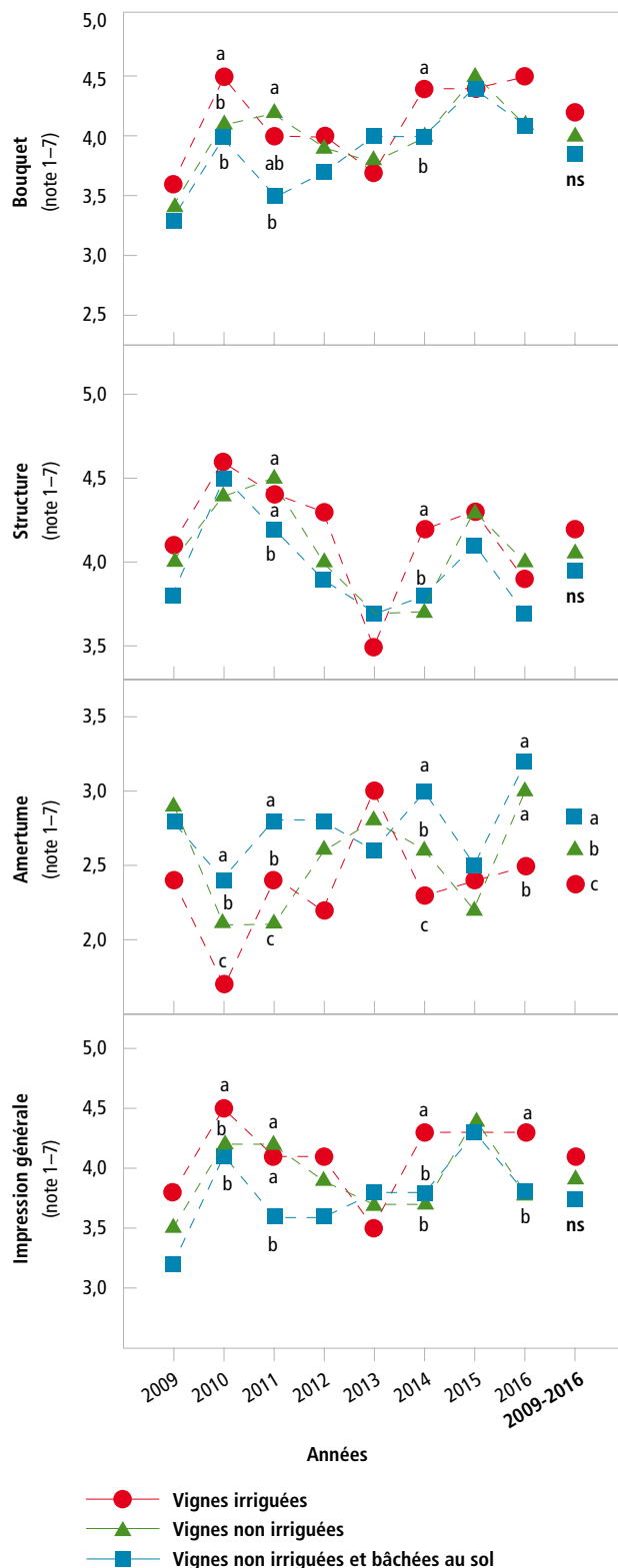


Figure 4 | Appréciation organoleptique de la qualité des vins en fonction de différents descripteurs: le bouquet, la structure, l’amertume et l’impression générale pour différentes variantes d’irrigation. Notation de 1 = faible, mauvais à 7 = élevé, excellent. Arvine, Leytron (Suisse), 2009–2016.

P-3MH des moûts, observée selon le régime hydrique de la vigne, n’a par contre pas montré de différence significative entre les vignes irriguées et non irriguées. Par ailleurs, la quantité de P-3MH en moût peut être influencée par la présence de *Botrytis cinerea* sur raisins (Thibon *et al.* 2011; Spring *et al.* 2014), ce champignon provoquant une surproduction du P-3MH dans ce cas. Durant la période de notre étude, la présence de *Botrytis cinerea* a été inexistante quels que soient l’année ou le régime hydrique imposé à la vigne.

Qualité des vins

La figure 4 illustre les résultats des dégustations réalisées par le panel de dégustateurs d’Agroscope sur quatre descripteurs clé: le bouquet, la structure des vins, l’amertume et l’appréciation générale des vins.

La qualité du bouquet (typicité et finesse des arômes) a été jugée un peu moins intéressante dans les vins dont les raisins sont issus de vignes non irriguées et ayant subi un stress hydrique fort, notamment en 2010 et 2011, en comparaison des vignes bien alimentées en eau (vignes irriguées). Sur l’ensemble des années, les différences ne sont toutefois pas toujours significatives. L’alimentation azotée des moûts quelque peu déficitaire (concentration en azote assimilable dans le moût, inférieure à 200mg/l, Spring et Lorenzini, 2006) observée dans les vignes souffrant d’un stress hydrique a certainement joué un rôle dans l’appréciation du bouquet, mais aussi sur la perception de l’amertume et de l’astringence des vins en bouche. En effet, les vins issus de vignes stressées en eau et en azote disponible (vignes non irriguées et bâchées au sol) ont été marqués par des notes importantes d’amertume en comparaison de vins provenant de vignes bien alimentées en eau et en azote (vignes irriguées). Ces résultats corroborent les conclusions émises par Verdenal *et al.* (2012) concernant l’importance des conditions d’alimentation en eau et en azote des vignes d’Arvine et leur impact sur la qualité des vins issus de divers terroirs. Dans notre étude, l’appréciation globale des vins (note hédonique) a été jugée supérieure dans les vins issus de vignes irriguées et bien pourvues en azote assimilable, en comparaison de vignes avec une forte restriction en eau et moins bien pourvues en azote assimilable, notamment lors des millésimes chauds et secs comme 2009, 2010 et 2011. Les études menées par Spring *et al.* (2014) sur les effets de l’alimentation azotée et la typicité des vins d’Arvine ont montré qu’une teneur en azote assimilable dans les moûts, inférieure à 180–200mg/l, provoquait la diminution de la concentration en précurseurs aromatiques dans les moûts

(P-3MH) et en arômes dans les vins. Dans notre étude, la teneur en azote assimilable est restée en moyenne des années supérieures à 180 mg/l, également dans les vignes non irriguées et bâchées au sol: ainsi, la teneur en P-3MH a été globalement équivalente dans les moûts de vignes irriguées et non irriguées.

L'absence de contrainte hydrique tend généralement à favoriser le développement des composés aromatiques chez les cépages blancs (Reynold *et al.* 2010) grâce à une bonne alimentation azotée des moûts qui exhausse la typicité et la qualité des vins blancs (Tominaga *et al.* 2000; Peyrot des Gachons *et al.* 2005; Reynard *et al.* 2011).

Conclusions

- L'essai d'irrigation conduit avec le cépage Arvine dans les conditions relativement sèches du Valais central à Leytron a montré qu'une contrainte hydrique faible durant la saison permettait d'obtenir des moûts plus riches en azote assimilable que lorsque la contrainte hydrique devenait modérée à forte.
- Les vins issus de vignes marquées par le stress hydrique et carencées en azote assimilable dans les moûts ont présenté des bouquets moins typés et moins expressifs, ainsi que des notes importantes d'amertume et d'astringence en bouche, en comparaison des vins issus de vignes bien alimentées en eau et azote.
- Les composantes du rendement (fertilité des bourgeons, poids des baies et des grappes) n'ont pas été influencées par la restriction modérée en eau.
- Avec un stress hydrique sévère, les échanges gazeux du feuillage et la teneur en azote des feuilles et des raisins ont diminué. Le jaunissement du feuillage, puis la chute des feuilles dans la zone des grappes ont été la manifestation d'un stress hydrique important.
- La mesure des potentiels hydriques de nuit et de tige ainsi que la composition isotopique du carbone (^{13}C) des sucres du moût ont permis de bien caractériser l'alimentation en eau de la vigne durant la saison. ■

Remerciements

Les équipes de viticulture, d'œnologie et d'analyse des vins à Agroscope sont chaleureusement remerciées pour leur excellent travail et leur précieuse collaboration.

Bibliographie

- Aerny J., 1996. Composés azotés des moûts et des vins. *Revue suisse Viticulture, Arboriculture, Horticulture* **28**, 3, 161-165.
- Avice J., Ourry A., Lemaire G. & Boucaud J., 1996. Nitrogen and carbon flows estimated by ^{15}N and ^{13}C pulse-chase labeling regrowth of alfalfa. *Plant Physiol.* **112**, 281-290.
- Bell S.-J. & Henschke P.A., 2005. Implications of nitrogen nutrition for grapes, fermentation and wine. *Austr. J. Grape Wine Res.* **11**, 242-295.
- Chaves M.M., Zarrouk O., Francisco R., Costa J.M., Santos T., Regalado A.P., Rodrigues M.L. & Lopes C.M., 2010. Grapevine under deficit irrigation: hints from physiological and molecular data. *Ann. Bot.* **105** 661-676.
- Celette F., Findeling A. & Gary C., 2009. Competition for nitrogen in an unfertilized intercropping system: the case of an association of grapevine and grass cover in a Mediterranean climate. *Eur. J. Agron.* **30**, 41-51.
- Deloire A., Carbonneau A., Wang Z. & Ojeda H., 2004. Vine and water, a short review. *J. Int. Sci. Vigne Vin* **38**, 1-13.
- Dienes-Nagy A., Nardone D., Cléroux M., Riesen R., Frey U. & Lorenzini F., 2016. Méthodes analytiques de mesure du potentiel aromatique des raisins. *Revue suisse Viticulture, Arboriculture, Horticulture* **48** (2), 102-109.
- Fretz C.B., Luisier J.-L., Tominaga T. & Amado R., 2005. 3-Mercaptohexanol: An Aroma Impact Compound of Petite Arvine Wine. *Am. J. Enol. Vitic.* **56** (4), 407-410.
- Gaudillère J.-P., van Leeuwen C. & Ollat N., 2002. Carbon isotope composition of sugars in grapevine, an integrated indicator of vineyard water status. *J. Exp. Bot.* **53**, 757-763.
- Keller M., 2015. *The Science of Grapevines. Anatomy and Physiology*. Second Edition, Academic Press, Elsevier, San Diego, CA.
- Lovisolo C., Perrone I., Hartung W. & Schubert A., 2008. An abscisic acid-related reduced transpiration promotes gradual embolism repair when grapevines are rehydrated after drought. *New Phytologist* **180**, 642-651.
- Peyrot des Gachons C.P., van Leeuwen C., Tominaga T., Soyer J.P., Gaudillère J.P. & Dubourdieu D., 2005. Influence of water and nitrogen deficit on fruit ripening and aroma potential of *Vitis vinifera* L. cv Sauvignon blanc in field conditions. *J. Sci. Food Agric.* **85**, 73-85.
- Reynard J.-S., Zufferey V., Nicol G.C. & Murisier F., 2011. Soil parameters impact the vine-fruit-wine continuum by altering vine nitrogen status. *J. Int. Sci. Vigne Vin* **45**, 211-221.
- Reynolds A., De Savigny C. & Willwerth J., 2010. Riesling terroir in Ontario vineyards. The roles of soil texture, vine size and vine water status. *Progress Agric. Vitic.* **127**, 212-222.
- Ruffner H.P., 1982a. Metabolism of tartaric and malic acids in *Vitis*: a review-part a. *Vitis* **21**, 247-259.
- Ruffner H.P., 1982b. Metabolism of tartaric and malic acids in *Vitis*: a review-part b. *Vitis* **21**, 346-358.
- Scholander P.F., Bradstreet E.D., Hemmingsen E.A. & Hammel H.T., 1965. Sap pressure in vascular plants. *Science* **148**, 339-346.
- Spring J.-L. & Lorenzini F., 2006. Effet de la pulvérisation foliaire d'urée sur l'alimentation azotée et la qualité du Chasselas en vigne enherbée. *Revue suisse Viticulture, Arboriculture, Horticulture* **38** (2), 105-113.
- Spring J.-L., Zufferey V., 2009. Influence de l'irrigation sur le comportement de la vigne et sur la qualité de vins rouges dans les conditions du Valais central. *Revue suisse Viticulture, Arboriculture, Horticulture* **41**, 103-111.
- Spring J.-L. & Zufferey V., 2011. Irrigation: comportement de la vigne et qualité des vins de cépages blancs dans le Valais central. *Revue suisse Viticulture, Arboriculture, Horticulture* **43**, 162-171.
- Spring J.-L., Verdenal T., Zufferey V. & Viret O., 2012. Nitrogen dilution in excessive canopies of Chasselas and Pinot noir cvs. *J. Int. Sci. Vigne Vin* **46**, 233-240.



- Spring J.-L., Zufferey V., Dienes-Nagy A., Lorenzini F., Frey U., Thibon C., Darriet P. & Viret O., 2014. Effet de l'alimentation azotée sur le comportement et la typicité des vins de l'Arvine. *Revue suisse Viticulture, Arboriculture, Horticulture* **46** (4), 244-253.
- Thibon C., Cluzet S., Mérillon J.-M., Darriet P. & Dubourdiou D., 2011. 3-sulfanylhéxanol precursor biogenesis in grapevine cells: the stimulating effect of *Botrytis cinerea*. *J. Agric. Food Chem.* **59** (4), 1344-1351.
- Tominaga T., Baltenweck-Guyot R., Peyrot des Gachons C.P. & Dubourdiou D., 2000. Contribution of volatile thiols to the aromas of white wines made from several *Vitis vinifera* grape varieties. *Am. J. Enol. Vitic.* **51**, 178-181.
- Van Leeuwen C. & Seguin G., 1994. Incidences de l'alimentation en eau de la vigne, appréciée par l'état hydrique du feuillage, sur le développement de l'appareil végétatif et la maturation du raisin (*Vitis vinifera* variété Cabernet franc, Saint-Emilion, 1990). *J. Int. Sci. Vigne Vin* **28**, 81-110.
- Van Leeuwen C., Trégoat O., Choné X., Bois B., Pernet D. & Gaudillère J.-P., 2009. Vine water status is a key factor in grape ripening and vintage quality for red Bordeaux wine. How can it be assessed for vineyard management purposes? *J. Int. Sci. Vigne Vin* **43**, 121-134.
- Verdenal T., Zufferey V., Spring J.-L., Jourjon M. & Viret O., 2012. Comportement du cépage Arvine dans le vignoble de Fully (Valais, Suisse). *Revue suisse Viticulture, Arboriculture, Horticulture* **44** (6), 378-384.
- Zufferey V., Spring J.-L., Verdenal T., Lorenzini F., Dienes-Nagy A., Belcher S., Koestel C., Rösti J., Spangenberg J. & Viret O., 2017. Impacts of water stress on the grapevine physiology and the quality of "Pinot noir" wines in Switzerland. *OENO One* **51**, 1, 17-27.
- Zufferey V., Spring J.-L., Verdenal T., Lorenzini F., Dienes-Nagy A., Belcher S., Koestel C., Rösti J., Spangenberg J. & Viret O., 2018. The Impacts of plant water status on gas exchange, berry composition and quality of Chasselas wines in Switzerland. *OENO One* **52**, 4, 333-347.
- Zufferey V., Verdenal T. & Spring J.-L., 2019. Indicateurs du statut hydrique de la vigne. *Revue suisse Viticulture, Arboriculture, Horticulture* **51** (3), 190-195.

Summary

Effect of Water Balance on Vine Behaviour and Quality of Petite Arvine Wines.

From 2009 to 2016 an irrigation trial was conducted on Agroscope's experimental farm in Leytron to study the effect of vine water balance on physiological (gas exchange, vigour) and agronomic behaviour (yield components, grape composition), as well as on the quality of wines of the Petite Arvine grape variety. Reduced water supply to non-irrigated vines led to lower shoot vigour. Yield and its components (bud fertility, berry and cluster weight) were not heavily affected by vine water status. By contrast, nitrogen concentration in the must decreased with increasing water stress. Sugar- and aromatic precursor content (3-mercaptohexanol, P-3MH) was not influenced by vine water balance. Wines from vines suffering from a significantly reduced supply of water and assimilable nitrogen (non-irrigated vines in hot, dry vintage years) exhibited a less intense aroma and a lower typicality in their bouquet, as well as a higher bitterness in the mouth than wines from vines well supplied with water and nitrogen. In general, Petite Arvine wines, made from grapes well supplied with water and nitrogen, achieved higher sensorial ratings.

Keywords: irrigation, water stress, physiology of the vine, wine quality

Zusammenfassung

Auswirkungen des Wasserhaushalts von Reben auf deren Verhalten und die Qualität von Weinen der Rebsorte Petite Arvine.

Von 2009 und 2016 wurde ein Bewässerungsversuch auf dem Versuchsbetrieb in Leytron durchgeführt, um die Auswirkung des Wasserhaushalts der Rebe auf das physiologische (Gasaustausch, Wuchskraft) und agronomische (Ertragskomponenten, Zusammensetzung der Trauben) Verhalten sowie auf die Qualität der Weine der Rebsorte Petite Arvine zu untersuchen. Die reduzierte Wasserversorgung bei nicht bewässerten Reben führte zu einer geringeren Wuchskraft der Ranken. Der Ertrag und seine Komponenten (Fruchtbarkeit der Knospen, Beeren- und Traubengewicht) wurden durch den Wasserhaushalt der Reben nicht stark beeinflusst. Die Stickstoffkonzentration im Most nahm jedoch mit zunehmendem Wasserstress ab. Der Gehalt an Zucker und an aromatischen Vorläufern (3-Mercaptohexanol, P-3MH) wurde durch den Wasserhaushalt der Rebe nicht beeinflusst. Weine aus Reben, die unter einer stark reduzierten Versorgung an Wasser und assimilierbarem Stickstoff litten (nicht bewässerte Reben aus heißen und trockenen Jahren), zeigten ein weniger intensives Aroma und eine geringere Typizität im Bukett sowie höhere Bitterstoffe im Mund als Weine aus Reben, die gut mit Wasser und Stickstoff versorgt waren. Im Allgemeinen wurden Petite-Arviner-Weine, die aus Reben mit guter Wasser- und Stickstoffversorgung gemacht wurden, sensorisch besser bewertet.

Riassunto

Effetti del regime idrico sul comportamento della vite e sulla qualità dei vini Petite Arvine.

Dal 2009 al 2016 è stato condotto un test d'irrigazione nel vigneto sperimentale di Agroscope a Leytron per studiare gli effetti del regime idrico della vite sul comportamento fisiologico (scambi gassosi, vigore), agronomico (componenti della resa, composizione dell'uva) e qualitativo dei vini Petite Arvine. La limitazione di acqua osservata nelle viti non irrigate ha portato a un minor vigore dei rami. La resa e le sue componenti (fertilità delle gemme, peso degli acini e dei grappoli) non sono state influenzate in modo marcato dallo stato idrico della vite. La concentrazione di azoto nel mosto è invece diminuita all'aumentare dello stress idrico. Il contenuto di zuccheri e di precursori aromatici (3-mercaptoesanol, P-3MH) non sono stati influenzati dal regime idrico della vite. I vini provenienti da vitigni che avevano sofferto di un'elevata restrizione di acqua e di azoto assimilabile (viti non irrigate nelle annate calde e secche) denotavano una minore espressione aromatica e tipicità del bouquet, oltre a una più spiccata amarezza in bocca rispetto ai vini provenienti da viti con un buon quantitativo di acqua e azoto. In generale, l'apprezzamento sensoriale dei vini è stato migliore per la varietà Petite Arvine proveniente da vitigni ben forniti di acqua e azoto durante la stagione.

Vitistar

Formulation spéciale pour vigne

- ✓ Prévient le dessèchement de la rafle
- ✓ Réduit le risque de chlorose et de chute des feuilles
- ✓ Améliore la formation du pollen et la fécondation

Safe N 300

- ✓ Améliore l'indice formol de moûts
- ✓ Stimule la fermentation des moûts et l'expression aromatiques des vins

LANDOR BL 3/20

LANDOR
Avec vous,
aujourd'hui et demain
www.landor.ch

LANDOR

fenaco société coopérative
Rte de Siviriez 3, 1510 Moudon
Tél. 058 433 66 13
E-mail info@landor.ch

Appel gratuit
0800 80 99 60
landor.ch

Invitation aux **AUER** Journées de visite 2020

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



Tours en minibus: visite des vignobles

Dégustation de raisins de table

Grande Dégustation de vins:

- cépages traditionnels
- cépages résistants aux maladies (PIWI)

Collation dans la serre ombragée de vignes

Inscription:

Martin Auer Rebschulen • Pépinières Viticoles
Lisiloostrasse, 8215 Hallau / SH
auer@rebschulen.ch / Tél. 052 681 26 27

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

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




La glace carbonique de PanGas pour les vignerons

Refroidissement des moûts – macération à froid



ICEBITZZZ™ de la glace carbonique et plus encore

Pellets 3 mm
16 mm

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





Faucuses CARONI / COMPACT Pulvérisateurs WEBER

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



JEAN-PAUL GAUD SA

BOUCHON OENOTECHNIQUE




www.gaud-bouchons.com

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

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

La défoliation du pommier due à *Marssonina* peut entraîner des pertes de rendement

Perrine GRAVALON, Jonas INDERBITZIN et Sarah PERREN, Agroscope, Wädenswil

Renseignements: Perrine Gravalon, e-mail: perrine.gravalon@agroscope.admin.ch



Introduction

La défoliation du pommier due à *Marssonina* a été observée en Suisse pour la première fois il y a dix ans (Naef A. *et al.*, 2013). Le champignon *Marssonina coronaria* forme des nécroses noirâtres, souvent en forme d'étoiles, sur la face supérieure des feuilles. Les feuilles atteintes jaunissent et tombent prématurément. Une infection sévère peut entraîner une défoliation totale de l'arbre, avant même la récolte. Les vergers extensifs ou en culture biologique sont particulièrement concernés, en raison de la faible application de traitements phytosanitaires contre la tavelure en été. Les pommeraies haute-tige sont par conséquent de plus en plus touchées par la maladie. Le projet Herakles Plus (2016–2021) s'attèle à diverses recherches dans la lutte contre cette maladie en production de fruits à jus. En

2019, le projet étudiait l'influence de la maladie sur la productivité des arbres et la qualité des jus de fruits tout en évaluant l'efficacité de différentes stratégies phytosanitaires.

Essai de gestion de la maladie *Marssonina* en verger haute-tige

Matériel et méthodes

Depuis 2017 est mené un essai de stratégies de protection phytosanitaire dans un verger haute-tige à Roggwil (Schöneberg A. *et al.*, 2019). En 2019, cet essai fut reconduit selon le même principe.

L'essai comportait six rangées de pommiers de la variété Jerseyred, divisées en quatre blocs de traite-

ment distincts. Deux arbres de la même variété ont fait office de témoins. Toute la parcelle a été traitée de manière uniforme jusqu'à la fin de mai. Par la suite, des traitements fongicides ont été appliqués en fonction des pronostics de tavelure. Quatre stratégies de traitement ont été analysées (tab. 1). Le dernier traitement s'est déroulé à la mi-juillet. Les arbres témoins n'ont été traités qu'au débourrement.

Les arbres ont été inspectés une première fois à la fin d'août, puis à la fin de septembre, avant la récolte. Dix arbres marqués par bloc ainsi que les deux arbres témoins ont été évalués sur une échelle de 1 à 9 (tab. 2).

Résultats et discussion

Pas de symptômes jusqu'à la fin d'août

Dès fin août, les arbres témoins étaient déjà fortement touchés: plus de 50% des feuilles présentaient des symptômes ou étaient tombées. Les arbres traités ne présentaient par contre que peu de symptômes. A cette date, l'importance des dégâts différait par conséquent de manière significative entre toutes les variantes de protection testées et la variante témoin.

A la fin de septembre, des différences significatives étaient perceptibles entre les diverses variantes de traitement (fig. 1), l'infection ayant progressé dans toute la parcelle. Les arbres témoins avaient alors perdu la quasi-totalité de leur feuillage (page de titre). Des cas d'infection allant jusqu'à 50% ont également été observés sur des arbres traités. Les deux variantes «Curatio» et «Slick + Delan» ne se distinguaient que peu des arbres témoins. La réduction significative des dégâts grâce aux traitements testés n'était plus statistiquement significative à cette date. Au cours de l'es-

Résumé Le champignon *Marssonina coronaria* est maintenant régulièrement observé dans les vergers à intrants réduits en Suisse. Une synthèse de trois années d'essais de lutte phytosanitaire en vergers haut-tige donne de nouvelles données à la compréhension du comportement de la maladie. Des mesures de lutte contre cette dernière s'avèrent indispensables à défaut de devoir constater une forte chute du rendement après plusieurs années de dégâts. L'influence de la maladie sur la qualité des jus a été difficile à ressentir lors des dégustations. Une comparaison avec un jus issu d'arbres sains n'a pas pu mettre en évidence de grande différence. Les valeurs analytiques témoignent toutefois d'une perturbation du métabolisme de l'arbre.

sai, c'est la variante «Syllit» qui s'est avérée la meilleure, avec seulement un arbre infecté. Le traitement avec «Myco-Sin + soufre» a également montré une réduction significative de la maladie, bien qu'avec une grande dispersion.

Influence des saisons et de l'agencement des parcelles

La synthèse de cet essai avec les résultats des deux années précédentes permet de faire ressortir quelques premières tendances. En 2017, l'importance de la maladie a été moyenne dans toute la parcelle (notes de 1 à 4) et les arbres témoins étaient moins touchés qu'en 2018 et 2019 (note de 7, au lieu de 9). En raison des

Tableau 1 | Protocole de traitement des stratégies de protection phytosanitaire, Roggwil (TG) 2019.

Stratégies de protection phytosanitaire					
Date du traitement	Témoin	Myco-Sin + soufre	Slick + Delan	Curatio	Syllit, Myco-Sin + soufre
2 avril 2019	Traitement au débourrement selon la stratégie de l'exploitation				
15 avril 2019	–	Traitement fongicide selon la stratégie de l'exploitation			
16 mai 2019	–	Traitement fongicide selon la stratégie de l'exploitation			
1 ^{er} juin 2019	–	Myco-Sin (argile sulfurée) 0,5% + soufre 0,3%	Slick (difénoconazole) 0,015% + Delan (dithianon) 0,03%	Curatio (Polysulfure de calcium) 1,2%	Syllit (dodine) 0,12%
25 juin 2019	–	Myco-Sin (argile sulfurée) 0,5% + soufre 0,3%	Slick (difénoconazole) 0,015% + Delan (dithianon) 0,03%	Curatio (Polysulfure de calcium) 1,2%	Syllit (dodine) 0,12%
11 juillet 2019	–	Myco-Sin (argile sulfurée) 0,5% + soufre 0,3%	Slick (difénoconazole) 0,015% + Delan (dithianon) 0,03%	Curatio (Polysulfure de calcium) 1,2%	Myco-Sin (argile sulfurée) 0,5% + soufre 0,3%

conditions relativement sèches de 2018, il n'a été observé que peu de symptômes sur les arbres traités. Malgré ces conditions météorologiques, a priori défavorables à la maladie, les arbres témoins non traités ont été très fortement infectés. L'année 2019 a été plus humide que la précédente et la pression de *Marssonina* a été la plus forte enregistrée. La maladie de la défoliation dépend donc étroitement des conditions météorologiques. Quelle que soit la variante d'essai, l'infection de l'année précédente a également joué un rôle important sur l'évolution de la maladie. Par ailleurs, les attaques sur les arbres non traités ont augmenté d'année en année.

En 2019, le nombre de traitements sur la parcelle a été réduit. Par rapport à 2017 et 2018, un traitement au printemps et un autre à la fin de juillet n'ont pas été reconduits. La question est de savoir si ce traitement tardif aurait encore pu ralentir l'évolution de la maladie ou prévenir des attaques ultérieures. L'importance des traitements tardifs sera étudiée lors de prochains essais.

De manière générale, la variante d'essai «Syllit» a obtenu les meilleurs résultats sur les trois années de test. Le produit Myco-Sin s'est montré presque aussi efficace, ce qui confirme les résultats d'un projet Interreg de lutte contre *Marssonina coronaria* (Bohr A., 2018).

La parcelle compte un ancien pommier «Boskoop» sur lequel les symptômes de la maladie ont été plus précoces que sur les arbres voisins. La variété «Boskoop» semble plus sensible à *Marssonina* que la variété «Jerseyred». L'infection semble s'être propagée de cet arbre aux arbres voisins. Dès qu'un arbre est

atteint, la maladie se propage très rapidement au sein de l'arbre. Le champignon se dissémine par contact entre les feuilles. Dans un verger, il importe donc d'entretenir de manière adéquate les arbres qui pourraient constituer une source d'inoculum pour les autres (variétés sensibles, vieux arbres, couronnes trop denses, etc.).

Conséquences de la maladie sur le rendement et la qualité de production

Matériel et méthodes

Afin d'étudier plus précisément les conséquences de la maladie sur la production et la qualité des jus, la récolte des arbres témoins de 2019 a été comparée avec celle d'un arbre non atteint. L'arbre en question a été sélectionné sur la base de deux critères: 1) aucun symptôme visible de *Marssonina* et 2) un volume de couronne comparable. L'ensemble des fruits a d'abord été calibré puis pressé à raison de 50 kg de fruits par variante (fruits d'un arbre sain et fruits des arbres témoins). Les purées de fruits ont été pressées à 6 bars et pasteurisées sans clarification à 70°C durant 30 minutes, deux jours après récolte. Les jus obtenus ont été analysés en laboratoire afin de déterminer les teneurs en glucose, saccharose et phénols (tanins), puis dégustés. Douze dégustateurs entraînés ont évalué les différences entre les jus issus des deux variantes d'essai, au moyen d'un test 2 sur 5, qui consiste, parmi 5 échantillons, à identifier quels sont les échantillons identiques.

Tableau 2 | Notation des arbres atteints de *Marssonina*.

Notation	Description des symptômes
0	pas d'observation (absence d'arbre)
1	pas d'attaque
2	peu de symptômes, indécélable à première vue
3	petits foyers présentant des symptômes visibles, jusqu'à 5% de feuilles infectées
4	foyers symptomatiques, > 5% de feuilles infectées
5	25% de feuilles infectées, une partie des feuilles peuvent déjà être tombées
6	>25% des feuilles infectées ou tombées
7	attaques plus graves, environ 50% des feuilles présentent des symptômes ou sont tombées
8	plus de la moitié des feuilles sont infectées ou tombées
9	>90% des feuilles sont infectées ou tombées

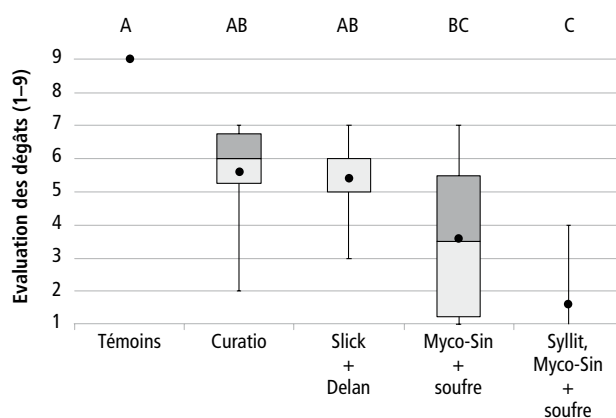


Figure 1 | Attaques de *Marssonina* observées fin septembre 2019. Evaluation des dégâts par arbre sur une échelle de 1 à 9. Les stratégies de traitement désignées par les mêmes lettres n'ont pas de différence significative (Tukey-Test, $\alpha=0,05$).

Résultats et discussion

Le rendement davantage affecté que la qualité

Les deux récoltes ont été calibrées (tab. 3), avec pour constat une perte de rendement de plus de 90% (poids) et une réduction du nombre de fruits de 80%. Les fruits étaient en moyenne 7% plus petits et le poids par fruit était d'environ 20% inférieur. Au moment de la récolte, les arbres atteints avaient pratiquement perdu toutes leurs feuilles, ce qui pourrait expliquer la coloration plus intense de leurs fruits (fig. 2).

Faible différence de qualité des jus

Dix des douze dégustateurs ont pu regrouper correctement les échantillons et démontrer ainsi une différence significative ($p < 0,001$). La durée de dégustation en moyenne assez longue pour les divers participants ainsi que des valeurs de sucre et d'acidité relativement similaires dans les deux variantes (tab. 3) témoignent toutefois d'une différence difficilement détectable. Contrairement à ce que l'on a pu observer au cours d'un essai antérieur (Inderbitzin J. & Perren S., 2017), il n'a constaté aucune augmentation de l'amertume ou de l'astringence pour la variante infectée par Marssonina, malgré une teneur en tanins 70% plus élevée (teneur en phénols).

Les valeurs analytiques relevées confirment les résultats de l'essai précédent. Contrairement à la teneur

en glucose et en saccharose, la teneur totale en sucre est similaire, quelle que soit la procédure. Dans la variante infectée par Marssonina, la teneur en glucose augmente, alors que la teneur en saccharose diminue. Le métabolisme des sucres semble ainsi influencé par la maladie. Les tanins agissent comme un mécanisme de défense contre les infections microbiennes (Stoll K., 1997). Cela peut expliquer la teneur en phénols plus élevée dans la variante infectée par Marssonina. La maladie de la défoliation entraînant une chute prématurée des feuilles, l'arbre perd de sa capacité à effectuer la photosynthèse et la teneur en sucre des fruits devrait théoriquement diminuer. Par conséquent, la qualité du jus devrait également être affectée, mais cela ne s'est pas confirmé dans le cas présent. Il est probable que la faible charge en fruits ait contrebalancé cette réduction du processus de photosynthèse, de sorte que la qualité des jus était comparable dans les deux cas. Cependant, la réduction du processus de photosynthèse a eu un impact majeur sur le rendement de l'arbre.

Tableau 3 | Données de calibration et valeurs analytiques de la récolte d'un arbre sain (traité) et d'arbres atteints (témoins non traités) de la variété «Jerseyred».

	Arbre témoin non traité	Arbre traité	Différence en %
Qualité externe			
Récolte (kg/arbre)	23,5	385	-94
Nombre de fruits	277	1357	-80
Poids moyen des fruits (g)	171	211	-19
Diamètre moyen des fruits (mm)	733	787	-7
Coloration (% de rouge)	85	33	+158
Qualité interne			
Acidité (g/kg)	4,9	4,1	+20
Sucre total (°Brix)	12,3	11,9	+3
Glucose (g/l)	22,6	16,7	+35
Fructose (g/l)	64,4	66,0	-2
Saccharose (g/l)	25	33,4	-25
Phénols (mg/l)	722	422	+71



Figure 2 | Fruits d'arbres atteints de Marssonina (devant à gauche) et d'un arbre sain (autres caisses).

Conclusions

- Récemment arrivée en Suisse, la maladie fongique Marssonina est encore méconnue. Les résultats de l'essai de 2019 enrichissent les observations des années précédentes. Marssonina est une maladie qu'il ne faut pas négliger. Si elle n'est pas traitée à temps, elle peut entraîner une très forte diminution du rendement de l'arbre.
- Lors des tests comparatifs de produits fongiques, les variantes «Syllit» et «Myco-Sin + soufre» ont montré une efficacité significativement meilleure que les autres variantes. A noter que les conditions météorologiques ainsi que la variété des arbres observés sont des variables à prendre en compte lors de la planification des traitements.
- Les résultats n'ont pas pu montrer jusqu'à ce jour un impact significatif sur la qualité de la production de jus. Seule la teneur en tanins est plus élevée – ce qui est lié à des mécanismes de défense de l'arbre –, sans pour autant se faire ressentir lors des dégustations de jus en 2019.
- La compréhension du cycle de développement de ce champignon présente encore quelques lacunes qui se révèlent essentielles dans la prévention et la lutte contre ce dernier. Le projet Herakles Plus prévoit dans les années suivantes de continuer d'étudier le comportement de la maladie en verger, ainsi que d'identifier des fenêtres d'application de produits fongiques idéales. Ceci parallèlement à l'observation en champ de la sensibilité de diverses variétés de pommes à jus à la maladie. La lutte contre la maladie de défoliation Marssonina peut encore être optimisée. ■

Remerciements

Nous remercions les partenaires du projet Herakles Plus (Fondation CAVO, cantons d'Argovie, de Lucerne, de Saint-Gall, de Thurgovie et de Zurich ainsi qu'IP-SUISSE) pour leur soutien financier. Nous remercions également le chef d'exploitation pour la conduite des essais en verger.

Bibliographie

- Schöneberg A. *et al.* 2. Zwischenbericht Herakles Plus: Nachhaltiges Feuerbrand- und Marssoninamanagement im Kernobstanbau. Agroscope Spezialpublikation, 114, 2019.
- Bohr A. *Marssonina coronaria* erkennen und regulieren. *Obstbau* 8, 463–467, 2018.
- Inderbitzin J. & Perren S. Marssonina – Einfluss auf die Saftqualität. *SZOW* 20, 8–11, 2017.
- Naef A. *et al.* Marssonina-Blattfall, eine neue Apfelkrankheit. *Schweizer Zeitschrift für Obst- und Weinbau* 16/13, 8–11, 2013.
- Stoll K. Der Apfel – Inhaltsstoffe – Fruchtaufbau – Qualitätserkennung. *Nagri*. 303, 1997.

Summary**Defoliation due to *Marssonina* can lead to yield losses.**

The fungus *Marssonina coronaria* is now regularly observed in reduced-input orchards in Switzerland. A synthesis of three years of plant-protection-product trials in high-stem orchards provides new data for understanding the behaviour of this disease. Control measures for *Marssonina coronaria* are indispensable in order to prevent a sharp fall in yields after several years of damage. The impact of the disease on juice quality was difficult to gauge during tastings; a comparison with juice from healthy trees failed to highlight a significant difference. Nevertheless, the analytical values point to a disturbance of the tree's metabolism.

Key-words: Fungus *Marssonina coronaria*, apple production, plant protection, juice quality.

Zusammenfassung**Entlaubung infolge *Marssonina* kann zu Ertragsverlusten führen.**

Der Pilz *Marssonina coronaria* tritt regelmässig in Schweizer Obstanlagen mit reduziertem Input auf. Eine Auswertung aus einem dreijährigen Versuch mit Hochstammbäumen liefert neue Daten zum besseren Verständnis des Verhaltens der Krankheit. Die Bekämpfung der Krankheit erweist sich als unerlässlich, um einen starken Ertragsrückgang nach mehrjährigen Schäden zu verhindern. Der Einfluss der Krankheit auf die Qualität des Obstsaftes war bei Verkostungen nur schwer festzustellen. Ein Vergleich mit Saft von gesunden Bäumen ergab keine grossen Unterschiede. Die Analyseresultate weisen jedoch auf eine Störung des Stoffwechsels des Baumes hin.

Riassunto**La defogliazione dovuta a *Marssonina* può comportare perdite di resa.**

Il fungo *Marssonina coronaria* è attualmente oggetto di osservazioni periodiche nei frutteti con mezzi di produzione ridotti in Svizzera. Da una sintesi di tre anni di esperimenti di lotta fitosanitaria condotti nei frutteti ad alto fusto emergono nuovi dati utili per comprendere come si comporta la malattia. Le misure di lotta contro questa malattia si rivelano essere indispensabili se non si vuole arrivare a constatare un netto calo della resa dopo danni che si protraggono per molti anni. L'influsso della malattia sulla qualità del succo è stato difficile da percepire durante le degustazioni. Dal confronto con il succo proveniente da alberi sani non sono emerse differenze significative. I valori analitici denotano tuttavia un'alterazione del metabolismo dell'albero.

Nouveau passeport phytosanitaire et étiquettes de certification pour les plants d'arbres fruitiers

Markus BÜNTER¹, Peter KUPFERSCHMIED² et Paul MEWES³

¹ Agroscope, Müller-Thurgau-Strasse 29, 8820 Wädenswil

² OFAG, Service phytosanitaire fédéral (SPF), Schwarzenburgstrasse 165, 3003 Berne

³ OFAG, Service fédéral de matériel de multiplication (SFMM), Schwarzenburgstrasse 165, 3003 Berne

Renseignements: Markus Bünter, e-mail: markus.buenter@agroscope.admin.ch

Une nouvelle ordonnance sur la santé des végétaux est entrée en vigueur le 1^{er} janvier 2020 en Suisse. La protection des végétaux vis-à-vis des organismes nuisibles particulièrement dangereux s'est intensifiée suite à des prescriptions plus strictes et des mesures de prévention renforcées. Le passeport phytosanitaire est obligatoire pour tous les végétaux destinés à la plantation. Le système et le format du document officiel pour le commerce de marchandises sont harmonisés. Le passeport phytosanitaire se présente sous forme d'étiquette ou imprimé avec un contenu normalisé, qui est à apposer par les entreprises agréées sur chaque marchandise ou unité commerciale. Ces nouvelles mesures visent à améliorer la visibilité et la reconnaissance du passeport phytosanitaire ainsi qu'à optimiser la traçabilité du

matériel végétal. Les modifications des documents d'accompagnement obligatoires pour les jeunes plants fruitiers et les plants certifiés sont présentées ci-dessous.

Qu'est-ce qu'un passeport phytosanitaire?

Le passeport phytosanitaire est un document officiel pour le commerce de marchandises végétales réglementées en Suisse et avec l'Union européenne (UE). Il atteste que les marchandises – dans le cas présent, les jeunes plants fruitiers, les greffons et porte-greffes – sont conformes aux prescriptions sur la santé des végétaux. Ce passeport ne peut être émis que par les entreprises agréées et les services compétents du pays concerné, en Suisse le Service phytosanitaire fédéral (SPF).

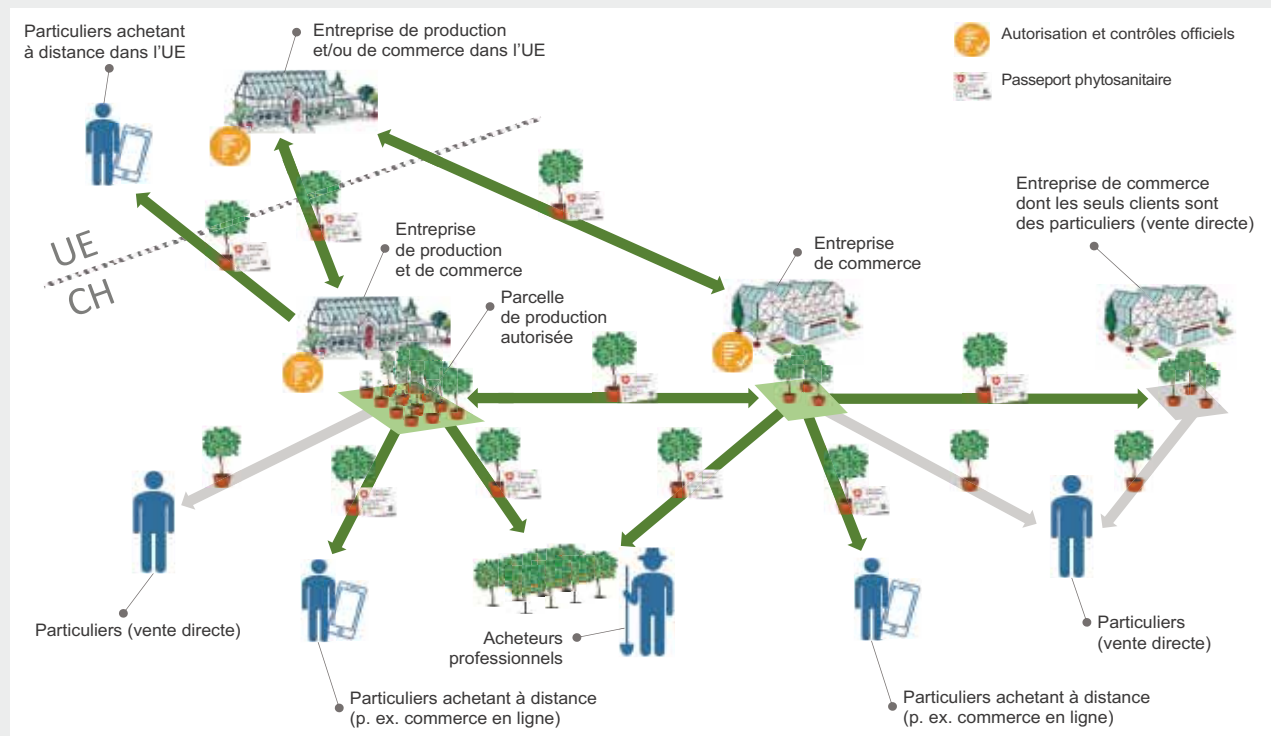


Figure 1 | Schéma du champ d'application du passeport phytosanitaire. Un passeport phytosanitaire est requis sur les circuits de commercialisation verts, mais, en revanche, pas sur les gris. (Figure: Peter Kupferschmied, Service phytosanitaire fédéral, SPF)

Remarque: l'arboriculteur fait partie des acquéreurs commerciaux. Les acquéreurs non commerciaux sont par exemple les détenteurs de jardins familiaux.



Arbres donneurs de boutures dans une parcelle certifiée P2. (Photo: Agroscope)

Le passeport doit être apposé sous forme d'étiquette (ou imprimé sur l'emballage) sur chaque unité commerciale (même origine et même genre) (fig. 1). Une étiquette du passeport phytosanitaire peut aussi être apposée sur chaque végétal ou partie de végétal. Le passeport phytosanitaire ne doit pas nécessairement figurer sur le bulletin de livraison ou la facture, mais il peut y être mentionné.

Pourquoi un passeport phytosanitaire?

L'ordonnance sur la santé des végétaux a pour but d'empêcher les dommages économiques, sociaux et environnementaux susceptibles de résulter de l'intro-

duction et de la dissémination d'organismes nuisibles particulièrement dangereux pour les végétaux. Ces organismes nuisibles se disséminent très facilement sur de longues distances lors de la mise en circulation de matériel végétal atteint (fig. 2). Le risque est encore plus élevé avec les végétaux destinés à la plantation.

Afin de limiter le risque élevé d'introduction et de dissémination de tels organismes nuisibles et maladies pathogènes par le commerce, des prescriptions phytosanitaires spécifiques ont été établies pour le matériel végétal spécifique tel que les plantes, les greffons, les porte-greffes, les tubercules, certaines semences, etc. Les surfaces de production telles que les pépinières ainsi que les parcelles pour greffons et pieds mères sont régulièrement contrôlées officiellement quant à la présence d'organismes nuisibles.

Le passeport phytosanitaire a deux fonctions importantes:

- Il certifie à l'acquéreur que le matériel végétal est issu d'une production officiellement contrôlée et que toutes les mesures ont été prises pour garantir l'absence d'organismes de quarantaine (pour les plants d'arbres fruitiers, la bactérie pathogène *Xylella*, le longicorne asiatique et le longicorne à col rouge, entre autres) et pratiquement exempts (respect des tolérances) des organismes réglementés non de quarantaine (pour les plants d'arbres fruitiers le feu bactérien, la sharka, la tache bactérienne des fruitiers à noyau, les phytoplasmes des fruitiers

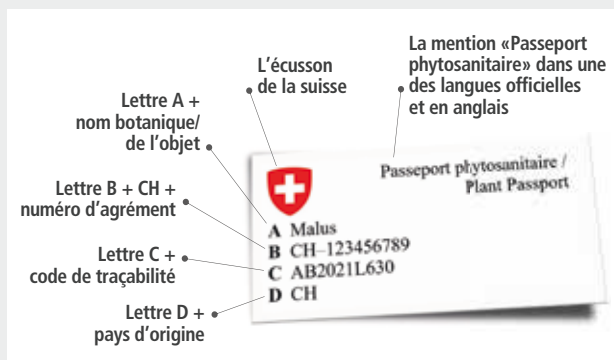


Figure 2 | Etiquette du passeport phytosanitaire avec les six éléments qui doivent obligatoirement y figurer.

(Figure: Peter Kupferschmied, Service phytosanitaire fédéral, SPF)

tels que la prolifération du pommier, le dépérissement du poirier et l'enroulement chlorotique de l'abricotier (ESFY), entre autres).

- Il garantit la traçabilité de la marchandise dans la chaîne de commercialisation en cas d'infestation, et ce à double titre. Lorsqu'une infestation est constatée par un acquéreur commercial, il est possible de remonter la filière jusqu'à la parcelle de production de la marchandise. De même, si un organisme nuisible est détecté en production, il est possible de repérer rapidement la marchandise infectée ou potentiellement infectée qui se trouve déjà dans le commerce. L'établissement et la dissémination de l'agent pathogène ou des ravageurs peuvent ainsi être évités.

Un passeport phytosanitaire spécifique est nécessaire pour les zones protégées contre le feu bactérien, le passeport phytosanitaire ZP (ZP = zona protecta) ainsi qu'une autorisation spéciale du SPF. Sur le passeport phytosanitaire ZP doit figurer le nom de l'organisme de quarantaine correspondant à la zone protégée (ou les organismes de quarantaine correspondants à la zone protégée). Ainsi, pour la zone protégée contre le feu bactérien, les éléments suivants doivent être inscrits: «passeport phytosanitaire – ZP/Plant Passport – PZ» (PZ = protected zone) et «ERWIAM» ou «Erwinia amylovora» (fig. 3).

Il est conseillé que chaque producteur conserve les passeports phytosanitaires ou les informations correspondantes (par exemple grâce à une photographie) ainsi que le bulletin de livraison et/ou la facture pen-

dant au moins trois ans et qu'il indique quels plants du verger sont concernés par ce passeport phytosanitaire.

Certification des jeunes plants fruitiers, greffons et porte-greffes

«Les maladies virales peuvent provoquer de graves dommages aux arbres et aux fruits. La culture et l'obtention de matériel végétal exempt de virus représente une responsabilité importante d'Agroscope. Des travaux ont été entrepris dans ce sens en 1959», écrit G. Schmid, virologue, dans la publication *Plants d'arbres fruitiers exempts de virus* (1979). Cette affirmation est valable encore aujourd'hui.

La certification volontaire des pépinières permet aux producteurs commerciaux d'obtenir du matériel végétal dont l'authentification variétale a été contrôlée et dont le risque phytosanitaire est moindre grâce à du matériel exempt de virus et phytoplasmes, ainsi qu'à une bonne qualité extrinsèque.

Le matériel végétal tel que les jeunes plants, greffons et rameaux peut être retracé jusqu'à la plante mère du conservatoire. Une réelle valeur ajoutée est apportée en contrôlant les organismes nuisibles qui altèrent la qualité et l'utilisation du matériel de multiplication. Ces organismes sont, entre autres, les acariens rouges, les pucerons et les maladies telles que la tavelure, l'oïdium et bien d'autres.

La figure 4 présente les nouvelles étiquettes de certification avec toutes les informations utiles à la certification des arbres fruitiers. Les indications du passeport phytosanitaire sont intégrées à l'étiquette de certification. Ainsi, les mêmes recommandations que pour le passeport phytosanitaire sont applicables à l'étiquette de certification: chaque producteur devrait conserver les étiquettes de certification ou les informations correspondantes (par exemple grâce à une photo) ainsi que le bulletin de livraison et/ou la facture pendant au moins trois ans et indiquer à quels plants en verger ou à quels jeunes plants les porte-greffes et greffons en pépinière correspondent les étiquettes de certification. Contrairement à l'étiquette du passeport phytosanitaire, l'étiquette de certification doit être apposée à chaque lot/paquet ou sur chaque plant.

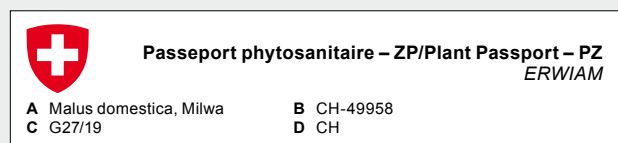


Figure 3 | Le passeport phytosanitaire – ZP pour la zone protégée contre le feu bactérien sur une étiquette à nœud coulant. (Image: M. Bünter, Agroscope)

Plus d'informations sur www.sante-des-vegetaux.ch > passeport phytosanitaire ainsi que sur www.servicephytosanitaire.agroscope.ch



Figure 4 | Modèle d'une étiquette de certification bleue avec le passeport phytosanitaire intégré pour un lot de dix pommiers certifiés de la variété Milwa. (Image: M. Bünter, Agroscope)

Historique

La certification des arbres fruitiers a été développée par des virologues. Les premières maladies virales des pommiers ont été détectées dans les années 1950. Alors qu'il s'agissait d'arbres fruitiers haute-tige à cette époque, un changement s'opéra en passant par les palmettes à trois branches jusqu'aux vergers actuels en fuseau sur des porte-greffes peu vigoureux. Les symp-

tômes liés aux virus étant souvent plus précoces et plus virulents sur ces petits arbres, il en résultait des réductions et/ou absence de rendement, une faible croissance et des symptômes sur les feuilles et les fruits.

Les arbres qui s'étaient autrefois révélés exempts du virus de la mosaïque du pommier, du virus du bois souple du pommier et de la prolifération du pommier ont été définis comme soumis aux tests virologiques (vt).

Au cours des décennies suivantes, de plus en plus de virus et maladies phytoplasmiques ont été découverts grâce à l'amélioration des méthodes de détection. Aujourd'hui, plus de 100 de ces maladies des arbres fruitiers sont répertoriées.

Les arbres soumis aux tests et déterminés exempts de virus connus à ce jour ont été définis comme exempts de virus (vf). Avec l'introduction de la thérapie, il est possible d'obtenir des plants infectés au préalable exempts de virus et de phytoplasmes.

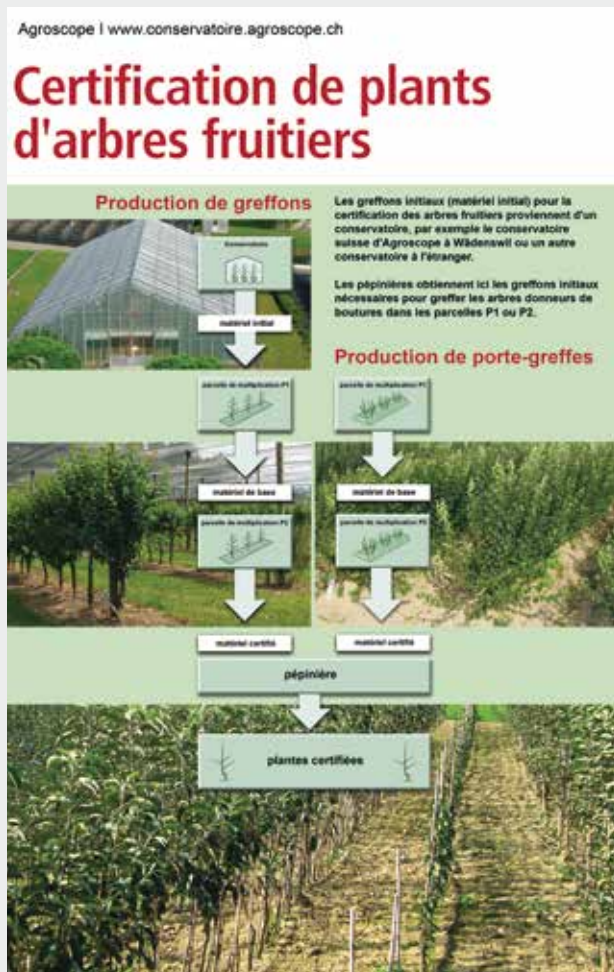


Figure 5 | Schéma de certification pour les plants d'arbres fruitiers. (Figure: Jost Brunner, Agroscope)

Informations complémentaires sur la certification/reconnaissance sur conservatoire.agroscope.ch et www.concerplant.ch > certification.

Les désignations vt (soumis aux tests virologiques) et vf (exempt de virus) sont des dénominations historiques et ne sont plus pertinentes de nos jours. La certification garantit des plants, greffons et porte-greffes sains, répondant aux exigences de qualité et dont l'authenticité variétale est contrôlée. La traçabilité est assurée par des contrôles officiels à chaque étape de multiplication jusqu'au conservatoire (fig. 5).

Résumé

L'utilisateur (arboriculteur) décide quelle catégorie de jeunes plants fruitiers il achète. Celui qui achète des jeunes plants possédant le passeport phytosanitaire officiel a des exigences moins élevées au niveau de l'état sanitaire, de l'authenticité variétale et de la qualité des plants, car les procédés de fabrication utilisés sont plus simples que sur des jeunes plants certifiés. Le schéma de certification permet la traçabilité du matériel durant toutes les étapes de multiplication jusqu'à la plante mère au conservatoire.

Les jeunes plants certifiés sont produits conformément au schéma de certification et respectent les points suivants:

- Le passeport phytosanitaire réglementé garantit du matériel exempt d'organismes de quarantaine pour les plants d'arbres fruitiers, entre autres la bactérie pathogène *Xylella*, le longicorne asiatique et le longicorne à col rouge.
- Certifié exempt de virus et phytoplasmes.
- Traçabilité jusqu'à la plante mère au conservatoire.
- Contrôle de l'authenticité variétale par détermination du génotype.
- Respect des tolérances des organismes réglementés non de quarantaine (ORNQ), pour les plants d'arbres fruitiers entre autres le feu bactérien, la sharka, la tache bactérienne des fruitiers à noyau, les phytoplasmes des fruitiers tels que la prolifération du pommier, le dépérissement du poirier et l'enroulement chlorotique de l'abricotier (ESFY), ainsi que des organismes nuisibles altérant la qualité comme les acariens rouges ou les pucerons et les maladies telles que la tavelure, l'oïdium et bien d'autres.
- Critères de qualité externe, tels que le diamètre minimal du tronc ou la hauteur minimale du point de greffe à partir du sol. ■

La tordeuse orientale du pêcher – distribution en Suisse

Diana ZWAHLEN, diana.zwahlen@agroscope.admin.ch

Barbara EGGER, barbara.egger@agroscope.admin.ch



Présente en Suisse depuis près de nonante ans, la tordeuse orientale du pêcher, originaire d'Asie, s'y était jusqu'ici montrée très discrète. En 2012 toutefois, elle a entraîné des dégâts plus importants dans la région lémanique et les producteurs de fruits y sont désormais davantage sensibilisés. Ces dernières années, l'éventualité d'une propagation de l'espèce a souvent été évoquée, car il n'a pas toujours été possible d'attribuer clairement à ce ravageur certains dégâts de larves observés sur des pommes et des poires. En 2019, Agroscope a donc mené une étude sur la distribution de la tordeuse orientale du pêcher en Suisse.

La tordeuse orientale du pêcher (*Grapholita molesta*) est originaire d'Asie de l'Est et s'est installée dans les zones tempérées du monde entier au cours du siècle dernier. Depuis les années 1930, elle est également présente en Suisse (EPPO), notamment au Tessin, mais n'a, pendant longtemps, pas entraîné de pertes économiques. En 2012, de nombreux producteurs de Suisse occidentale ont annoncé pour la première fois des dégâts plus importants sur des pêches et des poires. En 2013, une étude a donc été menée afin d'évaluer la distribution de la tordeuse orientale du pêcher en Suisse. L'espèce a été détectée principalement dans le sud et l'ouest de la Suisse (cantons du Tessin, de Genève, de Vaud et de Fribourg). Au nord de la Suisse, elle n'a été signalée que dans le canton de Zurich (Kehrli et al., 2014). La situation s'est tout d'abord améliorée, en partie probablement grâce aux mesures de lutte mises en œuvre dans les régions

touchées. Toutefois, la tordeuse orientale du pêcher semble revenir en force ces dernières années sur tout le territoire suisse. C'est pourquoi une nouvelle étude de distribution a été menée dans plusieurs cantons de Suisse occidentale et septentrionale.

Collecte des papillons

Afin de clarifier la distribution de la tordeuse orientale du pêcher en Suisse, des papillons ont été collectés dans différentes régions et déterminés à l'espèce. Les papillons étudiés ont été capturés à l'aide de pièges à phéromones mis en place par les cantons dans le cadre de la surveillance régulière des insectes ravageurs à l'échelle suisse. Le piégeage a duré deux semaines en août, sur un maximum de cinq sites par canton, puis les papillons ont été envoyés à Agroscope. Les pièges à phéromones ont été équipés de deux attractifs différents, l'un pour le carpocapse des prunes (*Grapholita funebrana*), l'autre pour la tordeuse orientale du pêcher. Aucun des deux attractifs n'étant sélectif pour ces deux espèces, ils attirent à la fois la tordeuse orientale du pêcher et le carpocapse des prunes. Comme les pièges destinés à la surveillance du carpocapse sont plus nombreux que ceux prévus pour la tordeuse orientale du pêcher, la plupart des données proviennent des pièges à carpocapses des prunes. La détermination des papillons piégés s'est effectuée au moyen de méthodes moléculaires.

Papillons reçus et analysés

Les cantons de Genève, de Vaud, du Valais, de Fribourg, de Berne, de Soleure et d'Argovie ont envoyé 40 pièges à carpocapses des prunes provenant de vergers de prunes et pruneaux, installés sur 23 sites différents. Les cantons de Genève, de Vaud et d'Argovie ont en outre envoyé 12 pièges à tordeuses orientales du pêcher, provenant principalement de vergers de pommes. Pour chaque canton, un nombre maximal de 50 papillons provenant de pièges à carpocapses des prunes a été analysé. Les papillons ont été choisis au hasard dans tous les pièges envoyés par un canton. Ceux provenant de pièges à tordeuses orientales du pêcher ont par contre été systématiquement analysés (40 papillons). Les tableaux 1 et 2 indiquent les différents sites de capture, le nombre de pièges envoyés ainsi que le nombre de papillons capturés et analysés.

Distribution de la tordeuse orientale du pêcher

Les analyses ont confirmé que la tordeuse orientale du pêcher était présente dans tous les cantons où le suivi a été effectué (fig. 1). Dans les cantons de Fribourg, du Valais et d'Argovie, elle était présente dans un site sur quatre, à Berne dans un site sur trois, à Genève dans un site sur deux, à Soleure dans trois sites sur quatre et, enfin, dans le canton de Vaud, dans six sites sur sept. La tordeuse orientale du pêcher a donc été capturée sur 14 des 28 sites retenus et sa présence a également été attestée à plusieurs reprises dans le nord de la Suisse.

Si l'étude de 2013 confirmait déjà l'occurrence de l'espèce dans certains cantons de Suisse occidentale et méridionale (Genève, Vaud, Fribourg et Tessin), elle ne faisait état d'aucune capture dans les cantons septentrionaux (Berne, Argovie, Lucerne et Saint-Gall).

Le canton de Zurich, où la tordeuse orientale du pêcher a également été trouvée en 2013, constituait ainsi une exception (Kehrl *et al.*, 2014). Les données de 2019 ont confirmé que l'espèce est désormais présente également dans les cantons d'Argovie, de Berne, de Soleure et du Valais, aucune donnée n'ayant toutefois été collectée dans ces deux derniers cantons en 2013 (fig. 1).

Les informations sur le nombre de captures de carpocapses des prunes restent fiables

Généralement, un très faible nombre de tordeuses orientales du pêcher a été capturé dans les pièges à carpocapses des prunes: à l'échelon national, seuls 15 des 241 papillons analysés étaient des tordeuses orientales du pêcher, soit 6,2%. Le tableau 1 indique les pourcentages de tordeuses orientales du pêcher par site et par canton.

Tableau 1 | Vue d'ensemble des pièges à carpocapses des prunes envoyés, nombre de papillons capturés et analysés et pourcentage de tordeuses orientales du pêcher identifiées.

Canton	Sites	Nombre de données/ papiers englués	Nombre de papillons capturés	Nombre de papillons analysés	% de tordeuses orientales du pêcher
Vaud + Genève	Chigny (VD)	4	40	38	7,9
	Collex-Bossy (GE)	1	10	10	0
	Meyrin (GE)	1	2	2	100
	total		52	50	10
Valais	Conthey	3	116	41	0
	Fully	3	24	5	0
	Grône	1	3	2	0
	Riddes	2	7	2	50
	total		150	50	2
Fribourg	Chésopelloz	1	1	1	0
	Grangeneuve	1	5	5	0
	Heitenried	1	5	5	0
	Salvenach	2	22	22	9,1
	total		33	33	6,1
Berne	Koppigen (Inforama)	1	2	2	50
	Koppigen (Dienstbotenheim)	1	1	1	0
	Zäziwil	1	5	5	0
	total		8	8	12,5
Soleure	Brunenthal	1	11	7	0
	Metzerlen	1	26	13	15,4
	Riedholz	1	29	16	6,3
	Stüsslingen	1	23	14	14,3
	total		89	50	10
Argovie	Herznach	3	45	17	5,9
	Künten	3	16	5	0
	Kaisten	3	73	17	0
	Leuggern	3	43	11	0
	total		177	50	2

Concernant la surveillance du carpocapse des prunes, il est établi que la très grande majorité des papillons provenant de pièges installés dans des vergers de prunes appartenaient bien à cette espèce. Même si des tordeuses orientales du pêcher ont parfois été observées, il s'agissait de captures isolées ou d'un faible nombre d'individus. Cela confirme que les pièges à carpocapses des prunes demeurent indiqués pour le suivi de cette espèce dans les vergers de prunes.

Tordeuse orientale du pêcher dans des vergers de pommes

Dans les pièges à tordeuses orientales du pêcher installés dans des vergers de pommes et de pêches, la proportion de tordeuses orientales du pêcher était généralement élevée. Cette proportion était toutefois très variable. Ainsi, dans certains cas, elle était de 0% (tab. 2). Toutes les captures accessoires concernaient des carpocapses des prunes. Le nombre de carpocapses des prunes capturés dans des vergers de pommes et de

pêches dépend probablement de la proximité de pruniers et pruneaux. On ne peut pas exclure dans de tels cas que le carpocapse des prunes soit attiré dans les pièges et capturé.

Surveillance du vol et contrôles plus poussés dans les vergers touchés

Dans les cantons où la tordeuse orientale du pêcher a été détectée en 2013 déjà et dans ceux où des dégâts ont été constatés (notamment dans la région lémanique, dans le Valais et au Tessin), il reste conseillé d'installer des pièges à tordeuses et d'effectuer des contrôles visuels en cas de suspicion. Les captures effectuées sont les premiers indices d'une possible pression d'infestation. Pour que le pronostic établi à partir des pièges à phéromones soit fiable, il ne faut pas qu'il y ait de pruniers ou pruneaux à proximité, de façon à exclure, dans la mesure du possible, les captures accessoires de carpocapses des prunes.

La confusion sexuelle peut en outre être appliquée dans des parcelles ayant subi une infestation l'année précédente. Lorsqu'une lutte directe est cependant préconisée, divers moyens de combattre les premiers stades larvaires existent. Des virus de la granulose et le benzoate d'émamectine sont actuellement homologués. La liste des produits autorisés ainsi que les conditions d'utilisation et précautions à prendre sont disponibles sur le site <https://www.psm.admin.ch>.

Si des captures sont enregistrées, il est recommandé de procéder à des contrôles précoces sur les pousses et, plus tard, sur les fruits. Ces contrôles fournissent des indications supplémentaires sur l'évolution de l'infestation et son intensité. Les contrôles visuels des larves permettent également de vérifier l'efficacité des mesures de lutte entreprises et d'étayer la prise de décision quant aux mesures applicables la saison suivante.



Figure 1 | Sites où la présence de la tordeuse orientale du pêcher a été confirmée en Suisse en 2013 et 2019. Les données de 2013 se basent sur Kehrli *et al.*, 2014.

Tableau 2 | Vue d'ensemble des pièges à tordeuses orientales du pêcher envoyés, nombre de papillons capturés et analysés et pourcentage de tordeuses orientales identifiées.

Canton	Sites	Nombre de données/ papiers englués	Nombre de papillons capturés et analysés	% de tordeuses orientales du pêcher
Vaud + Genève	Chavannes-des-Bois (VD)	1	5	100
	Cheseaux-Noreaz (VD)	1	9	88,9
	Lussy-sur-Morges (VD)	3	2	50
	Marcelin (VD)	3	11	63,6
	Petit-Eysins (VD)	1	1	100
	Tolochenaz (VD)	1	2	0
	Collex-Bossy (GE)	1	7	0
	total		37	59,5
Argovie	Leuggern	1	3	0

Conclusion

La stratégie recommandée en 2013 consistant à surveiller le vol de la tordeuse orientale du pêcher au moyen de pièges à phéromones, à effectuer des contrôles visuels réguliers et, si nécessaire, à appliquer des mesures de lutte appropriées doit être poursuivie avec diligence dans les régions concernées. Dans les régions qui n'ont enregistré que des captures isolées et où aucun dégât n'est à déplorer à ce jour, il n'est pas nécessaire de cibler spécifiquement la tordeuse orientale du pêcher dans la stratégie phytosanitaire. ■

Remerciements

Nous tenons à remercier les services cantonaux de leur collaboration ainsi que de la mise à disposition et l'envoi de pièges. Egalement un merci particulier à Christian Linder et Patrik Kehrlı pour la relecture de l'article.

Bibliographie

- EPPO Global database, URL: <https://gd.eppo.int/taxon/LASPMO/distribution/CH> (consultée le 28.02.2020)
- Kehrlı P., Pasquier D., Kuske S. & Kaiser L. La tordeuse orientale du pêcher resurgit. *Revue suisse de Viticulture, Arboriculture, Horticulture* 46 (1), 71–73, 2014.



Figure 2 | Dégâts de tordeuse orientale sur une pousse de pêcher.

La tordeuse orientale du pêcher

Description, biologie, dégâts

La tordeuse orientale du pêcher (*Grapholita molesta*) fait partie de la famille des tortricidés. Sa principale plante hôte est le pêcher, mais elle peut également occasionner des dégâts à d'autres fruitiers à pépins ou à noyau, tels que poiriers, pommiers et cerisiers. Le papillon hiverne au stade larvaire sous l'écorce ou au sol, protégé dans un cocon. La pupaison se déroule au printemps, lorsque les températures dépassent 10°C, et les premiers papillons éclosent vers la fin d'avril. Les adultes, de couleur gris sombre, mesurent environ 8 mm pour une envergure de 10–16 mm. Peu après l'éclosion, les femelles déposent leurs œufs sur des feuilles ou de jeunes pousses. Les larves qui en sortent, de couleur jaune blanchâtre à rougeâtre, mesurent jusqu'à 14 mm. Les chenilles des premières générations pénètrent généralement dans les jeunes pousses, dont elles se nourrissent, entraînant leur dépérissement (fig. 2). Une chenille peut miner successivement plusieurs pousses. Avec la lignification graduelle des pousses, les chenilles passent progressivement aux fruits. Alors que les dégâts aux pousses sont surtout nuisibles aux jeunes plants, les dégâts aux fruits peuvent entraîner d'importantes pertes de récolte. Après être passées par cinq stades larvaires, les chenilles se cherchent un endroit abrité pour la pupaison. La durée du cycle biologique dépend de la température et de la plante hôte et s'étend sur quatre à sept semaines. Trois à quatre générations par année sont donc possibles.

Identification

L'identification visuelle du ravageur se heurte à deux difficultés majeures: les larves sont semblables à celles du carpocapse des pommes, tant par leur aspect que par leur mode de vie, et une observation attentive au microscope est nécessaire pour distinguer les deux espèces. Quant aux adultes, ils sont eux très semblables au carpocapse des prunes. Seul un examen très poussé des pièces génitales (préparation génitale) au microscope permet une différenciation visuelle. La tordeuse orientale du pêcher peut cependant aussi être distinguée du carpocapse des pommes/du carpocapse des prunes par des méthodes moléculaires.



Publication du rapport de l'OSMV «Marché suisse des vins 2019»

L'Observatoire suisse du marché des vins (OSMV), centre de compétence national en économie viticole de Changins, a publié en avril les chiffres relatifs aux ventes de vin en Suisse dans la grande distribution.

Pour 2019, les parts de marché (en volume) des vins suisses s'élèvent à 27,5% des ventes de vin de Coop, Denner, Manor, Globus, Migros, Spar, Volg et Landi. Cela représente 1,1% de plus qu'en 2018. En termes de chiffres d'affaires, les vins suisses (+1,0%), italiens (+0,3%) et français (+0,2%) gagnent des parts de marché, au détriment des vins espagnols (-0,4%) et du reste du monde (-1,1%). L'introduction des données de vente des vins de Landi en 2019 apporte plus de précision sur la consommation au sein du secteur de la grande distribution (l'année 2018 ne contient pas les données de Landi).

En termes de prix, on observe une baisse générale pour les vins blancs des régions AOC suisses (sauf pour Genève: +0,3%). Le constat est plus partagé pour les vins rouges AOC. Pour les vins rosés suisses AOC, on assiste à une hausse des prix (sauf pour la Suisse alémanique, -4,2%, et la région des Trois-Lacs, -2,9%).

Les publications de l'OSMV sont disponibles sur www.changins.ch/prestations/osmv

Base de données Mercuriale: inscrivez-vous!

La Mercuriale est une base de données sur les prix développée par l'Observatoire suisse du marché des vins (OSMV) pour élargir les connaissances sur les canaux de distribution comme l'HoReCa ou la vente directe. Les producteurs-encaveurs intéressés envoient leurs données à notre partenaire externe, Dynaxis, qui agrège et anonymise les données pour les transmettre ensuite à l'OSMV pour analyse. Une totale confidentialité est donc garantie. Les analyses liées à cette base de données

sont intégrées aux rapports régionaux lorsque ceux-ci sont commandés. En cas d'intérêt, vous pouvez contacter directement notre partenaire (mercuriale@dynaxis.ch) ou l'OSMV (osmv@changins.ch).

«Grâce à notre participation à la Mercuriale, nous nous sommes rendu compte que sur certains produits, nos prix étaient trop élevés et sur d'autres, ils étaient trop bon marché. Cela nous a permis de nous ajuster au marché.»

MATHIAS DELALOYE, négociant et encaveur VS

Participation à l'étude Covid-19, quel impact sur les consommateurs de vin?

L'Ecole hôtelière de Lausanne et la Haute école de Changins, en collaboration avec l'European Association of Wine Economists et l'Insec Lyon, mènent une étude afin de déterminer l'impact du Covid-19 sur les consommateurs. A l'aide de données récoltées par un sondage effectué en ligne, il sera possible d'étudier la réaction des consommateurs en termes d'habitude de consommation du vin. Pour toutes informations, e-mail: osmv@changins.ch





Apéros Vino Sciences: un franc succès

Forte des connaissances qu'elle abrite, l'école de CHANGINS a proposé depuis l'automne 2019 des soirées durant lesquelles deux chercheurs présentent, chacun durant vingt minutes, les résultats pratiques de leurs travaux de manière simple et concise. Un apéritif convivial permet ensuite des échanges plus personnels.

Toutes les facettes du vin

Carafe ou pas carafe? Vin de garde ou pas? Comment proposer du vin au verre dans les restaurants sans en altérer la qualité? Que permettent les alternatives aux herbicides, et quelles nouvelles solutions développe-t-on actuellement? Quels sont les impacts de la viticulture biodynamique sur la physiologie de la vigne, la qualité du raisin et les propriétés du sol? Quelles molécules agitent nos papilles lorsque nous dégustons un vin? Ces sujets ont été abordés lors des précédentes éditions. D'innombrables autres thèmes peuvent être traités lors de ces soirées, n'hésitez pas à nous soumettre vos idées!

Master en viticulture et œnologie

La nouvelle formule de l'orientation Viticulture et Œnologie du Master of Science in Life Sciences (MLS) HES-SO devrait débiter à Changins en septembre 2020.

Remaniée et forte d'un partenariat européen, cette formation fournit les outils indispensables pour analyser et résoudre des problèmes complexes en viticulture et œnologie, du sol à la cave, du management à l'analyse du marché. La première année se déroule en Suisse avec un séminaire de deux semaines à Montpellier Sup-Agro, la seconde dans une université partenaire d'Allemagne, d'Espagne, d'Italie ou du Portugal.



«Les professionnels ignorent souvent ce que nous développons ici à CHANGINS. Or, nous travaillons sur des sujets très concrets, actuels et proches de la réalité du terrain, autant helvétique que sur la scène internationale.»

ANTOINE BOILLEY, œnologue et responsable des prestations de service à Changins

L'idée première de l'équipe à l'origine de ces soirées, soit d'ouvrir les portes de l'école, partager les connaissances avec le grand public et les professionnels et contribuer ainsi à mettre en avant la qualité des vins suisses, a rencontré un franc succès. Entre 120 à 150 personnes étaient présentes lors de chacune des trois éditions de 2019 et celle de 2020. L'édition du printemps, «CHANGINS en cave», a malheureusement dû être reportée.

L'aventure continue

La soirée du 7 septembre 2020 sera dédiée au cépage roi de Suisse, le Chasselas, que nos vigneronns ont l'audace de vinifier depuis des générations. Cette soirée permettra de lui rendre hommage et de mieux comprendre son caractère minéral. La soirée du 2 novembre se penchera sur les aspects économiques du vin suisse.

Renseignements et inscriptions sur www.changins.ch/changins/lecole/avsMaster en viticulture et œnologie

L'orientation Viticulture et Œnologie du Master of Science in Life Sciences (MLS) HES-SO existe depuis plusieurs années. La nouveauté réside dans l'association avec Vinifera EuroMaster qui jouit d'une renommée internationale. Ceci vient fortement enrichir un cursus de formation déjà fort de partenariats au niveau national, les étudiants effectuant déjà certains modules en partenariat avec d'autres hautes écoles de la HES-SO et d'autres HES suisses.

«Nous avons uni nos forces et celles des universités partenaires pour mieux adapter la formation aux défis actuels, tout en intégrant l'aspect international. Ceci nous permet non seulement d'offrir un enseignement à la pointe, mais également d'ouvrir des perspectives de carrières internationales à nos étudiants.»

CONRAD BRIGUET, directeur de CHANGINS

En raison de la pandémie, le délai d'inscription a été repoussé. ■



Le naturel pour protéger la Nature !

UPL

MICROTHIOL[®] SPÉCIAL DISPERS[®]

SOUFRE MICRONISÉ

Anti-oidium puissant, multisite, fabriqué en France, **Microthiol Spécial Dispers[®]** assure une triple protection : préventive, curative et éradicante. Il bénéficie d'une formulation DG de qualité et est utilisable selon tous les référentiels de production.

Homologation : W-7170
Composition : 80% de soufre micronisé.
Formulation : Granulés dispersables (WG).

Classement CLP : EUH401.

Pour les usages autorisés, doses, conditions et restrictions d'emploi : se référer à l'étiquette du produit et/ou www.phytolista.com.

Avant toute utilisation, assurez-vous que celle-ci est indispensable. Privilégiez chaque fois que possible les méthodes alternatives et les produits présentant le risque le plus faible pour la santé humaine et animale et pour l'environnement, conformément aux principes de la protection intégrée. Plus d'informations sur : www.agriculture.gouv.fr/ecophyto

[®] marque déposée.

Landi

Titulaire de l'autorisation: **UPL Switzerland Ltd**
Töpferstrasse 5 - 6004 Lucerne - Suisse

Distribué par: **fenaco société coopérative**
Rte de Siviriez 3 - 1510 Moudon - Suisse

ACTION du 15.06.2020 au 31.07.2020 !

Filets anti-oiseaux & filets de protection latéraux

gvz rossat
Le choix des professionnels



Tél.: 026 662 44 66 - Chemin du Milieu 6 - 1580 Avenches - gvzsales@gvz-rossat.ch - www.gvz-rossat.ch



Pépinières

viticoles

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

- 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.



www.pepiniere-richard.ch

ARVENSE

Effet fongicide et bactéricide
Tisane de prêle à base d'*Equisetum arvense*

SALIX

Effet fongicide
Tisane d'osier à base de *Salix spp cortex*

- Stimulation des défenses naturelles
- Résistance accrue au stress
- Renforcement des parois cellulaires
- Solution prête à l'emploi



fenaco société coopérative | Semences UFA Auxiliaires | 058 434 32 82 | nuetzlinge@fenaco.com | www.auxiliaires.ch

LA VIGNE

VOLUME 3

MALADIES VIRALES ET BACTERIENNES

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



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.

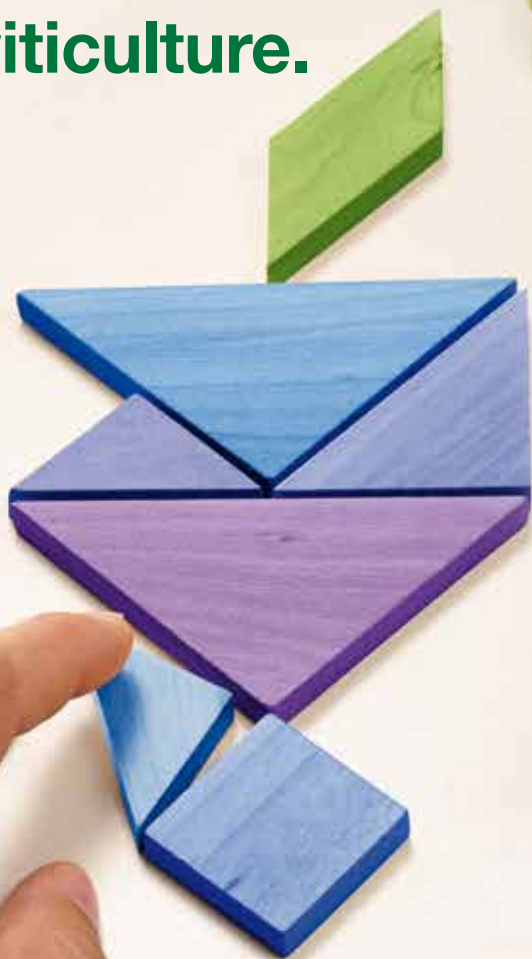
278 pages | ISBN 978-3-85928-102-8

COMMANDES
www.revuevitiarbohorti.ch



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 · agro-ch@basf.com · www.agro.basf.ch