

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

VITICULTURE ARBORICULTURE HORTICULTURE



M A I - J U I N 2 0 1 7 | V O L . 4 9 | N ° 3



Agroscope | Agora | Agridea | AMTRA | CHANGINS

Viticulture

Petits fruits

Protection des végétaux

Nouveaux clones de Gamay sélectionnés à Agroscope [Page 144](#)

Traitement à l'ozone des fraises et des framboises [Page 180](#)

Effets de quatre insecticides sur les punaises [Page 188](#)



ETICOLLE
L'étiquette autocollante

Selbstklebeetiketten | Etichette autocollanti



la découpe

Du prêt-à-porter... sur mesure

L'étiquette adhésive affiche toutes les audaces, tous les formats, toutes les fantaisies. La forme d'une étiquette contribue fortement à sa personnalité. Que vous désiriez une étiquette en deux, trois parties ou plus, silhouettée etc... tout est possible!

la sérigraphie

Sous le vernis... l'élégance

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

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

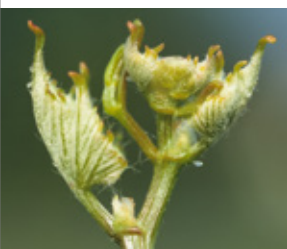
le gaufrage

Mettre en relief... la personnalité de son produit

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

Sommaire

Mai–Juin 2017 | Vol. 49 | N°3



Photographie de couverture:
Extrémité d'un rameau de Gamay.
(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, CP 1080, 1001 Lausanne, Suisse.
www.revuevitiarbohorti.ch – ISSN 0375-1430

Rédaction

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

Comité de lecture

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

Publicité

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

Préresse

Inédit Publications SA, 1001 Lausanne

Impression

Courvoisier-Attinger Arts Graphiques SA

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

Tarifs des abonnements

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

Abonnements et commandes

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

Versement

CCP 10-13759-2 ou UBS Nyon, compte CD-100951.0

Commande de tirés à part

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

141 Editorial

Viticulture

144 Nouveau clone de Gamay sélectionné à Agroscope issu de la population dite «Plant Robert»

Jean-Laurent Spring, Jean-Sébastien Reynard, Vivian Zufferey, Thibaut Verdenal, Philippe Duruz

152 Le rapport feuille-fruit de la vigne influence l'accumulation d'azote dans le raisin

Thibaut Verdenal, Jorge E. Spangenberg, Vivian Zufferey, Jean-Laurent Spring, Ágnes Dienes-Nagy, Fabrice Lorenzini, Sylvain Schnee, Katia Gindro et Olivier Viret

160 La greffe anglaise herbacée de la vigne – Méthode et résultats des essais 2013 et 2016 dans l'Hérault

François Chaudière

Œnologie

170 Evaluation du risque des *Brettanomyces* non cultivables dans un vin rouge

Anne-Claire Silvestri

Petits fruits

180 Traitement à l'ozone des fraises et des framboises

Séverine Gabioud Rebeaud, Guillaume Perrier, Pierre-Yves Cotter, André Ançay, Luyen Vuong et Danilo Christen

Protection des végétaux

188 Effets de contact de quatre insecticides sur les punaises phytophages

Halyomorpha halys et *Nezara viridula*
Julian Tugwell, Serge Fischer et Dominique Fleury

Actualités

194 *Pseudomonas* dans les cultures de fruits à noyau

Jan Werthmüller, Michael Gölles et Andreas Naef

198 La page de CHANGINS

Vignes 2017

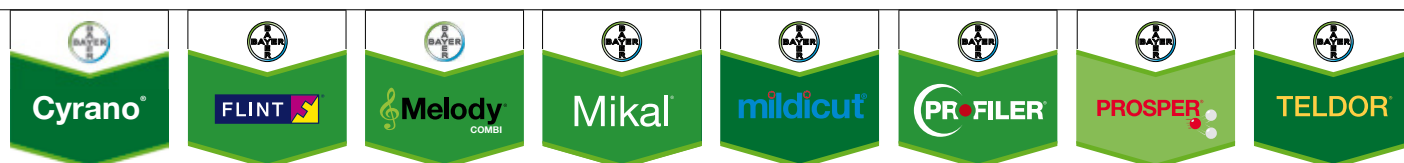
parfaitement protégées



*Nous aimons
les fruits...*



... et les valeurs sûres!.



Bayer (Schweiz) AG · Crop Science · 3052 Zollikofen · Téléphone: 031 869 16 66 · www.agrar.bayer.ch

Employer les produits phytosanitaires avec précaution. Avant utilisation, lire attentivement le mode d'emploi et les informations sur l'étiquette. Observer les phrases et symboles de danger.

Valorisation du Plant Robert



Olivier Viret

E-mail: olivier.viret@vd.ch

Lorsque l'on parle de clone ou de clonage, le grand public s'imagine de la haute technologie, de la manipulation génétique, associant cette notion tantôt à l'uniformisation du vivant, tantôt à la biotechnologie, et s'interpelle sur le bien-fondé d'une démarche qui l'inquiète. En viticulture, un clone n'est autre qu'un individu obtenu par multiplication végétative, identique à la plante mère dont il est issu. Dans ce cas, l'homme utilise la capacité extraordinaire de la nature à se régénérer, grâce à la totipotence des cellules végétales à développer des racines à l'extrémité d'un sarment de vigne lorsqu'il est planté dans la terre et à développer une nouvelle plante génétiquement identique à celle dont elle est issue. Ce pouvoir existe pour un grand nombre de végétaux ligneux et assure à l'espèce une régénération continue et une occupation rapide de l'écosystème. La multiplication générative par la fécondation des inflorescences, le développement des baies et le semis des pépins de raisin est un autre mode de régénération, qui mène par contre pour chaque pépin à un nouveau génotype par recombinaisons aléatoires des gènes des parents. C'est par cette approche que l'on crée de nouvelles variétés en croisant de manière ciblée les parents souhaités.

En viticulture, la notion de clone occupe une position particulière, du fait que la vigne, comme plante pérenne, peut subir des mutations au cours du temps, dont les facteurs déterminants et la fréquence restent inconnus. Les mutations les plus évidentes touchent à la couleur des baies, à la forme des grappes ou des feuilles ou au port des pampres (horizontal ou vertical). L'homme a depuis toujours exploité cette biodiversité naturelle en la fixant temporellement par la multiplication végétative, autrement dit par le clonage. Un exemple classique en la matière est la variété Pinot, avec ses trois variations de couleur, blanc, gris et noir, qui ne sont génétiquement pas distinguables par la méthode moléculaire des microsatellites utilisés pour identifier les variétés.

Pour le Chasselas, le Pinot et le Gamay, ce sont plusieurs centaines de clones qui sont à l'étude et pour lesquels des objectifs de sélection ont été fixés. L'article de J.-L. Spring *et al.* présente des nouveaux clones de Gamay issus de la population dite «Plant Robert», dont le clone RAC55 viendra compléter les clones de Gamay disponibles dans le cadre de la certification. Ce dernier, avec des grappes peu compactes, partiellement millerandées, et de ce fait peu sensible à la pourriture grise, produit des vins qualitativement supérieurs aux deux clones de Gamay de référence, RAC 10 et RAC23.

La diffusion de clones par les pépiniéristes est indissociable de la certification du matériel végétal. Il n'est en effet pas possible de commercialiser un clone d'une variété si le matériel n'est pas certifié. Cette démarche qualitative vise avant tout à garantir la conformité du matériel végétal et d'en assurer un statut phytosanitaire exempt de maladies virales graves et de phytoplasmes. Cette plus-value se justifie pleinement pour un capital plant qui doit assurer des rendements qualitatifs et quantitatifs pour les prochaines décennies.

Le spécialiste de vos installations vinicoles

Distributeur officiel des marques :



Le système d'égrenage et de tri révolutionnaire!

DELLA TOFFOLA



Pressoirs et matériel de cave



Barriques, foudres et cuves verticales

Moeschle

Behälterbau GmbH



Cuverie de haute Qualité



Vinificateurs automatisés

KREYER



Thermorégulation

KIESEL



Pompes et flotteurs

Logics & Controls

SIRIO ALIBERTI



BIEFFE

Vaucher Bequet



AZZINI

motan

FIVER

bertolase

Champ de la Vigne 4 - 1470 Estavayer-le-Lac - Tél. 026 / 664 00 70 - Fax. 026 / 664 00 71
email : dreier@dreieroenotech.ch - www.dreieroenotech.ch



NOUVEAU

Airone®



contient 280 g/kg Cu⁺⁺

Fongicide cuprique de dernière génération

- Réunit les avantages de l'hydroxyde et de l'oxychlorure de cuivre
- Action de choc et persistante
- Bonne résistance au lessivage grâce à l'excellente adhérence



Andermatt Biocontrol

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



Martin Auer Rebschulen Pépinières Viticoles

Lisiloostrasse, 8215 Hallau / SH
E-mail: auer@rebschulen.ch
www.rebschulen.ch
Tél. 052 681 26 27 / Fax 052 681 45 63



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

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

**Pensez à réserver dès maintenant
vos plants de vigne pour 2018 et 2019.**



Nouveau

Escort®

La solution alternative
contre le mildiou

Performant

Éprouvé

Flexible



Garant d'une
protection efficace du
capital vendange

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

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

NUMÉRO SPÉCIAL

Dossier *Drosophila suzukii*



À NOS LECTEURS

La **Revue suisse de Viticulture, Arboriculture, Horticulture** éditera dans son prochain numéro un dossier entièrement dédié à *Drosophila suzukii*.

Les contributions scientifiques traiteront en particulier:

- la biologie et la surveillance de l'insecte;
- les stratégies de lutte;
- les techniques de lutte alternative;
- la sensibilité des cépages.

Si vous souhaitez commander un exemplaire supplémentaire au prix de CHF 15.-, veuillez passer la commande via l'adresse info@revuevitiarbohorti.ch d'ici au 15 août.

ÉDITIONS AMTRA

Avenue des Jordils 5, CP 1080, 1001 Lausanne

Tél. 079 157 13 85 – E-mail: j.auer@agora-romandie.ch

Nouveau clone de Gamay sélectionné à Agroscope issu de la population dite «Plant Robert»

Jean-Laurent SPRING, Jean-Sébastien REYNARD, Vivian ZUFFEREY, Thibaut VERDENAL, Philippe DURUZ, Agroscope, 1009 Pully, Suisse

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



Le Gamay présente une variabilité intravariétale très importante notamment, en ce qui concerne la grandeur et la morphologie des grappes.

Introduction

Le Gamay est un cépage anciennement cultivé, notamment dans les vignobles du Centre-Est de la France, où il est attesté dès le XIV^e siècle, et dès le XVI^e siècle en Suisse (Viala et Vermorel 1902). Des recherches génétiques récentes (Bowers *et al.* 1999) ont démontré que le Gamay, à l'instar de toute une série d'autres cépages encore cultivés, est issu d'un croisement naturel entre les cépages Pinot noir et Gouais. Un des premiers ouvrages ampélographiques traitant de la région lémanique (Blanchet 1852) fait état de la culture de ce cépage, Burnat et Anken (1911) distinguent quant à eux de nombreux types de Gamay sous des appellations aussi diverses que parfois fantaisistes: Dôle ou Grosse Dôle, Ermitage, Plant de la Loire, Rouge de Lutry, Plant de Collonges-sous-Salève, Sainte Foix, Plant de Lyon, Gamay de Vaux ou encore Plant Robert. Ce dernier est mentionné plus spécifiquement dans la région de

Lavaux. De premiers travaux de sélection effectués à Agroscope dès la fin des années 1940 ont permis la sélection et la mise à disposition dans le cadre de la filière de certification suisse de trois clones de Gamay issus des populations dites «Rouge de la Loire» (RAC9, longtemps diffusé sous l'appellation de Gamay de Caudoz), «Beaujolais» (RAC10) et «Arcenant» (RAC23) (Spring et Reynard 2017).

L'ancienneté du cépage a permis l'apparition, par mutations successives, de très nombreux biotypes se distinguant tant par leurs caractéristiques ampélographiques et agronomiques que par leur potentiel œnologique (Dupraz et Spring 2010). Cette grande variabilité, encore présente dans quelques vignes de l'ère pré-clonale en Suisse, est sauvegardée et étudiée dans le cadre de travaux de conservation de la biodiversité des principaux cépages traditionnels et autochtones suisses conduits à Agroscope (Maigre *et al.* 2003; Spring et Reynard 2017). Actuellement, un conservatoire de

154 clones, issu de prospections récentes effectuées sur de vieilles vignes valaisannes avec le concours de l'Office cantonal de la viticulture de ce canton et de la Sicarex - Beaujolais en 2008, a pu être constitué sur le domaine expérimental de Pully.

Pour le vignoble vaudois, une prospection a été effectuée dans les années 1980 dans le vignoble de Lavaux sur du matériel issu historiquement de la population de Gamay dite «Plant Robert». De cette opération, treize clones exempts de viroses graves ont pu être introduits en collection d'étude. Sur la base de travaux de présélection, trois candidats particulièrement intéressants ont été identifiés et retenus pour faire l'objet d'un essai de comportement agronomique et œnologique en comparaison avec des clones standards suisses (RAC 10 et RAC 23) et français (ENTAV 565). Le présent article fait le bilan de cette expérimentation, conduite de 2011 à 2015 sur le domaine expérimental Agroscope à Pully, qui a permis l'introduction, dès le printemps 2017, d'un nouveau clone (RAC 55) dans la filière de certification suisse.

Matériel et méthodes

Site expérimental, sol et climat

L'essai implanté sur le site expérimental de Pully (VD) est placé sur un sol de nature légère à moyenne (10–15 % d'argile), peu calcaire (4% de CaCO₃) avec un taux de matière organique satisfaisant (1,7 %). L'analyse chimique montre un approvisionnement normal en potassium et magnésium, et élevé en phosphore.

La moyenne annuelle des températures durant la période de végétation (du 15 avril au 15 octobre) s'élève à 15 °C et les précipitations annuelles moyennes sont de 1140 mm.

Dispositif expérimental

L'essai mis en place vise à étudier précisément le comportement agronomique et œnologique de trois clones issus de la population de Gamay dite «Plant Robert» (clone 1 = RAC 55, clone 5, clone 12) en comparaison avec celui de clones standards suisses (RAC 10 et RAC 23) et français (ENTAV 565).

L'essai a été mis en place en 2008 avec des plants greffés sur 3309C, en Guyot simple (200 x 85 cm) et disposé en blocs randomisés avec 4 répétitions de 13 ceps. Les observations agronomiques et œnologiques ont été effectuées pendant cinq ans, de 2011 à 2015.

Contrôles effectués

Vigueur

Mesurée par le pesage des bois de taille.

Résumé

Une prospection effectuée sur des ceps historiquement issus d'une population de Gamay dite «Plant Robert» a permis d'introduire en collection d'étude treize clones exempts de viroses graves. Les performances agronomiques et œnologiques des trois candidats les plus intéressants ont été étudiées en comparaison avec des clones standards suisses (RAC 10 et RAC 23) et français (ENTAV 565) dans le cadre d'un essai conduit sur le domaine expérimental Agroscope à Pully de 2011 à 2015. Les observations effectuées ont permis de proposer un nouveau clone (RAC 55) issu de la population de Gamay dite «Plant Robert» qui se caractérise par un potentiel de production modéré et un très bon niveau qualitatif. Ce clone sera introduit dans la filière de certification suisse dès le printemps 2017.

Composantes du rendement

Fertilité des bourgeons (contrôle de 10 ceps par répétition), poids des baies (50 baies par répétition), poids des grappes (calculé à partir du poids de récolte et du nombre de grappes par cep) et rendement. La production a été régulée de manière uniforme pour tous les clones en juillet (maintien de 7 à 8 grappes par cep selon le millésime).

Morphologie des grappes

Une notation de l'intensité de la coulure et du millerandage sur une échelle variant de 0 (= absence de coulure et/ou de millerandage) à 9 (= grappe totalement coulée et/ou millerandée) a été effectuée à la vendange sur un échantillon de 25 grappes par répétition.

A la même période, la compacité des grappes a été évaluée sur un échantillonnage de 25 grappes par répétition selon une échelle variant de 1 (= absence de contact entre les baies) à 9 (= grappes extrêmement compactes avec déformation des baies).

Sensibilité au botrytis

Observation de l'attaque de pourriture à la vendange sur un échantillon de 50 grappes par répétition, en estimant la proportion atteinte sur chaque grappe à l'aide des classes suivantes: 0, 1/10, 1/4, 1/2, 3/4, 9/10, 10/10.

Analyse des moûts

Détermination de la teneur en sucre, pH, acidité totale (exprimée en acide tartrique), acide tartrique, acide malique et azote assimilable au foulage (Aerny 1996). >

Vinifications et analyses sensorielles

De 2011 à 2015, les différentes variantes ont été vinifiées selon un protocole standard. Les moûts n'ont pas été corrigés en azote assimilable et n'ont pas subi de désacidification. Les analyses courantes des vins et des moûts ont été effectuées selon le *Manuel suisse des denrées alimentaires*.

Les vins ont été dégustés, quelques semaines après la mise en bouteilles, par le panel interne d'Agroscope. Ils ont été évalués sur 22 critères selon une échelle de notation allant de 1 (faible, mauvais) à 7 (élevé, excellent).

Résultats et discussion

Composantes du rendement, production (fig. 1) et morphologie des grappes (fig. 2)

Les observations effectuées de 2011 à 2015 montrent pour les clones 1 (RAC55) et 5, conduits en taille longue

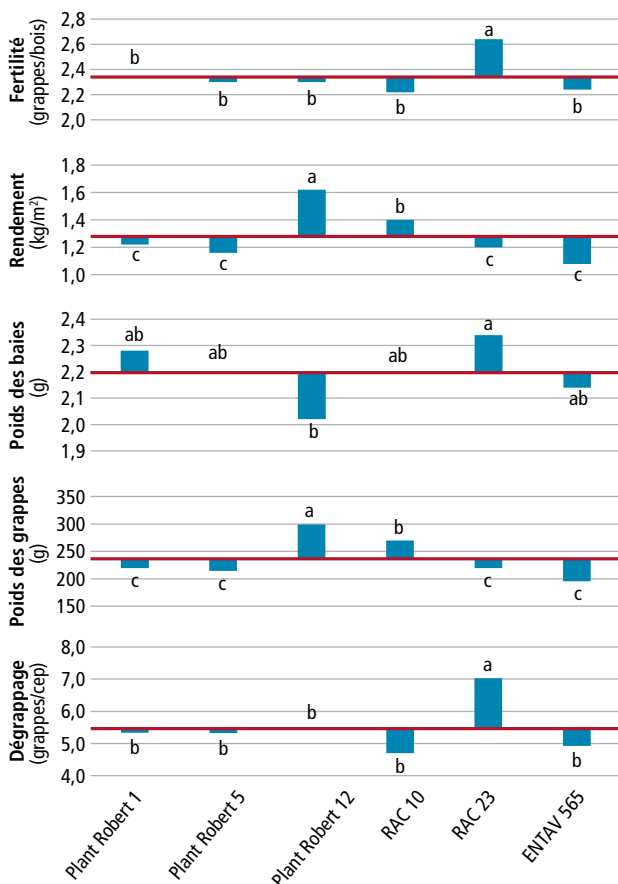


Figure 1 | Comparaison de clones de Gamay à Pully. Composantes du rendement: fertilité des bourgeons, rendement, poids des baies, poids des grappes et intensité du dégrappage. Moyennes 2011-2015. La ligne de base correspond à la moyenne des six clones. Les données munies d'une lettre commune ne se distinguent pas significativement ($p = 0,05$).

et issus de la population «Plant Robert», un potentiel de production suffisant mais plutôt modéré, voisin de celui du clone ENTAV565, réputé en France comme peu productif et très qualitatif (IVV 2007). Le clone suisse RAC23 s'en rapproche pour ce qui est de la taille des grappes, mais présente, quant à lui, une fertilité des bourgeons supérieure. La morphologie des grappes des clones 1 et 5 de Gamay «Plant Robert» est caractérisée par une compacité moyenne liée à du millerandage alternant dans la même grappe avec des baies normalement constituées (fig. 3), ce qui est également observé pour le clone RAC 23. Le clone de Gamay «Plant Robert» 12 se comporte très différemment, avec un potentiel de rendement très élevé, lié à la production de grandes grappes

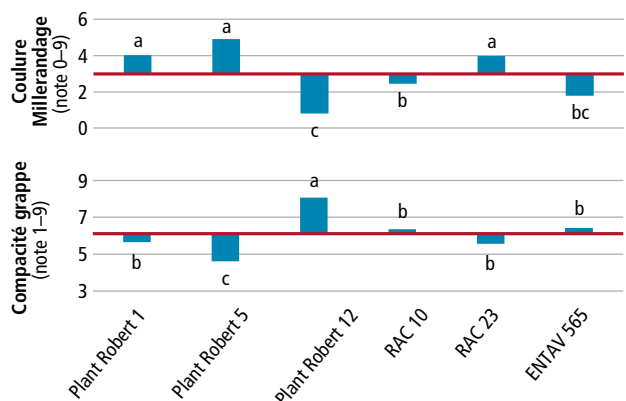


Figure 2 | Comparaison de clones de Gamay à Pully. Morphologie des grappes: intensité de la coulure et du millerandage, compacité des grappes. Moyennes 2011-2015. La ligne de base correspond à la moyenne des six clones. Les données munies d'une lettre commune ne se distinguent pas significativement ($p = 0,05$).



Figure 3 | Grappe de Gamay «Plant Robert» 1 (RAC55). Panachage de baies normalement constituées et millerandées.

très compactes et très peu millerandées. Ces différences très importantes à l'intérieur même de la population de Gamay «Plant Robert» sont conformes aux observations faites entre les 13 clones étudiés dans la phase de pré-sélection des clones candidats de Gamay «Plant Robert».

Le clone de référence RAC 10 présente, quant à lui, un potentiel de rendement élevé lié à la production de grandes grappes épaulées, mais moins compactes que celles du clone de Gamay «Plant Robert» 12.

Vigueur (fig. 4)

Le niveau de vigueur, mesuré par le pesage des bois de taille, est assez bien lié, et ce de manière inversement proportionnelle au niveau de productivité des différents clones. Les clones de Gamay «Plant Robert» 1 et 5 se distinguent par la vigueur la plus élevée.

Sensibilité à la pourriture grise

Durant la période d'expérimentation, de 2011 à 2015, les conditions n'ont jamais été favorables au développement de la pourriture grise. Les taux d'attaque sont toujours restés inférieurs à 1 %, ce qui n'a pas permis de mettre en évidence de différences significatives entre

les clones. Toutefois, comme les différences clones de sensibilité à *Botrytis cinerea* à l'intérieur d'un même cépage sont très souvent liées à la morphologie des grappes (Spring *et al.* 2016), on peut supposer que les clones 1 et 5 de Gamay «Plant Robert» présentent des caractéristiques plutôt favorables à ce titre.

Composition des moûts

Le clone ENTAV 565 a présenté des teneurs en sucre des moûts supérieures et le clone RAC10 inférieures à la moyenne (fig. 5). Quant à l'acidité totale des moûts et sa composition (fig. 6), les clones de Gamay «Plant Robert» 1 et 5 présentent un profil proche et très particulier, avec des valeurs plus élevées d'acide tartrique et plus faibles d'acide malique.

Composition phénolique des vins

Les différences analytiques au niveau des vins touchent essentiellement leur composition phénolique (fig. 7). Le clone ENTAV 565 ainsi que le clone de Gamay «Plant Robert» 1 (RAC55) et 5 dans une moindre mesure fournissent des vins plus riches en polyphénols, plus colorés, avec une nuance de couleur plus violacée. »

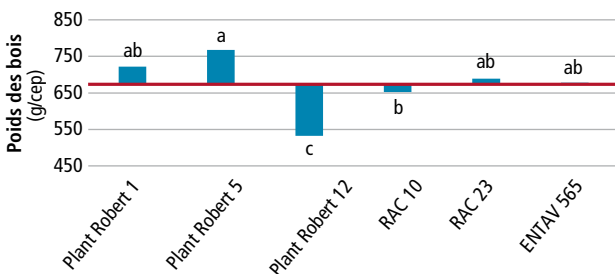


Figure 4 | Comparaison de clones de Gamay à Pully. Poids des bois de taille. Moyennes 2011–2015. La ligne de base correspond à la moyenne des six clones. Les données munies d'une lettre commune ne se distinguent pas significativement ($p = 0,05$).

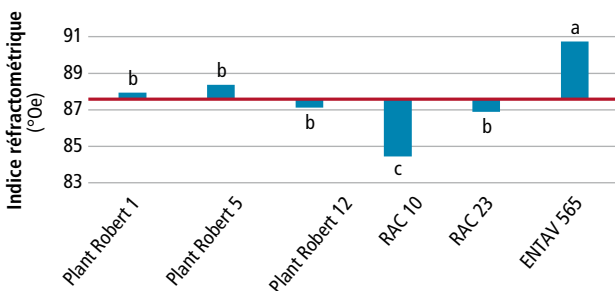


Figure 5 | Comparaison de clones de Gamay à Pully. Indice réfractométrique des moûts. Moyennes 2011–2015. La ligne de base correspond à la moyenne des six clones. Les données munies d'une lettre commune ne se distinguent pas significativement ($p = 0,05$).

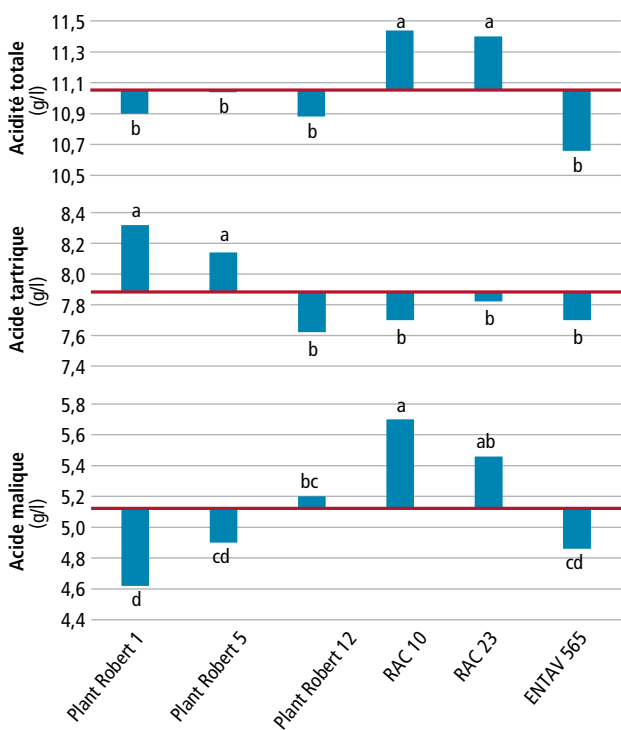


Figure 6 | Comparaison de clones de Gamay à Pully. Teneurs en acidité totale (exprimée en acide tartrique), acide tartrique et acide malique des moûts. Moyennes 2011–2015. La ligne de base correspond à la moyenne des six clones. Les données munies d'une lettre commune ne se distinguent pas significativement ($p = 0,05$).

Analyse sensorielle

La figure 8 réunit les principaux critères issus de l'analyse sensorielle des vins. Pour la plupart des critères, le clone ENTAV 565 se démarque positivement et RAC10 plutôt négativement. Les clones de Gamay «Plant Robert» 1 et 5 ainsi que RAC23 se classent, selon les millésimes et pour le potentiel œnologique, dans le groupe médian ou de tête.

Conclusions

- Sur la base d'une prospection effectuée sur du matériel issu historiquement de la population de Gamay dite «Plant Robert», treize clones exempts de viroses graves ont pu être introduits en collection d'étude.
- Suite à quelques années d'observation, trois clones candidats particulièrement prometteurs ont pu être sélectionnés.
- Leurs performances agronomiques et œnologiques ont été analysées en comparaison avec des clones de références suisses (RAC 10 et RAC23) et français (ENTAV 565) dans un essai mis en place en 2008 sur le domaine expérimental Agroscope de Pully.
- Les observations effectuées de 2011 à 2015 ont

permis de proposer à l'agrément un nouveau clone (RAC55) issu de cette population de Gamay dite «Plant Robert», qui sera introduit dès le printemps 2017 dans la filière de certification suisse.

- Ce nouveau clone de Gamay RAC55 se caractérise par un potentiel de rendement modéré et des grappes de dimensions et de compacité moyennes, comportant des baies normalement constituées et millerandées.
- De vigueur plutôt élevée, ce clone fournit, pour des taux de sucres voisins de la moyenne, des moûts plutôt riches en acide tartrique et pauvres en acide malique.
- Les vins produits par ce clone, relativement riches en composés phénoliques, se classent dans le groupe médian ou de tête en dégustation.

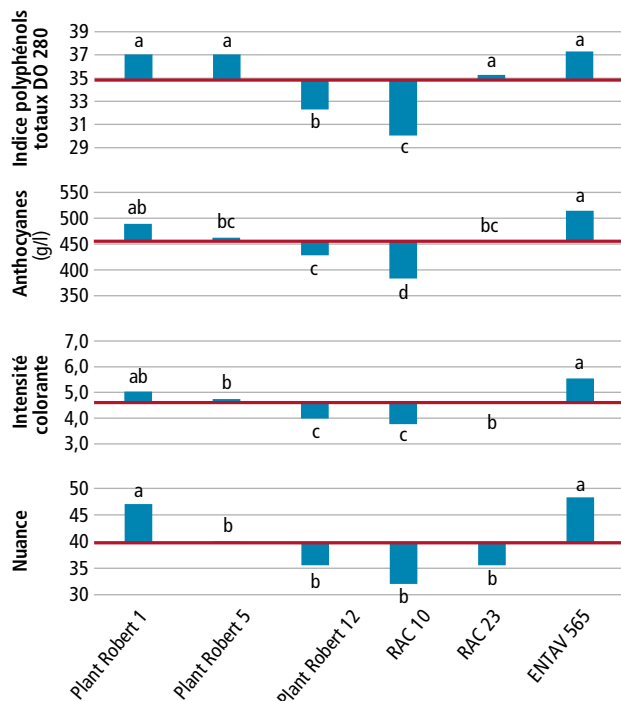


Figure 7 | Comparaison de clones de Gamay à Pully. Composition phénolique et couleur des vins: IPP (DO 280), anthocyanes, indice d'intensité colorante des vins et nuance de la couleur. Moyennes 2011-2015. La ligne de base correspond à la moyenne des six clones. Les données munies d'une lettre commune ne se distinguent pas significativement (p = 0,05).

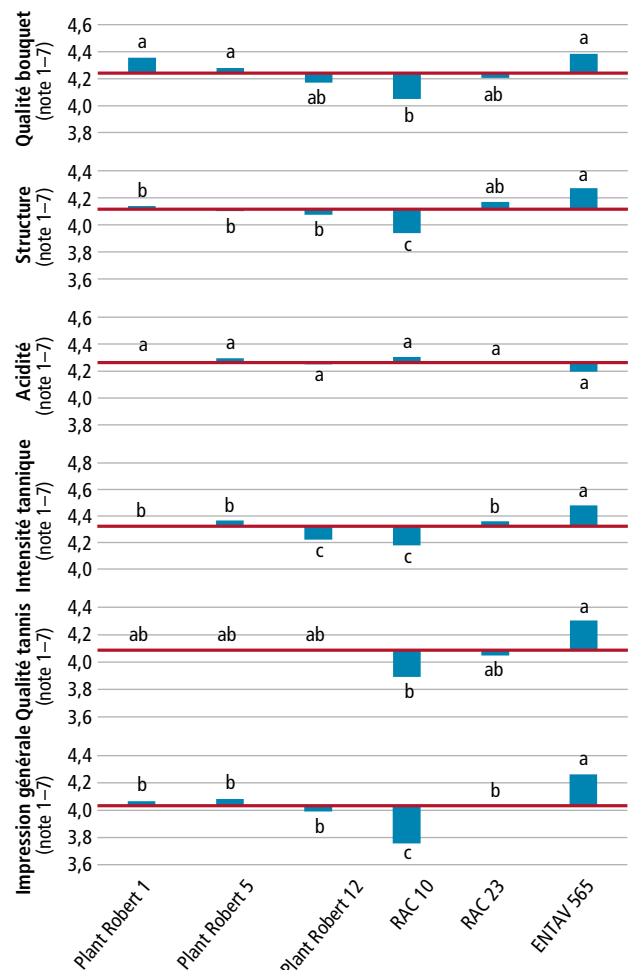


Figure 8 | Comparaison de clones de Gamay à Pully. Appréciation organoleptique des vins sur les critères de qualité du bouquet, structure, acidité, intensité et qualité des tannins, impression générale des vins. Moyennes 2011-2015. Notes de 1 (= faible, mauvais) à 7 (= élevé, excellent). La ligne de base correspond à la moyenne des six clones. Les données munies d'une lettre commune ne se distinguent pas significativement (p = 0,05).

Summary**New Gamay clone selected by Agroscope from the said population “Plant Robert”**

A survey carried out on vine stocks historically derived from a Gamay population known as ‘Plant Robert’ has allowed 13 clones free from major viral diseases to be introduced into a study collection. The agronomic and oenological performances of the three most promising candidates were studied in comparison with standard Swiss (RAC 10 and RAC23) and French (ENTAV 565) clones as part of a trial conducted on the Agroscope experimental field in Pully from 2011 to 2015. The observations made have enabled the offering of a new clone (RAC55) derived from the Gamay population known as ‘Plant Robert’, characterised by a moderate production potential and a high level of quality. This clone will be placed on the pathway to Swiss certification in spring 2017.

Key words: grapevine, Gamay, Plant Robert, clonal selection, wine quality

Zusammenfassung**Neuer Gamay-Klon von Agroscope gezüchtet aus der Population «Plant Robert»**

Dank der Untersuchung von Rebstöcken, die ursprünglich von der Gamay-Population «Plant Robert» abstammten, konnten 13 virosefreie Klone in die Versuchsreihe aufgenommen werden. Im Rahmen des Versuchs auf dem Agroscope-Standort Pully wurden, von 2011 bis 2015, die agronomischen und önologischen Leistungen der drei interessantesten Kandidaten mit schweizerischen (RAC 10 und RAC23) und französischen (ENTAV 565) Standardklonen verglichen. Die durchgeführten Beobachtungen erlaubten es, einen neuen Klon (RAC55) zu züchten, der von der Gamay Population «Plant Robert» abstammt. Dieser zeichnet sich durch ein mittleres Produktionspotenzial und eine hohe Qualität aus. Der Klon kann im Frühling 2017 der Schweizer Zertifizierung übergeben werden.

Riassunto**Nuovo clone di Gamay selezionato ad Agroscope a partire dalla popolazione detta «Plant Robert»**

Una ricerca effettuata su ceppi storicamente provenienti da un vitigno di Gamay detto «Plant Robert» ha permesso di introdurre una raccolta di studio di 13 cloni esenti da virus gravi. Le prestazioni agronomiche ed enologiche dei tre candidati più interessanti sono state studiate nel confronto con dei cloni standard svizzeri (RAC 10 e RAC23) e francesi (ENTAV 565) nel quadro di una ricerca sperimentale presso la sede di Agroscope a Pully dal 2011 al 2015. Le osservazioni effettuate hanno permesso di proporre un nuovo clone (RAC 55) proveniente dal vitigno di Gamay detto «Plant Robert» che si caratterizza per un potenziale di produzione moderato e un buon livello qualitativo. Questo clone sarà introdotto nella selezione certificata svizzera a partire dalla primavera 2017.

Remerciements

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

Bibliographie

- Aerny J., 1996. Composés azotés des moûts et des vins. *Revue suisse Vitic. Arboric. Hortic.* 28 (3), 161–165.
- Blanchet R., 1852. Notice sur les différents plants de vigne cultivés dans le canton de Vaud. Imp. Corbaz et Robellaz, Lausanne, 32 p.
- Bowers J., Boursiquot J.M., This P., Chu K., Johansson H. & Meredith C., 1999. Historical genetics: the parentage of Chardonnay, Gamay and other wine grapes of northeastern France. *Science* 285 (5433): 1562–1565.
- Burnat J. & Anken I., 1911. Les cépages-greffons ou essai d'ampélographie vaudoise. Ed. Georg, Genève, 126 p.
- Dupraz P. & Spring J.-L., 2010. Cépages, principales variétés de vigne cultivées en Suisse. AMTRA, 62–63.
- IVV, 2007. Catalogue des variétés et clones de vigne cultivés en France, 2^e édition. Ed. Institut français de la Vigne et du Vin (ENTAV-ITV France), 455 p.
- Maigre D., Brugger J. J. & Gugerli P., 2003. Sauvegarde, conservation et valorisation de la diversité génétique de la vigne en Valais (Suisse). *Bulletin de l'OIV* [1]76 / 865-866, 230–241.
- Spring J.-L., Reynard J.-S., Zufferey V., Verdenal T., Duruz P., Viret O., Favre G. & Frey U., 2016. Diversité intra-variétale et sélection clonale de la Petite Arvine. *Revue suisse Vitic. Arboric. Hortic.* 48 (3), 156–163.
- Spring J.-L. & Reynard J.-S., 2017. Sélection clonale d'Agroscope. Catalogue des clones diffusés par la filière de certification suisse: mise à jour 2016. *Revue suisse Vitic. Arboric. Hortic.* 49 (1), 75–78.
- Viala P. & Vermorel V., 1902. Traité général de viticulture. Ampélographie. Tome III, 6–24. Ed. Masson et C^{ie}, Paris.



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



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

Qualité, conseil, service

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

Rencontrons-nous :

Plus d'informations :

00 33 (0)4 79 28 54 18

www.pepinieres-viticoles-fay.fr

RUBI c'est du liège, une chimie douce et rien d'autre...

Bouchon micro grains composé de pulpe de liège fabriqué par moulage individuel

- Fraicheur des arômes
- Finesse
- Neutralité
- Sécurité
- Pas de goût de bouchon

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

www.gaud-bouchons.ch

NOUVEAU
Homologué en viticulture contre l'oïdium

Vitisan

Bicarbonat de potassium contre l'oïdium en viticulture

- Bonne efficacité et sélectivité
- Prix compétitif



Andermatt Biocontrol

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

DUVOISIN Puidoux

Tondeuse CARONI **Pulvérisateur WEBER**

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

GIGANDET SA

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

Atelier mécanique
Machines viticoles
et vinicoles

VENTE - SERVICE - RÉPARATION - RÉVISION



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

Votre spécialiste
BUCHER
vaslin

AgriTechno

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



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

AgriTechno

Z.I. En Publoz 11 • CH-1073 Savigny • Tél. 021 784 19 60
E-mail: info@agritechno.ch • www.agritechno.ch



www.zimmermannsa.ch

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

BON DE CHF 100.-

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

**CMZimmermann SA
1268 BEGNINS**

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

Ce bon n'est valable qu'une seule fois



Le rapport feuille-fruit de la vigne influence l'accumulation d'azote dans le raisin

Thibaut VERDENAL¹, Jorge E. SPANGENBERG², Vivian ZUFFEREY¹, Jean-Laurent SPRING¹, Ágnes DIENES-NAGY¹, Fabrice LORENZINI¹, Sylvain SCHNEE¹, Katia GINDRO¹ et Olivier VIRET³

¹Agroscope, Changins, 1260 Nyon, Suisse

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

³Service de l'agriculture et de la viticulture (SAVI), 1110 Morges

Renseignements: Thibaut Verdenal, e-mail: thibaut.verdenal@agroscope.admin.ch, tél. +41 58 468 65 60, www.agroscope.admin.ch



De la vigne à l'échantillon conditionné en poudre (Pully, 2013)

Introduction

La teneur en azote assimilable par les levures (N assimilable) dans le moût est un paramètre déterminant pour la qualité des vins – particulièrement les vins blancs –, car sa concentration et sa composition agissent sur le déroulement de la fermentation alcoolique et sur la formation des composés aromatiques (Lorenzini 1996; Bell et Henschke 2005). Dans le cas d'une parcelle de vignes prédisposées à la carence en N assimilable dans le moût, de l'urée foliaire peut être appliquée à la véraison dans le but d'en corriger sa teneur (Spring et Lorenzini 2006; Lacroux *et al.* 2008; Hannam *et al.* 2013; Nisbet *et al.* 2014). Cependant, Spring *et al.* (2012) ont observé des cas de moûts carencés en N assimilable issus de vignes pourtant vigoureuses en absence de contrainte hydrique et sur des sols suffisamment riches en azote, et ont pu expliquer ce fait par un phénomène de dilution de l'azote assimilé dans les haies foliaires surdimensionnées. L'assimilation et la distribution de N dans la plante sont des processus clés dans la produc-

tion de raisins de qualité. Par conséquent, les techniques culturales et les paramètres physiologiques qui peuvent améliorer l'efficacité de la fertilisation azotée – période d'application (Lasa *et al.* 2012), gestion du feuillage et régulation du rendement (Murisier et Zufferey 1997) – doivent être optimisés afin de favoriser l'accumulation de N assimilable dans le moût. Le rapport feuille-fruit – surface foliaire exposée par quantité de fruits (m²/kg) – est reconnu comme étant un paramètre important: d'une part, la surface foliaire, en tant que «source» de nutriments, influence les échanges gazeux et la quantité d'hydrates de carbone disponibles par la photosynthèse pour la croissance végétative et la maturation des raisins; d'autre part, les raisins, en tant que «puits» de nutriments, influencent la quantité nécessaire de carbone et d'azote pour leur maturation (Morinaga *et al.* 2003; Kliewer et Dokoozlian 2005). Le but de cet essai était de mieux comprendre la répartition de N dans la vigne après un apport d'urée foliaire, en fonction de la hauteur du feuillage et du rendement.

Matériel et méthodes

Parcelle expérimentale

L'essai a été conduit en 2013 à Pully (VD, Suisse) sur une parcelle homogène de Chasselas (clone 800, porte-greffe 3309C) plantée en 2007 (densité 2,0 x 0,85 m). Cette année-là, les précipitations annuelles s'élevaient à 930 mm et la température journalière pendant la période végétative (avril-octobre) était de 15,7 °C (station météo de Pully, www.agrométéo.ch). Le sol colluvial est composé de 17 % d'argile, 46 % de sable et 4 % de calcaire (CaCO₃). La matière organique est de 1,7 % et il n'y a pas eu de carence visible en éléments P, K, Mg et B. Le sol est profond et la réserve utile en eau importante (>250 mm). Les vignes ont été taillées en Guyot simple (sept rameaux par cep).

Dispositif expérimental

Cinq variantes (A, B, C, D, E) de cinq ceps chacune ont été mises en place (tabl. 1), avec l'intention d'obtenir une large variation du rapport feuille-fruit. Deux facteurs de variabilité ont été choisis: la hauteur de feuillage (90 ou 150 cm) et la charge en fruits (5 ou 10 grappes par cep). La régulation du rendement a été faite en juillet, peu avant la fermeture des grappes.

Les variantes B, C, D et E ont reçu 5 kg N/ha par semaine sous forme d'urée foliaire pendant les quatre semaines autour de la véraison (10 atom % ¹⁵N; CH₄N₂O; Sigma-Aldrich; dilution 3,3 % m/v). La variante A était le témoin sans urée.

Mesures et calculs

La croissance végétative et le développement de la vigne ont été suivis au cours de la saison: stades phénologiques, indice chlorophyllien, surface foliaire exposée (SFE), poids de rognage, fertilité et rendement. A la vendange, chacun des 25 ceps a été arraché et divisé en cinq parties: 1) racines, 2) tronc (branche à fruits incluse), 3) canopée (rameaux, feuilles et rognages col-

Tableau 1 | Description des cinq variantes de l'essai.

5 kg d'urée par ha ont été appliqués une fois par semaine pendant quatre semaines autour de la véraison. La dilution de l'urée était de 3,3 % m/v. La variante témoin A n'a pas reçu d'azote (cv. Chasselas, Pully, 2013).

| Variante | Hauteur feuillage (cm) | Charge en fruits (grappes/cep) | Fertilisation (kg N/ha) |
|------------|------------------------|--------------------------------|-------------------------|
| A (témoin) | 150 | 5 | 0 |
| B | 150 | 5 | 20 |
| C | 150 | 10 | 20 |
| D | 90 | 5 | 20 |
| E | 90 | 10 | 20 |

Résumé ■ Un essai a été mis en place sur le cépage *Vitis vinifera* Chasselas avec deux variables: 1) la hauteur de feuillage (90 ou 150 cm), et 2) la charge en fruits (5 ou 10 grappes par cep). De l'urée marquée isotopiquement (10 atom % ¹⁵N) a été appliquée à la véraison afin d'observer sa répartition dans la vigne au moment des vendanges. Le rapport feuille-fruit a varié de 0,4 à 1,6 m²/kg. La distribution de l'azote total et de l'azote foliaire a été principalement affectée par la hauteur de feuillage. Un feuillage surdimensionné (+31 % matière sèche) a entraîné une baisse de concentration de l'azote total dans toute la plante (-17 %), et plus particulièrement une baisse de la quantité d'azote assimilable dans le moût (-53 %). Dans le cas d'un rapport feuille-fruit insuffisant, le niveau de maturité des raisins a été péjoré.

lectés en cours de saison), 4) marc et 5) moût. Chaque partie de cep a été séchée pour déterminer la matière sèche (g), puis mise en poudre (<1300 μm) (laboratoire Sol-Conseil, Gland, VD). Les moûts ont quant à eux été lyophilisés.

L'azote organique total (N total, % m.s.) et les rapports isotopiques ¹⁵N/¹⁴N (δ¹⁵N) ont été quantifiés avec un spectrophotomètre de masse (EA-IRMS). 100 ml de moût par cep ont également été analysés avec un spectrophotomètre à infrarouge (Winescan FOSS, Hillerød, Denmark) afin de quantifier le pH, les sucres (°Oe), l'acidité totale (g/l éq. acide tartrique), les acides tartrique et malique (g/l) et le N assimilable (mg/l). Les acides aminés libres (AA, mg N/l, en considérant tous les atomes de N) ont été déterminés et quantifiés par chromatographie en phase liquide à haute pression (HPLC). L'ammonium (NH₄⁺; mg N/l) a été mesuré avec un kit enzymatique (Boehringer, Mannheim, Allemagne). L'indice de maturité a été calculé selon la formule:

$$\text{Indice de maturité} = \frac{\text{°Brix} * 100}{\text{AT}}$$

Pour chaque partie de vigne, les paramètres suivants ont été calculés selon la méthode détaillée par Verdenal *et al.* (2016):

- La quantité totale de N (QN, g).
- L'abondance de ¹⁵N (A %): proportion de ¹⁵N pour 100 atomes de N.
- L'abondance relative spécifique (% N total): part du N total provenant de l'apport d'urée. L'abondance relative représente également la force d'appel de l'organe, indépendamment de sa taille.

- La quantité de N foliaire (g) acquis après l'apport d'urée.
- La répartition du nouvel azote par organe (% P_{organe}) a été calculée. Les valeurs de % P_{organe} des cinq parties du cep totalisent 100 %.

Les différences entre variantes ont été évaluées par ANOVA ($P < 0,05$), puis par le test de Newman-Keuls, avec le programme XLSTAT 2014.2.02 (Addinsoft, Paris, France). La structure en split-plot de l'essai – lorsque l'on ne tient pas compte de la variante témoin – a permis de déterminer séparément les impacts de chaque variable et leur interaction.

Résultats

Développement physiologique et composition du moût

Le millésime 2013 a entraîné un développement phénologique tardif: pleine floraison le 4 juillet, véraison le 23 août, vendange de l'essai le 9 octobre. La fertilité moyenne était de 1,8 grappe par rameau sans différence de vigueur entre les variantes. La maîtrise des

deux facteurs de variabilité a permis l'obtention d'un rapport feuille-fruit allant de 0,4 à 1,6 m²/kg, influençant grandement la composition du moût (tabl. 2).

L'indice de maturité a fluctué entre 173 et 197: les sucres solubles des moûts ont varié de 16,0 °Brix dans la variante E à 18,2 °Brix dans la variante B. Comme l'indique la figure 1, le degré Brix était initialement positivement corrélé au rapport feuille-fruit ($R^2 = 0,86$), puis il a atteint un palier lorsque le rapport feuille-fruit dépassait 1,2 m²/kg environ. L'acidité totale – particulièrement l'acide malique – a été, quant à elle, négativement corrélée avec la hauteur de feuillage. La variante témoin A se distinguait de la variante B uniquement par sa concentration en N assimilable nettement inférieure (93 contre 143 mg/l).

Impact sur la répartition de l'azote dans la vigne

La teneur moyenne en N total dans la vigne a été de 0,84 % m.s. et a varié de 0,28 % m.s. dans le moût à 1,69 % m.s. dans le marc (tabl. 3). La teneur en N total a globalement baissé dans tous les organes lorsque le feuillage était plus développé (-17 % pour la plante

Tableau 2 | Effet de la hauteur de feuillage et du rendement sur les paramètres physiologiques de la vigne, sur les composantes du rendement et sur la composition des moûts à la vendange. Pour chaque variable, la moyenne de deux variantes est présentée. Une p-value notée en gras indique une différence significative entre les deux variantes. B (5 grappes; 150 cm feuillage), C (10; 150), D (5; 90) et E (10; 90). (cv. Chasselas, Pully, 2013)

| Variable | Control A | Charge en fruits par cep | | | Hauteur feuillage | | | Interaction p-value |
|--|-----------|--------------------------|--------------------------|--------------------|---------------------|----------------------|--------------------|---------------------|
| | | 5 grappes (moyenne B-D) | 10 grappes (moyenne C-E) | p-value | 90 cm (moyenne D-E) | 150 cm (moyenne B-C) | p-value | |
| Fertilité (grappes/rameau) | 1,9 | 1,8 | 1,8 | 0,723 | 1,9 | 1,7 | 0,060 | 0,953 |
| SFE (m ² /m ²) | 1,5 | 1,2 | 1,1 | – | 0,9 | 1,4 | – | – |
| Rognages totaux (g/plant) | 452 | 447 | 429 | 0,599 | 524 | 351 | 0,002 | 0,216 |
| Rapport feuille-fruit (m ² /kg) | 1,4 | 1,2 | 0,5 | – | 0,6 | 1,1 | – | – |
| Rendement (kg/plant) | 1,9 | 2,0 | 3,8 | < 0,0001 | 3,1 | 2,8 | 0,097 | 0,055 |
| Sucres solubles (°Brix) | 18 | 17,7 | 16,5 | < 0,0001 | 16,6 | 17,6 | 0,001 | 0,652 |
| Acidité totale (g/l) | 9 | 9,1 | 9,4 | 0,130 | 9,6 | 8,9 | 0,005 | 0,766 |
| Indice de maturité | 202 | 195 | 175 | 0,002 | 173 | 197 | 0,001 | 0,508 |
| pH | 3,1 | 3,1 | 3,1 | 0,400 | 3,1 | 3,1 | 0,488 | 0,219 |
| N assimilable (mg/l) | 93 | 178 | 194 | 0,197 | 222 | 151 | < 0,0001 | 0,982 |

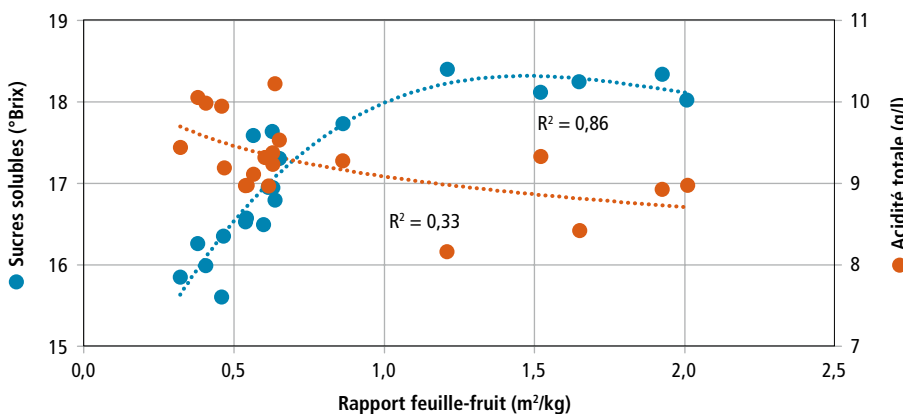


Figure 1 | Impact du rapport feuille-fruit sur la teneur en sucres solubles et l'acidité totale dans le moût à la vendange (cv. Chasselas, Pully, 2013).

entière); par contre, elle n'a été influencée par le rendement que dans le moût et dans les racines (respectivement +15 % et -7 %). La quantité totale de N dans la vigne entière a été de 15,5g en moyenne. Cette quantité a augmenté avec le rendement, mais elle a été in-

dépendante de la hauteur du feuillage. La canopée contenait en moyenne 50 % de la quantité totale de N de la vigne entière.

Bien que ne contenant en moyenne que 6 % du N total de la vigne, le moût a présenté la plus forte abon-

Tableau 3 | Effet de la hauteur de feuillage et du rendement sur le poids de matière sèche, sur la teneur et sur la quantité en N total dans chaque organe à la vendange. Pour chaque variable, la moyenne de deux variantes est présentée. Une p-value notée en gras indique une différence significative entre les deux variantes. B (5 grappes; 150 cm feuillage), C (10; 150), D (5; 90) et E (10; 90). (cv. Chasselas, Pully, 2013)

| Variable | Organe | Control A | Charge en fruits par cep | | | Hauteur feuillage | | | Interaction p-value |
|--------------------------|----------------|-----------|--------------------------|--------------------------|-----------------|---------------------|----------------------|-----------------|---------------------|
| | | | 5 grappes (moyenne B-D) | 10 grappes (moyenne C-E) | p-value | 90 cm (moyenne D-E) | 150 cm (moyenne B-C) | p-value | |
| Matière sèche (g) | Moût | 232 | 254 | 458 | < 0,0001 | 374 | 339 | 0,140 | 0,135 |
| | Marc | 110 | 113 | 206 | < 0,0001 | 162 | 156 | 0,635 | 0,055 |
| | Canopée | 734 | 649 | 597 | 0,283 | 543 | 703 | 0,012 | 0,349 |
| | Tronc | 436 | 386 | 414 | 0,341 | 393 | 408 | 0,550 | 0,747 |
| | Racines | 258 | 281 | 296 | 0,683 | 271 | 305 | 0,291 | 0,814 |
| | Plante entière | 1770 | 1684 | 1971 | 0,046 | 1742 | 1912 | 0,117 | 0,818 |
| Teneur en N total (% MS) | Moût | 0,13 | 0,26 | 0,30 | 0,05 | 0,35 | 0,21 | < 0,0001 | 0,684 |
| | Marc | 1,34 | 1,70 | 1,67 | 0,727 | 1,79 | 1,58 | 0,028 | 0,716 |
| | Canopée | 1,20 | 1,19 | 1,28 | 0,153 | 1,31 | 1,16 | 0,013 | 0,630 |
| | Tronc | 0,39 | 0,44 | 0,42 | 0,052 | 0,46 | 0,40 | 0,002 | 0,538 |
| | Racines | 0,70 | 0,82 | 0,76 | 0,037 | 0,89 | 0,68 | < 0,0001 | 0,722 |
| | Plante entière | 0,79 | 0,85 | 0,83 | 0,474 | 0,89 | 0,79 | 0,0001 | 0,404 |
| Quantité de N total (g) | Moût | 0,31 | 0,70 | 1,35 | < 0,0001 | 1,33 | 0,72 | 0,0001 | 0,660 |
| | Marc | 1,47 | 1,90 | 3,38 | < 0,0001 | 2,87 | 2,41 | 0,006 | 0,009 |
| | Canopée | 8,76 | 7,63 | 7,51 | 0,735 | 7,08 | 8,06 | 0,034 | 0,093 |
| | Tronc | 1,69 | 1,69 | 1,75 | 0,681 | 1,80 | 1,64 | 0,137 | 0,816 |
| | Racines | 1,81 | 2,28 | 2,29 | 0,970 | 2,43 | 2,14 | 0,414 | 0,887 |
| | Plante entière | 14,04 | 14,21 | 16,27 | 0,025 | 15,52 | 14,96 | 0,433 | 0,651 |

Tableau 4 | Effet de la hauteur de feuillage et du rendement sur l'abondance relative, sur le N foliaire (issu de l'apport d'urée) et sur sa répartition dans la vigne à la vendange. Pour chaque variable, la moyenne de deux variantes est présentée. Une p-value notée en gras indique une différence significative entre les deux variantes. B (5 grappes; 150 cm feuillage), C (10; 150), D (5; 90) et E (10; 90). (cv. Chasselas, Pully, 2013)

| Variable | Organe | Charge en fruits par cep | | | Hauteur feuillage | | | Interaction p-value |
|--|----------------|--------------------------|--------------------------|-----------------|---------------------|----------------------|-----------------|---------------------|
| | | 5 grappes (moyenne B-D) | 10 grappes (moyenne C-E) | p-value | 90 cm (moyenne D-E) | 150 cm (moyenne B-C) | p-value | |
| Abondance relative du N foliaire (% TON) | Moût | 24 | 22 | 0,002 | 24 | 21 | 0,007 | 0,001 |
| | Marc | 18 | 16 | 0,012 | 18 | 16 | 0,016 | 0,001 |
| | Canopée | 9 | 9 | 0,793 | 9 | 9 | 0,934 | 0,233 |
| | Tronc | 10 | 8 | 0,0001 | 9 | 9 | 0,873 | 0,013 |
| | Racines | 7 | 4 | 0,0001 | 4 | 7 | 0,003 | 0,373 |
| | Plante entière | 12 | 12 | 0,302 | 12 | 11 | 0,199 | 0,001 |
| Quantité de N foliaire (g) | Moût | 0,17 | 0,30 | 0,0001 | 0,32 | 0,15 | 0,0001 | 0,512 |
| | Marc | 0,35 | 0,56 | < 0,0001 | 0,50 | 0,40 | 0,003 | 0,001 |
| | Canopée | 0,70 | 0,68 | 0,689 | 0,65 | 0,73 | 0,025 | 0,944 |
| | Tronc | 0,17 | 0,13 | 0,030 | 0,16 | 0,15 | 0,121 | 0,234 |
| | Racines | 0,16 | 0,08 | 0,0001 | 0,10 | 0,14 | 0,004 | 0,484 |
| | Plante entière | 1,55 | 1,74 | 0,063 | 1,73 | 1,57 | 0,028 | 0,186 |
| Répartition du N foliaire (%) | Moût | 11 | 17 | < 0,0001 | 18 | 9 | < 0,0001 | 0,291 |
| | Marc | 22 | 32 | < 0,0001 | 29 | 25 | 0,002 | 0,005 |
| | Canopée | 46 | 39 | 0,001 | 37 | 47 | < 0,0001 | 0,009 |
| | Tronc | 11 | 8 | < 0,0001 | 9 | 9 | 0,686 | 0,579 |
| | Racines | 11 | 5 | < 0,0001 | 6 | 9 | 0,001 | 0,045 |

dance relative de N foliaire (23 %). Ceci signifie, en d'autres termes, que presque un atome de N sur quatre dans le moût provenait de l'apport d'urée (tabl. 4). Cette abondance était péjorée lorsque le feuillage et le rendement étaient augmentés. A l'inverse, l'abondance relative en N foliaire est restée constante dans la canopée malgré le changement de hauteur de feuillage. La quantité de N foliaire dans la vigne entière a diminué de 9 % avec l'augmentation de la surface foliaire. Lorsque le rapport feuille-fruit a atteint le maximum de 1,6 m²/kg, la quantité de N foliaire dans les raisins a chuté (de 1,07 à 0,28 g, R² = 0,94) et celle dans les racines a augmenté (de 0,03 à 0,18 g, R² = 0,63) (fig. 2). Les

organes réserves (tronc et racines) ont ainsi bénéficié d'une plus grande part du N foliaire lorsque le rendement est plus faible. Dans la plante, près de 21 % du N foliaire s'est réparti dans le moût lorsque le rapport feuille-fruit a été le plus faible (variante E) (tabl. 4).

Impact sur l'azote assimilable dans le moût

Les concentrations dans le moût en acides aminés et en ammonium ont été nettement inférieures dans la variante témoin A (respectivement -50 % et -55 %) que dans la variante B (même hauteur de feuillage, même charge en fruits). La hausse du rendement a augmenté la teneur en ammonium du moût (+59 %), mais elle a eu

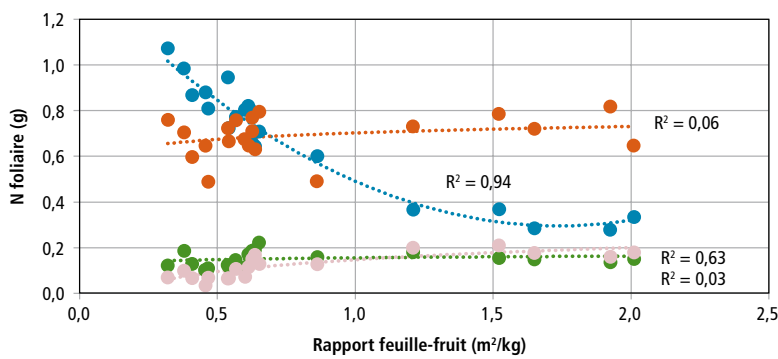


Figure 2 | Impact du rapport feuille-fruit sur l'accumulation de l'azote foliaire (issu de l'apport d'urée) dans chaque organe de la vigne à la vendange (cv. Chasselas, Pully, 2013).

Tableau 5 | Effet de la hauteur de feuillage et du rendement sur la concentration des acides aminés et de l'ammonium (mg N/l) dans le moût à la vendange. Pour chaque variable, la moyenne de deux variantes est présentée. Une p-value notée en gras indique une différence significative entre les deux variantes (cv. Chasselas, Pully, 2013)

| Acides-aminés (mg N/l) | Témoin A | Charge en fruits par cep | | | Hauteur feuillage | | | Interaction p value |
|------------------------------|----------|--------------------------|--------------------------|---------|---------------------|----------------------|----------|---------------------|
| | | 5 grappes (moyenne B-D) | 10 grappes (moyenne C-E) | p value | 90 cm (moyenne D-E) | 150 cm (moyenne B-C) | p value | |
| Arginine | 100,6 | 215,8 | 229,2 | 0,335 | 256,7 | 188,3 | < 0,0001 | 0,191 |
| Alanine | 7,0 | 17,0 | 18,0 | 0,513 | 21,9 | 13,1 | 0,001 | 0,223 |
| Thréonine | 6,5 | 10,5 | 13,1 | 0,005 | 14,1 | 9,5 | 0,000 | 0,291 |
| Acide glutamique | 6,0 | 6,2 | 5,1 | 0,077 | 6,4 | 4,9 | 0,003 | 0,483 |
| Acide aspartique | 5,8 | 4,8 | 5,1 | 0,549 | 5,5 | 4,3 | 0,000 | 0,835 |
| Sérine | 5,0 | 9,7 | 11,1 | 0,112 | 13,0 | 7,8 | 0,000 | 0,542 |
| Glycine | 4,5 | 4,7 | 4,6 | 0,524 | 4,7 | 4,6 | 0,164 | 0,160 |
| γ-aminobutyric acid | 3,4 | 5,7 | 6,7 | 0,009 | 6,6 | 5,8 | 0,189 | 0,634 |
| Glutamine | 3,3 | 7,9 | 12,2 | 0,107 | 16,2 | 3,9 | 0,004 | 0,488 |
| Histidine | 2,6 | 5,4 | 5,3 | 0,750 | 6,4 | 4,3 | < 0,0001 | 0,593 |
| Leucine | 2,4 | 3,2 | 4,0 | 0,056 | 4,8 | 2,4 | 0,001 | 0,815 |
| Valine | 1,4 | 2,3 | 2,5 | 0,407 | 2,9 | 1,9 | 0,000 | 0,430 |
| Tryptophane | 1,2 | 1,4 | 1,5 | 0,095 | 1,7 | 1,2 | 0,001 | 0,065 |
| Phénylalanine | 1,1 | 1,5 | 1,7 | 0,033 | 1,8 | 1,3 | 0,002 | 0,057 |
| Isoleucine | 0,8 | 1,0 | 1,3 | 0,022 | 1,5 | 0,9 | 0,001 | 0,834 |
| Asparagine | 0,7 | 1,1 | 1,3 | 0,279 | 1,7 | 0,6 | 0,000 | 0,346 |
| Tyrosine | 0,7 | 1,4 | 1,5 | 0,588 | 1,6 | 1,3 | 0,000 | 0,425 |
| Lysine | 0,5 | 0,8 | 0,9 | 0,001 | 1,0 | 0,8 | < 0,0001 | 0,145 |
| Méthionine | 0,5 | 0,8 | 1,2 | 0,002 | 1,4 | 0,6 | < 0,0001 | 0,107 |
| Cystine | n.d. | n.d. | n.d. | - | n.d. | n.d. | - | - |
| Total primary AA | 154,2 | 300,6 | 326,0 | 0,224 | 369,5 | 257,1 | < 0,0001 | 0,310 |
| NH ₄ ⁺ | 19,8 | 44,0 | 70,2 | 0,005 | 80,5 | 33,7 | < 0,0001 | 0,177 |

peu d'impact sur les concentrations des AA. À l'inverse, l'augmentation de la surface foliaire a entraîné une chute des concentrations en ammonium (-57 %) et en AA (-30 %), affectant presque toutes les concentrations de AA (tabl. 5).

Discussion

Les résultats de cet essai ont confirmé l'efficacité de l'apport d'urée foliaire à la véraison (augmentation significative de la teneur en N assimilable dans le moût). Concernant la vigueur (surface foliaire, poids de rognage), le rendement et la composition des moûts, aucune différence n'a pu être observée entre les variantes A et B. Le rapport feuille-fruit a quant à lui eu un impact important sur l'indice de maturité des raisins, ce qui confirme les résultats d'autres études (Murisier et Zuferey 1997; Kliewer et Dokoozlian 2005): une surface foliaire insuffisante affecte l'accumulation des sucres et la dégradation des acides, alors qu'un rendement excessif péjore uniquement l'accumulation des sucres.

Le marquage isotopique a indiqué que 48 % du N appliqué sous forme d'urée a réellement été assimilé par la vigne. Comparé à d'autres études qui présentaient des taux d'absorption proches de 30 % seulement (Jakovljevic *et al.* 1995; Verdenal *et al.* 2015), cette valeur est relativement bonne. Le taux d'absorption n'est pas corrélé au rapport feuille-fruit, mais semblerait être bien plus fonction des conditions climatiques et plus particulièrement d'une humidité relative élevée au moment de l'application (Porro *et al.* 2010; Eichert 2013).

L'impact de la hauteur de feuillage sur la concentration en N total de la vigne pourrait être due à une dilu-

tion de N dans le volume de la plante: pour une quantité de N constante, la teneur en N a diminué de 12 % lorsque la surface foliaire a augmenté de 55 %. Cela confirme les observations de Spring *et al.* (2012).

À l'inverse, malgré une augmentation du rendement, la concentration de N dans le moût est restée constante. Gonzalez-Real *et al.* (2008) ont observé la même relation dans le cas du poivron. Cependant, ce gain de N dans les raisins s'est fait au détriment de la teneur en N des organes de réserves (tronc et racines). Si le rendement est excessif durant plusieurs années, la baisse des réserves en N de la vigne pourrait être défavorable au développement durable de celle-ci.

Conclusions

- Un rapport feuille-fruit insuffisant ($< 1 \text{ m}^2/\text{kg}$) réduit le niveau de maturité des raisins à la vendange et limite le renouvellement des réserves en N dans le tronc et les racines.
- Une hauteur de feuillage excessive ($> 1,2 \text{ m}^2/\text{kg}$) réduit fortement la teneur en N de la vigne entière et peut induire une carence en N assimilable dans le moût.
- L'apport d'urée foliaire augmente significativement la concentration en N assimilable du moût et permet de corriger dans certains cas les carences en N assimilable des moûts.
- Un rapport feuille-fruit équilibré – environ $1,0\text{--}1,2 \text{ m}^2/\text{kg}$ dans le contexte du vignoble suisse – semble adapté pour garantir une maturation correcte des raisins de Chasselas, une teneur optimale en N assimilable, ainsi qu'un bon renouvellement des réserves en N de la vigne. ■

Remerciements

Les auteurs remercient Philippe Duruz, Etienne Barmes et Sébastien Bailly pour l'entretien des vignes et le travail réalisé lors de l'arrachage. Merci à l'équipe du laboratoire Sol-Conseil pour le soin apporté au séchage et au broyage des échantillons. Enfin, merci à l'équipe du laboratoire Qualité des vins d'Agroscope à Changins pour toutes les analyses réalisées sur les moûts.

Bibliographie

- Bell S.-J. & Henschke P. A., 2005. Implications of nitrogen nutrition for grapes, fermentation and wine. *Austr. J. Grape Wine Res.* **11**, 242–295.
- Eichert T., 2013. Foliar Nutrient Uptake—of Myths and Legends. *Acta Hort.* **984**, 69–75.
- González-Real M. M., Baille A. & Liu H. Q., 2008. Influence of fruit load on dry matter and N-distribution in sweet pepper plants. *Scientia Hort.* **117**, 307–315. doi: 10.1016/j.scienta.2008.05.026.
- Hannam K. D., Neilsen G. H., Forge T. & Neilsen D., 2013. The concentration of yeast assimilable nitrogen in Merlot grape juice is increased by N fertilization and reduced irrigation. *Can. J. Plant Sci.* **93**, 37–45.
- Jakovljevic M., Licina V. & Stajkovic M., 1995. Investigation of nitrogen uptake from fertilizers applied to grapevine. *Review of Research Work at the Faculty of Agriculture* **40**, 91–95.
- Kliewer W. M. & Dokoozlian N., 2005. Leaf Area/Crop Weight Ratios of Grapevines: Influence on Fruit Composition and Wine Quality. *Am. J. Enol. Vitic.* **56**, 170–181.
- Lacroux F., Tregoat O., van Leeuwen C., Pons A., Tominaga T., Lavigne-Cruège V. & Dubourdiou D., 2008. Effect of foliar nitrogen and sulfur application on aromatic expression of *Vitis vinifera* L. cv. Sauvignon blanc. *J. Int. Sci. Vigne Vin.* **42**, 125–132.2
- Lasá B., Menendez S., Sagastizabal K., Cervantes M. E. C., Irigoyen I., Muro J., Aparicio-Tejo P. M. & Ariz I., 2012. Foliar application of urea to 'Sauvignon Blanc' and 'Merlot' vines: doses and time of application. *Plant Growth Regul.* **67**, 73–81. ▶

Summary

The vine leaf-to-fruit ratio influences nitrogen accumulation in grapes

A trial was conducted on the cultivar *Vitis vinifera* Chasselas using two variables: 1) canopy height (90 or 150 cm), and 2) fruit load (5 or 10 clusters per vine). Isotopically labelled urea (10 atom % ^{15}N) was applied at veraison with the aim of tracking nitrogen (N) distribution in the plant at harvest. The leaf-to-fruit ratio ranged from 0.4 to 1.6 m²/kg. Total and foliar N partitioning were mainly affected by canopy height: an oversized canopy (+31 % dry matter) led to a reduction in total N concentration throughout the plant (-17 %), and more especially in the yeast assimilable N concentration in the must (-53 %). Conversely, in a situation of insufficient leaf-to-fruit ratio, fruit maturity at harvest was affected.

Key words: isotope labelling, yeast assimilable nitrogen, foliar fertilisation, partitioning, leaf-to-fruit ratio.

Zusammenfassung

Das Blatt-Frucht-Verhältnis der Rebe beeinflusst die Anreicherung von Stickstoff in der Traubenbeere

Mit *Vitis vinifera* Chasselas wurde ein Versuch mit zwei Variablen durchgeführt: 1) Laubhöhe (90 oder 150 cm) und 2) Fruchtbehang (5 oder 10 Trauben pro Rebstock). Isotopisch markierter Harnstoff (10 Atom % ^{15}N) wurde während der Blüte appliziert, um die Verteilung des Harnstoffs in der Rebe zum Zeitpunkt der Ernte zu beobachten. Das Blatt-Frucht-Verhältnis variierte zwischen 0,4 und 1,6 m²/kg. Die Verteilung des gesamten Stickstoffs und des Blattstickstoffs wurde hauptsächlich durch die Laubhöhe beeinflusst. Übermässiges Laub (+31 % Trockensubstanz) führte zu einer Abnahme der Konzentration des gesamten Stickstoffs in der Pflanze (-17 %) und zu einer Abnahme der assimilierbaren Stickstoffmenge im Traubenmost (-53 %). Ein ungenügendes Blatt-Fruchtverhältnis verschlechterte den Reifegrad der Trauben.

Riassunto

Il rapporto foglia/frutto influisce sull'accumulo di azoto nei grappoli

Sulla *Vitis vinifera* Chasselas è stato condotto un esperimento con due variabili: 1) altezza del fogliame (90 o 150 cm) e 2) carico di frutti (5 o 10 grappoli per ceppo). Dell'urea marcata isotopicamente (10 atom % ^{15}N) è stata applicata durante la fioritura allo scopo di verificare la distribuzione di azoto nella pianta al momento della raccolta. Il rapporto foglia/frutto variava da 0,4 a 1,6 m²/kg. La distribuzione dell'azoto totale e fogliare è stata influenzata principalmente dall'altezza del fogliame: un eccesso di fogliame (+31 % sostanza secca) ha determinato una diminuzione della concentrazione dell'azoto totale nell'intera pianta (-17 %) e del tenore di azoto assimilabile nel mosto (-53 %); un rapporto foglia/frutto insufficiente ha invece influito negativamente sul livello di maturazione dei grappoli.

- Lorenzini F., 1996. Teneur en azote et fermentescibilité des moûts. *Revue suisse Vitic., Arboric., Hortic.* **28**, 169–174.
- Lorenzini F. & Vuichard F., 2012. Ajout d'acides aminés aux moûts et qualité des vins. *Revue suisse Vitic., Arboric., Hortic.* **44**, 96–103.
- Morinaga K., Imai S., Yakushiji H. & Koshita Y., 2003. Effects of fruit load on partitioning of ^{15}N and ^{13}C , respiration, and growth of grapevine roots at different fruit stages. *Scientia Hort.* **97**, 239–253.
- Murisier F. & Zufferey V., 1997. Rapport feuille-fruit de la vigne et qualité du raisin. *Revue suisse Vitic. Arboric. Hortic.* **29**, 355–362.
- Nisbet M. A., Martinson T. E. & Mansfield A. K., 2014. Accumulation and Prediction of Yeast Assimilable Nitrogen in New York Winegrape Cultivars. *Am. J. Enol. Vitic.* **65**, 325–332.
- Porro D., Stefanini M., Dorigatti C., Ziller L., Camin F. & Policarpo M., 2010. Nitrogen Foliar Uptake and Partitioning in «Cabernet Sauvignon» Grapevines. Pestana M. & Correia P. J. (eds.). Proceedings VIth International Symposium on Mineral Nutrition of Fruit Crops, juin 2010, Faro, Portugal (ISHS Acta Horticulturae), 185–190.
- Spring J.-L. & Lorenzini F., 2006. Effet de la pulvérisation foliaire d'urée sur l'alimentation azotée et la qualité du Chasselas en vigne enherbée. *Revue suisse Vitic., Arboric., Hortic.* **38**, 105–113.
- Spring J.-L., Verdenal T., Zufferey V. & Viret O., 2012. Nitrogen dilution in excessive canopy of Chasselas and Pinot noir cvs. *J. Int. Sci. Vigne Vin* **46**, 233–240.
- Verdenal T., Spangenberg J. E., Zufferey V., Lorenzini F., Spring J.-L. & Viret O., 2015. Effect of fertilisation timing on the partitioning of foliar-applied nitrogen in *Vitis vinifera* cv. Chasselas: a ^{15}N labelling approach. *Austr. J. Grape Wine Res.* **21**, 110–117.
- Verdenal T., Spangenberg J. E., Zufferey V., Lorenzini F., Dienes-Nagy A., Gindro K., Spring J.-L. & Viret O., 2016. Leaf-to-fruit ratio affects the impact of foliar-applied nitrogen on N accumulation in the grape must. *J. Int. Sci. Vigne Vin* **50**, 23–33.

Delta Densilys Trieur à bain densimétrique



Un tri efficace

Sélection et nettoyage des baies les plus mûres et les plus intègres.
Élimination des déchets végétaux, des insectes et des baies non mûres.

Une réduction de la ligne de réception

Un trieur à bain densimétrique particulièrement compact, mobile et muni d'un tapis élévateur.

Un traitement tout en douceur

Son tapis breveté assure un égouttage et un convoyage respectueux de la vendange.

Nos concessionnaires agréés :

Gigandet SA
1853 Yvorne
Tél. 024/466 13 83

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

Gigandet SA - Succursale La Côte
1166 Perroy
Tél. 024/466 13 83

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

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

BUCHER
vaslin

www.buchervaslin.com
Votre réussite est notre priorité



Plus de naturel
ça coule de source!

MICROTHIOL
SPÉCIAL®



SOUFRE EN MICROGRANULÉS HYPERDISPERSIBLES



DISPONIBLE DANS VOTRE

Landi

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



cerexagri
United Phosphorus Ltd

PRODUITS POUR LES PROFESSIONNELS : RESPECTER LES CONDITIONS D'EMPLOI

La greffe anglaise herbacée de la vigne

Méthode et résultats des essais 2013 et 2016 dans l'Hérault*

François CHAUDIÈRE, entreprise L'Epibiote, 34290 Servian, France

Renseignements: François Chaudière, e-mail: lepibiote@orange.fr



A gauche: pleurs après surgreffage en anglaise herbacée de Souvignier G sur Merlot/SO4 (P16 à J+0).

A droite: soudure complète, régulière et discrète tout autour du sarment de Souvignier G greffé sur Merlot (P16).

Introduction

Parallèlement aux travaux de surgreffage de vignes, l'expérimentation porte depuis une quinzaine d'années sur les techniques de greffage herbacé sur vigne. Après avoir testé la greffe hongroise herbacée (Chaudière 2007), qui est une greffe en fente simple, la découverte en 2011 des travaux de Harmon et Snyder sur

*Adaptation de l'article de Chaudière F., 2017. «La greffe anglaise herbacée de la vigne: méthode et résultats des essais 2013 et 2016 dans l'Hérault». Adresse: <http://www.giesco.org/>

la greffe anglaise herbacée, dite de bois vert, dans le traité de viticulture général de Winkler *et al.* (1974) a été décisive. En effet, l'article publié en 1952 était l'aboutissement de plus de quinze ans de recherche sur les techniques de greffage de vigne en Californie.

Afin de tester cette méthode, quatre essais préliminaires ont été réalisés entre 2012 et 2015 dans différents départements (Gard, Ardèche, Hérault et Vaucluse) chez des vignerons prêts à s'engager dans l'expérience. Le manque de suivi en été (arrosages et traitements) a entraîné des résultats décevants mais instructifs, comme le démontre l'essai de 2013. C'est seulement en

2016, grâce à la collaboration d'un vigneron chercheur et au recours à un hybride résistant au mildiou, que l'expérience a pu enfin être menée à terme.

Cet article présente le matériel mis en œuvre, la méthode utilisée et les résultats obtenus, ainsi que certaines caractéristiques remarquables que sont la vitesse d'entrée en croissance du greffon, la qualité de la soudure et la virulence du mildiou.

Matériel

Présentation générale

Les parcelles sont situées dans le département de l'Hérault, dans le vignoble du Languedoc. Le climat est méditerranéen. Les valeurs annuelles moyennes pour Montpellier sont: température: 14,3°C; nombre de jours de maxima > 30°C: 16; durée d'insolation: 2661 heures; précipitations: 690 mm (Dubrion 2010).

Parcelle P13 (tabl. 1)

La parcelle est située sur la commune de Gignac, au lieu-dit Mas de Ratte, sur un coteau orienté à l'est, sur sol argilo-calcaire, à 50 m d'altitude. La vigne est conduite en cordon double (fils porteur à 50 cm + releveurs), à la densité de 4444 pieds/ha (2,25 m x 1 m). Le surgreffage porte sur 82 ceps de Muscat de Hambourg sur porte-greffes SO4 âgés de 14 ans. Les ceps sont en bon état sanitaire et la vigueur est bonne. Le vigneron souhaite surgreffer du Servant B pour sa consommation personnelle. Il s'agit d'une variété de raisin de table (double fin) traditionnelle, se conservant bien, autrefois très cultivée dans la vallée de l'Hérault. Les greffons proviennent d'une vieille parcelle conduite en gobelet, située sur la commune de Gignac, au lieu-dit Les Treize Vents.

Parcelle P16

La parcelle est située sur la commune de Béziers, au lieu-dit Ribaute, dans une plaine, au bord d'un cours d'eau, sur sol limoneux, à 35 m d'altitude. La vigne est conduite en buisson naturel (taille rase mécanique) sur un fil à 75 cm, à la densité de 4000 pieds/ha (2,5 m x 1 m). Le surgreffage porte sur 47 ceps de Merlot sur porte-

Résumé La greffe anglaise herbacée a été expérimentée pour surgreffer des vignes dans le département de l'Hérault. Les souches ont été recépées au printemps et les rejets greffés en juillet avec des rameaux prélevés le jour même. L'entrée en croissance est rapide et homogène, le taux de réussite satisfaisant (83,6 %) et la soudure complète. Les essais réalisés en 2013 et 2016 révèlent respectivement l'importance de la protection fongicide après greffage sur cépage sensible au mildiou (Servant B) et l'aptitude d'un cépage hybride résistant au mildiou (Souvignier G) à en faire l'économie.

greffe SO4 âgés de 12 ans. Les ceps sont vigoureux, mais l'état sanitaire du premier rang est médiocre (20,0 % de manquants), car il côtoie une vieille parcelle atteinte de pourridié. La parcelle produit un vin Pays d'Oc. Les greffons proviennent d'une parcelle en troisième feuille, également conduite en buisson naturel, située sur la commune de Corneilhan, au lieu-dit Chante-Clair. Le cépage, le Souvignier gris® (Cabernet Sauvignon x Bronner®) a été obtenu en 1983 par le docteur Becker, de l'Institut de Fribourg (Allemagne). Cet hybride interspécifique présente une résistance élevée au mildiou et à l'oïdium. Le vigneron est un pionnier dans la production de vins de cépages hybrides résistants européens. Au domaine de la Colombette, le Souvignier G, conduit en agriculture biologique, sert à l'élaboration d'un vin de France blanc très apprécié.

Méthode

Classification

La greffe herbacée en anglaise simple (sans languette) est une greffe en biseaux à œil poussant. Elle se pratique de juin à juillet sur des rameaux vigoureux (issus d'un recépage) dont la montée de sève alimente immédiatement le greffon.

Tableau 1 | Caractéristiques des parcelles surgreffées

| N° parcelle | Cépage avant surgreffage | Porte-greffe | Date plantation | Age | Taux de mortalité avant recépage (%) | Nombre de ceps recépés (a) | Nombre de ceps greffés (b) | Taux de ceps greffés (b/a) | Nombre de greffes | Cépage surgreffé |
|-------------|--------------------------|--------------|-----------------|-----|--------------------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|-------------------|------------------|
| P13 | Muscat de Hambourg | SO4 | 2003 | 14 | 1,2 | 82 | 79 | 96,3% | 86 | Servant B |
| P16 | Merlot | SO4 | 2005 | 12 | 20,0% | 47 | 43 | 91,5 | 75 | Souvignier G |

Origine

C'est dans le *Traité de jardinage* de Jacques Boyceau (1638) que l'on trouve la première description de la greffe anglaise en Occident – elle était déjà connue des Chinois –, sous le nom de greffe par copulation ou greffe en oreilles de lièvre (Daniel 1927).

Depuis l'Antiquité, la vigne était cultivée franc de pied. Avec la crise du phylloxéra qui commença en France dans les années 1860, les vigneronns furent contraints progressivement à l'arrachage et à la replantation de l'ensemble du vignoble sur porte-greffes résistants: espèces américaines du genre *Vitis* ou hybrides interspécifiques. En trente ans, 1,5 million d'hectares furent replantés (Galet 1999). On assista alors à une profusion d'expériences sur le greffage de la vigne (greffes ligneuses, herbacées, par approche).

Plus tard on ne conserva que deux méthodes de greffages ligneux, simples et complémentaires: la greffe en fente avec butte de terre pour le greffage en place, et la greffe anglaise compliquée, appelée «fente anglaise» par les pépiniéristes viticoles, pour le greffage sur table.

Cependant, dans d'autres pays, on continua à pratiquer et à améliorer la greffe herbacée de la vigne. C. Baltet (1907) écrit qu'«une école de viticulture d'Autriche a réussi le greffage herbacé de la vigne», puis décrit et illustre la greffe herbacée en anglaise simple pratiquée en France. J.C. Woodfin (1931) décrit la greffe en vert de la vigne (anglaise simple) utilisée par les vigneronns d'Auckland (Nouvelle-Zélande), et précise qu'elle a été introduite par les colons originaires de Dalmatie (littoral adriatique de l'ex-Yougoslavie). N. Harmon et E. Snyder, deux chercheurs de la station de Fresno (Californie, Etats-Unis), réalisèrent, de 1946 à 1947, un millier de greffes anglaises herbacées sur porte-greffes en deuxième feuille, en reprenant la technique de l'auteur précédant et en l'améliorant. Leur objectif était de caractériser les facteurs de réussite qu'ils avaient identifiés: l'époque de greffage, le délai nécessaire entre l'éborgnage du sujet et le greffage, le degré de maturité des rameaux, la longueur des biseaux, l'arrosage, les différents types de liens. C'est leur technique, adaptée au surgreffage, qui est présentée dans cet article. D. Mann et H.R. Rodda (1968) décrivent la greffe en vert de «Dalmatie» (identique à la technique des auteurs californiens) utilisée par les vigneronns de la région de Swan (Australie-Occidentale).

Le greffage ligneux sur table, quant à lui, connut une transformation radicale à partir des années 1970. La greffe anglaise compliquée jusqu'alors utilisée fut rapidement supplantée par la greffe oméga. Il s'agit d'une greffe mécanique en incrustation qui automatise

la découpe et l'assemblage avec une cadence de 5000 à 6000 greffes par jour.

Enfin, la spécialisation des exploitations agricoles conduisit à la généralisation de la plantation de greffés-soudés, et plus personne ne s'intéressa au greffage herbacé de vigne en place.

Préparation du sujet (fig. 1)

La souche est recépée 15cm au-dessus du bourrelet de greffage, entre mars et mi-juin, et la coupe enduite de mastic à cicatriser (Lacbalsam). Une cuvette est dégagée autour du pied et deux tuteurs sont fixés de part et d'autre. Les rejets adventifs sont attachés au tuteur, et arrosés en l'absence de pluie, en ébourgeonnant les rejets sortis trop haut (près de la section de coupe). Lorsque les rameaux sont suffisamment développés (minimum 50cm et maximum 2m), la préparation des souches est effectuée au minimum quatre jours avant la date de greffage:

- en sélectionnant à la base du tronc les rameaux bien venants (1 à 3) qui serviront de sujet, et en ébourgeonnant entièrement le reste du pied.
- en effeuillant et éborgnant complètement les vingt premiers centimètres des rameaux choisis, sans endommager la partie supérieure. Avec un sécateur (ou une pince à éborgner), une coupe tangentielle est pratiquée, au niveau du nœud, de manière



Figure 1 | Rejets de Merlot/SO4 effeuillés et éborgnés à la base (P16 à J-4).

à sectionner le pétiole à ras et les bourgeons qu'il abrite, en entaillant le moins possible le rameau. Enfin, les yeux situés à la base du rameau sont éborgnés (avec la pointe du sécateur). Quatre jours plus tard, les plaies engendrées commencent à cicatriser et les écoulements de sève sont taris.

- en arrosant à raison de 2x20 litres d'eau/cep/semaine.

Conduite de la vigne-mère de greffons

La vigne doit être vigoureuse pour présenter, en début d'été, des rameaux en croissance de la même section que les rejets issus du recépage. Au besoin, la charge sera réduite à la taille. Au printemps, les rameaux seront palissés puis enroulés sur le fil supérieur, afin qu'ils ne soient ni écimés, ni rognés.

Epoque de greffage (fig.2, tabl.2)

Le greffage se pratique en juin ou juillet. Pour opérer en une fois, il est nécessaire d'attendre que tous les rejets soient suffisamment développés. Le développement des rameaux les plus précoces peut être freiné par un pincement à deux yeux, dont les anticipés ne tarderont pas à reformer des rameaux vigoureux, ou en retardant la sélection parmi les rejets. Le stade le plus favorable de développement du rameau est atteint, à hauteur de greffage, lorsque la moelle est de couleur blanche et l'épiderme toujours vert. On peut



Figure 2 | Tige greffon de Souvignier G effeuillée et égrappée (P16 à J+0).

opérer à un stade plus précoce, mais les manipulations (entaille du biseau et ligature) sont alors plus délicates. La récolte des greffons est pratiquée le jour du greffage. Aussitôt cueillie, la tige est débarrassée (au sécateur) des anticipés, des feuilles (au niveau du pétiole), des vrilles et des grappes, et on la plonge (talon en bas) dans un seau d'eau. On enveloppe le tout dans de la toile de jute trempée.

Entailles, assemblage et ligature (fig.3)

La végétation est rabattue au-dessus de la partie éborgnée, pour dégager l'accès au cep. Un rejet correspondant aux diamètres des greffons récoltés est choisi et, sur celui-ci, le premier entre-nœud assez long pour y pratiquer un biseau de 3 à 5 cm de long, formant un angle 10 à 20° avec son axe. La coupe est effectuée de bas en haut, avec une serpette affûtée comme un rasoir et essuyée régulièrement sur un chiffon. Le biseau obtenu doit être régulier. La chute est recueillie; elle va servir de modèle pour la découpe du greffon. Sur la tige greffon, un mérithalle de mêmes caractéristiques (mesure du diamètre au pied à coulisse) est choisi. La coupe commence dans la partie supérieure du mérithalle, à l'opposé de l'œil, et finit à l'aplomb de ce dernier, dans la partie inférieure. La similitude des biseaux est contrôlée et, si nécessaire, la coupe est reprise sur toute la longueur. La tige est ensuite coupée deux entre-nœuds au-dessus



Figure 3 | Biseaux avant assemblage de la greffe anglaise herbacée de Souvignier G sur Merlot/SO4 (P16).

Tableau 2 | Recépage et surgreffage: dates et stades phénologiques

| N° parcelle | Date recépage | Stade phénologique au recépage | Nombre de jours écoulés entre recépage et greffage | Date greffage | Maturité des rameaux du sujet à hauteur de greffage | Stade phénologique de la vigne-mère de greffon |
|-------------|---------------|--------------------------------|--|---------------|---|--|
| P13 | 10.06.13 | Nouaison | 42 | 22.07.13 | Moelle translucide | Fermeture de la grappe (FG) |
| P16 | 07.04.16 | Pointe verte | 84 | 01.07.16 | Moelle blanche | Petits poids à FG |

puis l'œil supérieur du rameau est éborgné en conservant le diaphragme. Il s'agit d'une amélioration apportée en 2016 pour réduire le risque de dessèchement du greffon. Le rameau greffon est appliqué de façon à ce que les plaies se recouvrent mutuellement, et ligaturé fermement avec une bandelette en caoutchouc de pépinière (Flexiband), en faisant se recouvrir les spires, afin d'éviter la perte de sève sur la zone de contact.

Suivi des greffes

Les greffes sont arrosées aussitôt après greffage pendant trois semaines, à raison 2x20 litres d'eau/cep/semaine en l'absence de pluie, puis l'arrosage est réduit progressivement et arrêté fin août. Les greffes sont ébourgeonnées, attachées, égrappées et palissées régulièrement. Une protection fongicide (cuivre) est maintenue jusqu'à l'aoûtement des bois, sauf sur cépage hybride résistant.

Résultats et discussion

Observations générales

(tabl. 1 et 2, photo p. 160 à gauche)

Moyens humains mis en œuvre

Sur la parcelle P13 de Gignac, la préparation et le suivi de l'essai ont été réalisés par le vigneron selon les consignes données. A Béziers (parcelle P16), ces interventions ont été effectuées par l'auteur avec l'assistance du personnel du domaine et ont permis de récolter de nombreuses mesures et observations.

Incidence de l'état sanitaire des souches

Le taux de mortalité avant recépage était très faible sur P13 (1,2%), mais élevé sur P16 (20,0%). Aussi, seuls les ceps «greffables» ont été retenus sur P16, alors que sur P13, tous les ceps ont été greffés.

Stade de développement des rejets

Au moment du greffage, les rameaux étaient moins développés sur P13 que sur P16. La moelle du biseau était encore translucide sur P13, mais déjà blanche sur P16. Les mesures effectuées sur cette dernière, quatre jours avant greffage, indiquent que 75% des ceps présentaient au moins un rameau de 1,5 à 2 m de longueur pour un diamètre de 8 et 10 mm à hauteur de greffage. La différence de développement observée entre ces essais s'explique par le nombre de jours écoulés entre recépage et greffage, qui était de 42 jours sur P13 et du double sur P16.

Écoulement de sève au sommet du greffon après greffage

Sur P16, on constate que 49,3% des greffes pleurent au lendemain du greffage. Elles ne sont plus que 42,7% le surlendemain et 10,7% neuf jours après.

Rapidité et homogénéité d'entrée en croissance

(tabl. 3, fig. 4 et 5)

Une rapidité et une homogénéité d'entrée en croissance similaires sont relevées dans les deux essais. Trois semaines après greffage, les greffes mesurant 3 cm ou plus représentent 86,0% sur P13 et 89,3% sur P16, pour une longueur moyenne respective de 20,6 cm et 20,1 cm. La croissance journalière moyenne atteint 5,43 cm (entre J+26 et J+30) sur P16.

Taux de réussite (tabl. 4)

Le taux de réussite est calculé comme suit: nombre de greffes réalisées / nombre de greffes vivantes > 20 cm. Dans nos essais, il était, en hiver, de 77,9% sur P13 et de 89,3% sur P16. Le taux de réussite moyen sur les deux essais est donc de 83,6%. Relevons qu'il est supérieur aux résultats des surgreffages aériens en chip-budding réalisés par l'auteur de 1996 à 2016 (77,1%), ainsi qu'aux essais de greffe en fente herbacée effectués en 2006 (78,4%).

Tableau 3 | Rapidité de croissance

| N° parcelle | Date observation | Nombre de jours écoulés après greffage | Stade de développement | | Longueur moyenne des rameaux de 3 cm et + | Croissance journalière moyenne (en cm) | |
|-------------|------------------|--|------------------------|-------|---|--|--------------------------|
| | | | Stade | (%) | | Depuis le greffage | Depuis le dernier relevé |
| P13 | 13.08.13 | 21 | Rameau de 3 cm et + | 86,0 | 20,6 | 0,98 | – |
| | 13.09.13 | 51 | Rameau de 51 cm et + | 75,6 | 117,3 | 2,30 | 3,22 |
| | 15.11.13 | 113 | Rameau de 51 cm et + | 69,8 | 164,5 | 1,46 | 0,76 |
| P16 | 10.07.16 | 9 | Pointe verte et + | 42,7 | – | – | – |
| | 14.07.16 | 13 | Pointe verte et + | 81,3 | – | – | – |
| | 19.07.16 | 18 | Rameau de 3 cm et + | 84,0 | 9,9 | 0,55 | – |
| | 23.07.16 | 22 | Rameau de 3 cm et + | 89,3 | 20,1 | 0,91 | 2,55 |
| | 27.07.16 | 26 | Rameau de 21 cm et + | 78,7 | 40,9 | 1,57 | 5,20 |
| | 01.08.16 | 30 | Rameau de 21 cm et + | 89,3 | 62,6 | 2,09 | 5,43 |
| | 09.08.16 | 38 | Rameau de 51 cm et + | 86,7 | 95,6 | 2,52 | 4,13 |
| 14.12.16 | 163 | Rameau de 51 cm et + | 88,8 | 163,2 | 1,00 | 0,54 | |

Qualité de la soudure

(fig. 6, photo p. 160 à droite et fig. 7)

Deux à trois semaines après greffage, une excroissance du diamètre apparaît à l'extrémité inférieure du greffon. Ce phénomène disparaît ensuite avec la croissance homogène du diamètre.

En hiver, le sarment présente une soudure complète et régulière tout autour du rameau. La cicatrice est discrète (< 1 mm de largeur), sans excroissance ni bourrelet.

Sur bois de 4 ans, la soudure ne forme plus qu'une faible saillie, comparable à un nœud, légèrement oblique. La greffe n'est alors plus identifiable qu'à un petit chicot sur le tronc.



Figure 4 | Rapidité d'entrée en croissance du greffon de Servant B greffé sur Muscat de Hambourg/SO4 (P13 à J+21).

Harmon et Snyder (1952) ont observé la corrélation entre la longueur du biseau (1,2 à 3,8 cm) et la longueur de la pousse (6,9 à 15,2 cm) trois semaines après greffage, soit le lien entre la vitesse d'entrée en croissance et l'angle du biseau.

Dans son étude histologique de la zone de jonction du greffage herbacé (en fente simple) de deux cultivars



Figure 5 | Homogénéité de la croissance des greffes herbacées de Souvignier G sur Merlot/SO4 (P16 à J+38).



Figure 6 | Soudure complète, régulière et discrète tout autour du sarment de Souvignier G greffé sur Merlot (P16).

Figure 7 | Soudure de Servant B greffé sur Muscat de Hambourg: faible saillie légèrement oblique surmontée d'un chicot (P13, an n+4).

Tableau 4 | Taux de réussite suivant la date d'observation

| N° parcelle | Date greffage | Nombre de greffes | Date observation | Nombre de jours écoulés après greffage | Nombre de greffes vivantes de longueur \geq 20 cm | Taux de réussite (%) | Taux d'échec (%) |
|-------------|---------------|-------------------|------------------|--|---|----------------------|------------------|
| P13 | 22.07.13 | 86 | 13.08.13 | 21 | 37 | 43,0 | 11,6 |
| | | | 13.09.13 | 51 | 72 | 83,7 | 15,1 |
| | | | 15.11.13 | 113 | 67 | 77,9 | 22,1 |
| P16 | 01.07.16 | 75 | 23.07.16 | 22 | 33 | 44,0 | 8,0 |
| | | | 09.08.16 | 38 | 67 | 89,3 | 10,7 |
| | | | 14.12.16 | 163 | 67 | 89,3 | 10,7 |

compatibles du genre *Vitis*, Deloire (1981) établit que différents tissus peuvent contribuer à la formation du cal: les rayons interfasciculaires, le parenchyme cortical, le cambium et ses dérivés récents ainsi que les parenchymes associés au xylème et au phloème. Il démontre également que l'importance relative de ces différents tissus dans le processus de régénération dépend largement de la nature des entailles pratiquées au moment du greffage.

Ces processus anatomiques sont à l'origine de la soudure complète. D'une part, de nombreux tissus contribuent à la formation du cal de soudure. D'autre part, les entailles pratiquées permettent la mise en coïncidence, sur la zone de contact, des tissus homologues, ce qui réduit les remaniements pariétaux et permet une soudure complète, régulière et discrète tout autour du rameau.

Virulence du mildiou (fig. 8, tabl. 4)

En août 2013, des arrosages ont été effectués sur P13, mais aucun traitement fongicide n'a été appliqué avant début septembre. Une attaque de mildiou (*Plasmopara viticola*) sur rameaux a été observée mi-septembre, avec les symptômes caractéristiques de «taches brunes sur les rameaux (couleur de haricots verts cuits)» (Galet 1999). Le taux de réussite du greffage était alors de 83,7 %. En novembre, il n'était plus que de 77,9 %.

Sur P16, aucun traitement particulier n'a été effectué sur les greffes. Celles-ci ont cependant reçu, quelques jours seulement après greffage, le dernier traitement (cuivre) réalisé sur l'ensemble de la parcelle. Aucun symptôme de mildiou n'a été observé sur les greffes qui présentaient en décembre des sarments parfaitement aoûtés de 1,63 m de longueur moyenne. La pro-



Figure 8 | Symptôme de mildiou sur greffe herbacée de Servant B sur Muscat de Hambourg: taches brunes couleur de haricots cuits (P13 à J+51).

tection contre le mildiou est donc un point clé de cette méthode. En effet, les conditions de réalisation du greffage sont très favorables au développement du mildiou: chaleur estivale, arrosages, rapidité de croissance, végétation à proximité du sol. Aussi, pour un cépage sensible au mildiou tel que le Servant B, les traitements au cuivre doivent être pratiqués régulièrement jusqu'à l'aoûtement des bois.

Relevons que le recours à un hybride résistant au mildiou permet d'éviter ces traitements.

Conclusions

- Les expérimentations de surgreffage conduites dans l'Hérault en 2013 et 2016 avec la greffe anglaise herbacée ont révélé un taux de réussite élevé (83,6 %), une entrée en croissance rapide et homogène, et une soudure complète.
- La technique présente les avantages suivants:
 - les greffons sont prélevés le jour même, il n'est plus besoin d'installation frigorifique;
 - le taux de reprise est élevé;
 - le suivi requiert peu de travail (croissance rapide);
 - la technique est facile à apprendre;
 - les ceps rentrent en production dès l'année suivante.
- La technique présente les inconvénients suivants:
 - elle est à réserver aux cépages émettant facilement des rejets, tels que Merlot, Muscat petits grains, Clairette, Gamay, etc.;
 - les cépages à assembler doivent présenter des rameaux de diamètres compatibles;
 - les arrosages sont impératifs;
 - une protection fongicide spécifique doit être pratiquée sur cépage sensible au mildiou;
 - à réserver aux régions à climat doux permettant l'aoûtement complet des bois avant le gel.
- Les potentialités sont:
 - on peut reprendre en juillet, sur les rejets, les manquants d'un surgreffage en chip-budding, lorsque l'on ne dispose pas de greffons aoûtés en chambre froide;
 - les ceps nouveaux (gobelet) peuvent être surgreffés sans régénération préalable;
 - cette technique, combinée à l'utilisation de cépages hybrides résistants aux maladies cryptogamiques, pourrait faciliter l'évolution rapide de l'encépagement, sans arrachage et replantation.
- La nouveauté de cette technique impose cependant de poursuivre la période d'essai pour confirmer les résultats et préciser ses domaines d'application. ■

Summary

The herbaceous splice graft on grapevine: Grafting method and results of tests performed in 2013 and 2016 in department of Hérault

The green splice graft has been experimented for top-grafting vines in the department of Hérault. The vine stocks had been cut back in spring and the suckers grafted in July with shoots harvested the same day. The beginning of growth has proved to be rapid and homogeneous, the success rate is satisfactory (83.6 %) and the graft-union is completed. The tests realized in 2013 and 2016 has shown respectively, the importance of protection against fungus after grafting with downy mildew sensitive vine variety (Servant B) and the ability of resistant hybrid grape variety (Souvignier G) to spare this process.

Key words: Splice graft, green grafting, top-grafting, resistant hybrid grape variety, vine, downy mildew, graft union.

Zusammenfassung

Grünveredlung von Rebstöcken durch Kopfkopulation: Methode und Ergebnisse aus in den Jahren 2013 und 2016 im Departement Hérault vorgenommenen Versuchen

Die Grünveredlung durch Kopfkopulation wurde für das Aufpfropfen von Rebstöcken im Departement Hérault erprobt. Die Rebstöcke wurden im Frühling gestutzt und die Schösslinge im Juli mit am gleichen Tag entnommenen Trieben gepfropft. Die Rebstöcke wachsen schnell und gleichmässig. Die Erfolgsquote ist zufriedenstellend (83,6 %). Die Versuche aus den Jahren 2013 und 2016 zeigen jeweils, dass eine mehltaugefährdete Sorte (Servant B) nach der Pfropfung gegen Pilze geschützt werden muss und dass eine gegen Mehltau resistente Sorte (Souvignier G) einen solchen Schutz nicht benötigt.

Riassunto

L'innesto inglese erbacée de la vigne: metodo i risultati delle prove 2013 e 2016 nello dipartimento di Hérault

L'innesto inglese erbacée è stato sperimentato per sovrainnestare delle vigne nello dipartimento di Hérault. I ceppi sono stati tagliati bassi in primavera, i ramoscelli invece sono stati innestati in luglio con dei ramoscelli prelevati il giorno stesso. L'inizio della crescita è rapida ed omogenea, il tasso di successo soddisfacente (83,6 %) e la saldatura completa. Le prove realizzate nel 2013 e 2016 rivelano da una parte l'importanza della protezione fungicida dopo l'innesto sul vitigno sensibile alla Peronospora (Servant B), d'altra parte l'attitudine del vitigno ibrido resistente alla Peronospora (Souvignier G) che ne permette l'economia.

Remerciements

Je remercie chaleureusement tous les vigneronns qui ont collaboré aux expérimentations, en particulier M. Pugibet.

Crédit photographique

L. Pugibet (fig. 3), F. Chaudière (autres figures).

Bibliographie

- Baltet C., 1907. L'art de greffer – Arbres et arbustes fruitiers, arbres forestiers ou d'ornement, plantes coloniales, reconstitution du vignoble. Masson et Cie, Paris, 540 p.
- Boyceau J., 1638. Traité de jardinage selon les raisons de la nature et de l'art. Chez M. Van Lochem, Paris, trois livres, 87 p.
- Chaudière F., 2007. La greffe hongroise herbacée de la vigne. Méthode de greffage et résultats des essais 2006. *Progrès Agricole et Viticole* 124 (6), 115–120.
- Chaudière F., 2013. La greffe en chip-budding sur vignes âgées. Méthode et résultats des surgreffages de 2008 à 2012. *Progrès Agricole et Viticole* 130 (2), 19–30.
- Chaudière F., 2017. La greffe anglaise herbacée de la vigne. Méthode et résultats des essais 2013 et 2016 dans l'Hérault. GiESCO, Publication internet, Articles scientifiques 01/2017.
- Csizmazia J., 1971. Greffage en vert. Bull. OIV 44, 893–902.
- Daniel L., 1927. Etude sur la greffe. Edition Oberthur, Rennes, cinq volumes, 1927 à 1934, 1456 p.
- Deloire A., 1981. Etude histogénétique du greffage herbacé de combinaisons compatibles du genre *Vitis*. *Vitis* 20, 85–92.
- Dubrion R.-P., 2010. Les climats sur les vignobles de France. Lavoisier, Paris, 116 p.
- Galet P., 1990. Cépages et vignobles de France. Tome II L'ampélographie française. Imprimerie C. Dehan, Montpellier, Impression, Saint-Jean-de-Vedas, 400 p.
- Galet P., 1999. Précis de pathologie viticole. JF Impression, Saint-Jean-de-Vedas, 264 p.
- Galet P., 2000. Précis de Viticulture. JF Impression, Saint-Jean-de-Vedas, 602 p.
- Harmon F.N. & Snyder E., 1952. Some factors affecting the success of greenwood grafting of grapes. *Proc. Amer. Soc. Hort. Sci.* 52, 294–298.
- Mann D. & Rodda H.R., 1968. The Dalmatian green graft, *J. Agricult. W. Australia* 9, 456–459.
- Rousseau J. & Chanfreau S., 2013. Les cépages résistants aux maladies cryptogamiques – Panorama européen. Groupe ICV, Imp'Act Imprimerie, 228 p.
- Winkler A.J., Cook J.A., Kliewer W.M. & Lider L.A., 1974. General Viticulture. Univ. of California Press, Berkeley, CA, 710 p.
- Woodfin J.C., 1931. Green grafting of the grape-vine. *New Zealand Jour. Agr.*, Nov 20, 356–358.



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 donc la qualité des vins
- 300 g/l N total, dont 49 g/l nitrique, 49 g/l ammoniacal, 147 g/l uréique

Appel gratuit
0800 80 99 60
landor.ch

LANDOR

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

LANDOR
«L'assurance d'être satisfait»
www.landor.ch

... Nous multiplions votre avenir

Hybridation • Sélection • Multiplication
Conseil • Plantation • Suivi

Réservez maintenant les plants adaptés à vos projets!

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



Pépinières Borioli

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

Nouveau site: www.spahnicourtage.ch / Nouvelle application

Vous cherchez
de la vendange,
du moût, du vin,
des bouteilles?



Quelque chose
à vendre?



Courtiers en vins, bouteilles et raisins depuis 1932

Avenue des Mayennets 12 – 1951 Sion – Téléphone 027 322 11 67 – Fax 027 322 83 91

SNOPEX

www.snopex.com

PASSION FOR QUALITY

**VOLCAN
73CV-98CV**

• **DUALSTEER**



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

Bouchons en liège

Capsules à vis • Bouchons couronne

Capsules de surbouchage • Bondes silicone

Barriques • Supports porte-barriques • Tire-bouchons

LIÈGE RIBAS S.A.

8-10, rue Pré-Bouvier • ZIMEYSA • 1242 Satigny

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

e-mail: ribas@bouchons.ch

www.bouchons.ch

ACTION Filets anti - oiseaux & outils pour la récolte
Profitez de notre action du 10 au 11 août 2017.

Contactez-nous!

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

Tel.: +41 (0)26 662 44 66
Fax: +41 (0)26 662 44 60

www.gvz-rossat.ch
gvzsales@gvz-rossat.ch

gvz_rossat
Le choix des professionnels

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

Evaluation du risque des *Brettanomyces* non cultivables dans un vin rouge

Anne-Claire SILVESTRI, CHANGINS, Haute Ecole de viticulture et œnologie, 1260 Nyon

Renseignements: anne-claire.silvestri@changins.ch, tél. +41 22 363 40 38, www.changins.ch

Tiré du travail de thèse de Bachelor de Valentine Fesselet (étudiante HES 2014–2016)

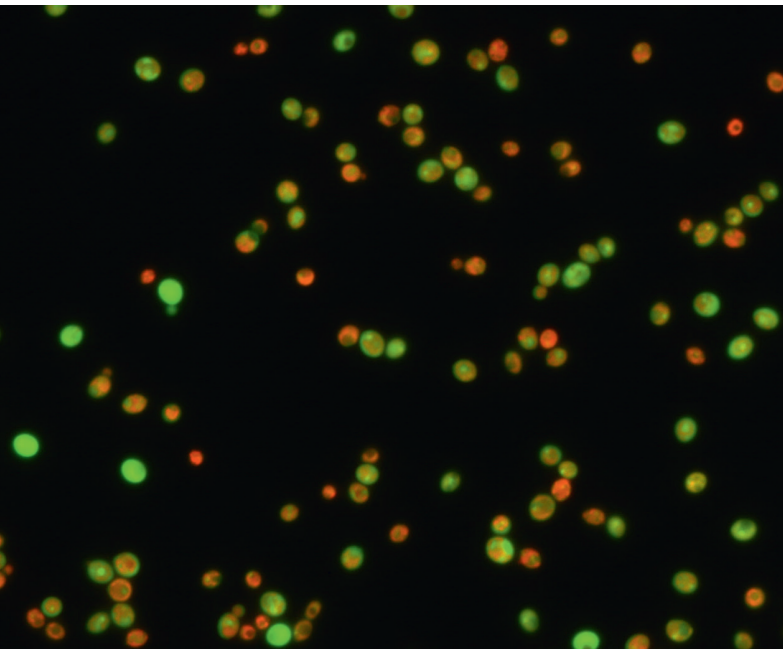


Figure 1 | Levures au microscope à épifluorescence (EPF) x 400, levures vivantes (vertes) et mortes (rouges) à l'acridine orange (AO).

Introduction

Les *Brettanomyces* sont des levures d'altération responsables de l'apparition de faux goûts dans les vins en cours de vinification ou d'élevage par la production de phénols volatils, éthyl-phénols (EP) et éthyl-gaïacol (EG).

Dès qu'un doute organoleptique apparaît dans un vin, un dénombrement des *Brettanomyces* viables et cultivables (VC) est réalisé par croissance sur milieu gélosé (fig. 2), (Gerbaux *et al.* 2000) ou dans un milieu liquide (SniffBrett®).

Cependant, cette analyse n'est pas suffisante, car chaque *Brettanomyces* peut produire des quantités très différentes de phénols volatils, voire ne pas en produire du tout (Fugelsang et Zoecklein 2003; Joseph *et al.* 2013). Ainsi le doute persiste sur la présence dans le vin d'un défaut olfactif réel. Pour vérifier si un vin est olfactivement altéré, les EP et EG présents sont alors chimiquement quantifiés (Niebel 2015).

Ces deux analyses, complémentaires, ne renseignent pourtant que partiellement sur le risque *Brettanomyces* car il existe un état de survie des micro-organismes qui les rend viables non cultivables (VBNC). Incapables de croître sur milieu de culture, les micro-organismes en VBNC peuvent conserver leurs capacités métaboliques et sortir de cet état lorsque le milieu change (Kell *et al.* 1998). La question est de savoir si les *Brettanomyces*, qui peuvent se mettre en VBNC dans les vins (Divol *et al.* 2012; Serpaggi *et al.* 2012a), conservent leur capacité de dégradation (Agnolucci *et al.* 2010; Serpaggi *et al.* 2012b) et/ou si elles la retrouvent en sortant de VBNC (Pic et Mathieu 2016). Ces VBNC peuvent être mises en évidence par marquage fluorescent à l'acridine orange (Froudière et Larue 1988) avant une analyse en cytométrie de flux (Pic et Mathieu 2016) ou par une observation au microscope à épifluorescence (EPF).

Des essais ont été conduits en vin pour évaluer le risque que ces VBNC font courir aux vins en bouteille. Dans un premier temps, différents agents chimiques et physiques (pH, alcool, SO₂, température) sont testés pour induire, puis lever l'état VBNC avec plusieurs souches de *Brettanomyces* isolées et sélectionnées dans des vins. Le risque est ensuite établi en suivant la production de phénols volatils par HPLC, la présence de VBNC par marquage fluorescent et la présence de bactéries viables et cultivables par croissance sur gélose.

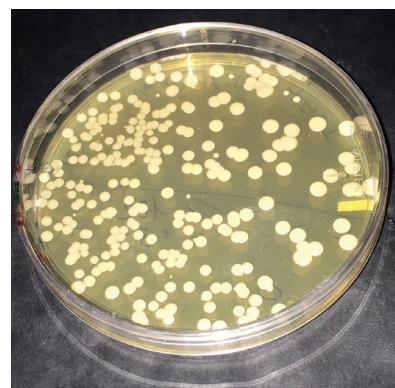


Figure 2 | Colonies de *Brettanomyces* sur YEPD Agar.

Matériel et méthodes

Souches

Quatre souches de *Brettanomyces* de la collection de Changins sont testées. Ces souches sont isolées de vins de Chasselas, Syrah, Gamaret et Merlot. Une souche de référence est ajoutée aux essais (DSMZ 70001).

Milieu de culture

Le dénombrement des *Brettanomyces* VC est réalisé sur un milieu de culture solide le YEPD Agar après dix jours de croissance en anaérobiose à 28 °C. L'identification des souches est réalisée par microscopie, les *Brettanomyces* formant sur ce milieu un pseudo mycélium très caractéristique (fig. 3).

Dans un premier temps, les *Brettanomyces* vont être acclimatées au vin, milieu doublement stressant en raison de l'alcool et du pH. Les souches sont cultivées dans un milieu riche (yeast extract patatoes dextrose: YEPD), puis repiquées en pleine croissance exponentielle dans le même milieu acidifié (pH 3,6 avec 4g/l d'acide tartrique) puis dans du YEPD pH 3,6 avec 5, puis 10 % volume d'alcool.

Les souches acclimatées sont ensuite ajoutées au vin désulfité à une concentration de 10^4 ufc/ml (unité formant colonie/ml). Lorsque la population dépasse 10^5 ufc/ml, l'essai VBNC peut débuter.

Vins

Les essais sont réalisés dans un vin blanc et un vin rouge de grande consommation (Bourgogne aligoté et Bergerac rouge issus d'un assemblage de Cabernet Franc, Cabernet Sauvignon, Côt et Merlot, en outre souple, contenant respectivement 32 et 34 mg/l de SO_2 libre, 79 et 63 mg/l de SO_2 total, pH 3,2 et 3,5).

Les vins sont désulfités avec du H_2O_2 avant les essais. Un essai préliminaire est réalisé pour vérifier que le sulfite, puis le désulfite avec du H_2O_2 n'empêchent pas la croissance des *Brettanomyces*. Il apparaît que les souches utilisées poussent de façon identique dans du YEPD acidifié à 10%EtOH natif ou lorsque que celui est sulfité (60 mg/l SO_2 libre), puis désulfité au H_2O_2 .



Figure 3 | *Brettanomyces* au microscope x 400 contraste de phase.

Résumé Un doute apparaît parfois à la dégustation de vins sur la présence de phénols volatils, responsables d'odeurs d'écurie, médicinales et de cheval. Ces odeurs sont en particulier produites par la levure *Brettanomyces*. Les méthodes d'analyses classiques pour la mise en évidence de ces levures passent par leur dénombrement après croissance sur un milieu gélosé. Cette analyse n'est toutefois pas suffisante, car les *Brettanomyces* peuvent, en réponse à un stress, perdre leur capacité à se multiplier tout en restant viables. Cet état viable non cultivable (VBNC) est réversible. Des essais ont été conduits dans un vin rouge pour vérifier si dans cet état ou en sortant de cet état, les *Brettanomyces* conservaient leur capacité de produire des phénols volatils. Un stress de 30 mg/l de SO_2 libre permet d'induire un état VBNC. Les *Brettanomyces* perdent alors leur capacité de dégrader les vins, mais elles la retrouvent dès que le stress disparaît et qu'elles sortent de cet état VBNC.

Ces deux vins sont stériles: aucun micro-organisme ne pousse, même après désulfite.

Ces deux vins ne contiennent initialement pas de phénols volatils. Les précurseurs de ces phénols volatils (acide coumarique pour EP et acide férulique pour EG) sont ajoutés dans les vins (20 mg/l) avant l'ensemencement en *Brettanomyces*.

Les deux souches sélectionnées n'arrivant pas à s'implanter dans le vin blanc, seul le vin rouge est utilisé dans la suite des essais.

HPLC

La quantification en EP et EG est réalisée par HPLC (fig. 4) (High-Pressure Liquid Chromatography, Dionex Ultimate 3000) selon un protocole développé par Nikfardjam *et al.*

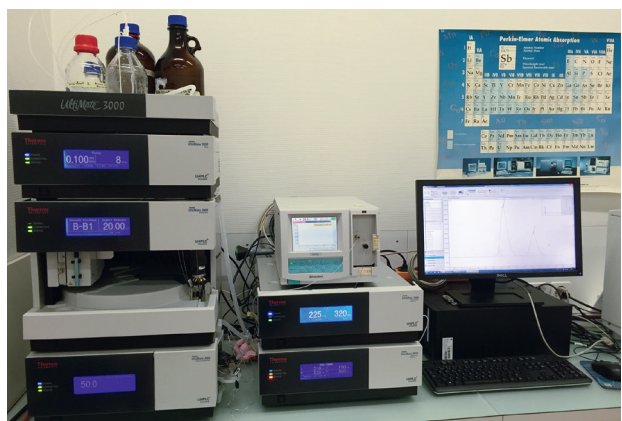


Figure 4 | HPLC.

(2009) et adapté à Changins (Silvestri 2016). Les échantillons sont filtrés sur 0,22 µm, puis séparés sur C18 (Atlantis T3 100µ) à 40°C. Les EP et EG sont détectés par un détecteur à fluorescence (FLD) avec une longueur d'onde d'excitation de 225 nm et d'émission de 320 nm (fig.5).

Epi-fluorescence (EPF)

Les *Brettanomyces* sous forme VBNC sont observées au microscope à épifluorescence (Olympus U-MWB2) après coloration avec de l'acridine orange (Fesselet 2016, Froudière et Larue 1988). Les levures mortes sont colorées en rouge et les vivantes en vert (fig. 6, 7 et 8) sous éclairage UV (Ribéreau-Gayon *et al.* 2004). La présence de cellules vertes et l'absence de développement sur milieu de culture permet de vérifier la présence de VBNC.

Analyse SO₂ libre

La concentration en SO₂ libre et total est suivie par dosage colorimétrique avec un analyseur séquentiel Y15 (Biosystems®).

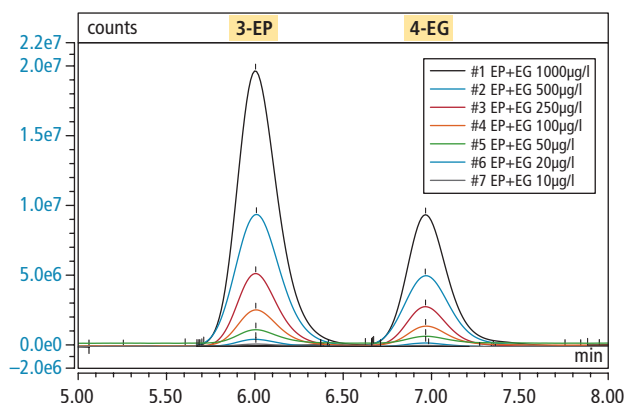


Figure 5 | Quantification HPLC des phénols volatils.

Conditions d'entrée/sortie en VBNC

La température, le pH, l'alcool et le SO₂ sont testés pour faire entrer en VBNC les *Brettanomyces* (Oliver 2010): 4°C; pH 3,1; éthanol 15 et 20 %; SO₂ libre (30 et 60 mg/l).

La variante 4°C avec et sans diminution de pH ne permet pas d'induire une entrée en VBNC. La population de VC diminue seulement de 10⁵ à 10⁴ ufc/ml après trois semaines de culture. La variante 15 % d'alcool permet une diminution drastique de la population, mais il reste encore quelques *Brettanomyces* capables de se développer. La variante 20 % d'alcool permet la disparition des *Brettanomyces* VC en cinq jours avec la présence de VBNC. Cependant, dès sept jours, des *Brettanomyces* sortent de VBNC sans action sur le vin. Cette variante peu réaliste est abandonnée. Seules les variantes d'entrée en VBNC avec 30 et 60 mg/l de SO₂ libre sont retenues.

Le SO₂ est déterminant pour l'entrée en VBNC des levures *Brettanomyces*. Le plus significatif est le SO₂ moléculaire qui dépend du SO₂ libre et du pH du milieu. Des doses comprises entre 0,2 et 1 mg/l de SO₂ moléculaire

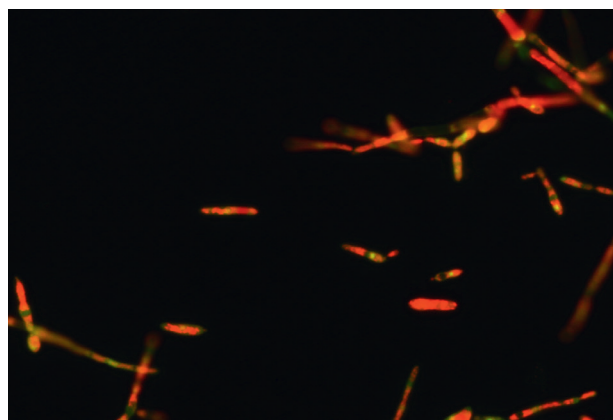


Figure 7 | Levures colorées en rouge par AO en EPF: levures mortes.

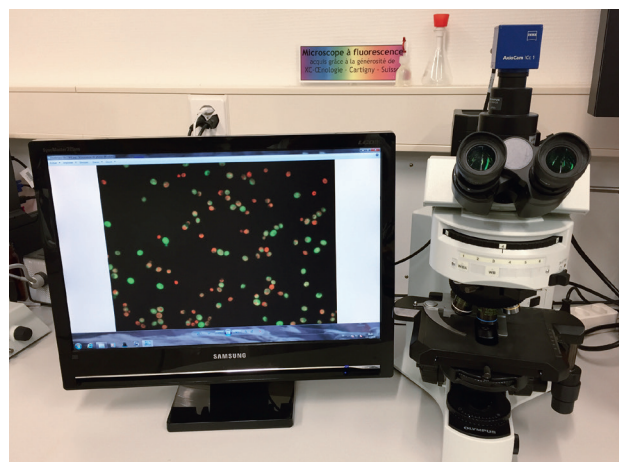


Figure 6 | Microscopie à EPF, observation d'un mélange de levures mortes et vivantes.

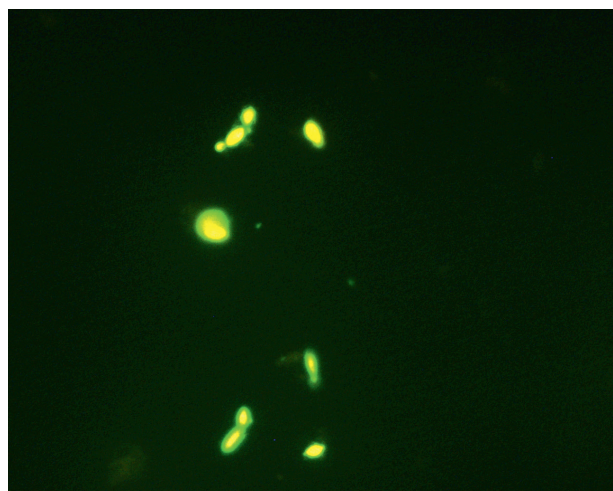


Figure 8 | Levures colorées en vert par AO en EPF: levures vivantes.

sont suffisantes pour induire l'entrée en VBNC des *Brettanomyces* (Agnolucci *et al.* 2010; Serpaggi *et al.* 2012b).

Dans le YEPD modifié (pH de 3,6 et 10 % volume d'alcool), 30 mg/l de SO₂ libre correspondent à 0,8 mg/l de SO₂ moléculaire (Serpaggi *et al.* 2012b). La sortie de VBNC peut être naturelle (diminution du SO₂ par le temps) ou provoquée par une augmentation du pH à 4. La sortie de VBNC doit être assez rapide pour améliorer la capacité de ressuscitation des souches (Lleo *et al.* 2001).

Dans la suite des essais, seul le SO₂ libre sera analysé. La sortie de VBNC est obtenue par un accroissement du pH à 4 (avec du NaOH N/5) ce qui permet la diminution du SO₂ libre à 0 mg/l.

Essais

Les deux souches sont ensemencées après acclimatation à l'alcool et au pH dans le vin modifié. Un grand volume est préparé puis réparti à t = 0 jour après acclimatation des souches en plusieurs flacons de 200 ml :

- trois témoins sans SO₂;
- quatre répétitions avec 30 mg/l de SO₂ libre;
- quatre répétitions avec 60 mg/l de SO₂ libre.

Les essais sont réalisés avec LBr13 puis LBr18.

Le schéma de l'essai est présenté en figure 9.

Résultats

Acclimatation des souches

Seulement deux des cinq souches testées arrivent à se multiplier dans du YEPD modifié (pH 3,6 + 10 % volume d'alcool). Ces souches, LBr13 et LBr18, ont été isolées à partir de Gamaret et de Merlot. Les trois autres souches arrivent à pousser dans le YEPD, mais n'arrivent pas à

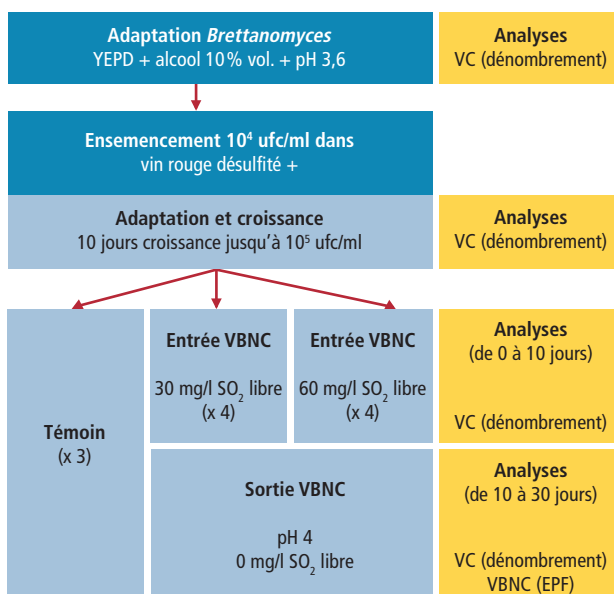


Figure 9 | Schéma de l'essai.

s'adapter au pH et à l'alcool. S'il n'est pas étonnant que la souche de référence isolée de bière n'arrive pas à s'adapter aux conditions du vin, ce résultat est plus surprenant pour les deux autres souches isolées de Syrah et de Chasselas. Le vin d'origine des souches n'explique cependant pas complètement les différences de comportement: LBr18 isolée de Merlot pousse bien dans le Bergerac Rouge (assemblage qui contient du Merlot) ainsi que LBr13 pourtant isolée à partir de Gamaret.

Les deux souches LBr13 et LBr18 sont ensuite ajoutées au vin désulfité à une concentration de 10⁴ ufc/ml. Après dix jours, la population est de 10⁵ et 1,5.10⁵ ufc/ml pour respectivement LBr13 et LBr18 et l'essai VBNC peut débiter.

Témoins

Aucun SO₂ n'est ajouté aux variantes témoin pour pouvoir suivre l'évolution des populations sans entrée en VBNC et la concentration en EP et EG dans le vin. La croissance de LBr18 est beaucoup plus rapide que celle de LBr13 (fig. 10a et b), avec une population supérieure à 10⁶ ufc/ml en 17 jours alors qu'il faut attendre 27 jours, pour avoir la même population avec LBr13. Ces différences de croissance entre souches sont souvent décrites dans la littérature (Fugelsang et Zoeklein 2003).

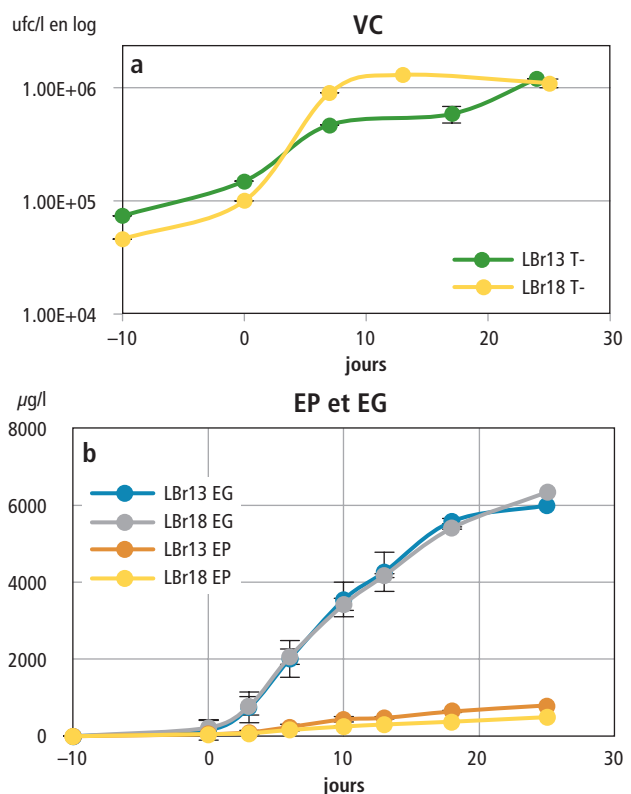


Figure 10 | a: Evolution des populations VC et b: Production de phénols volatils des deux souches.

La production de phénols volatils démarre dix jours après l'ensemencement avec les deux souches. Le début de cette production est plus lié à la durée d'adaptation des *Brettanomyces* qu'à la population atteinte car il n'existe pas de corrélation stricte entre les ufc/ml et la quantité de phénols volatils produits.

La production d'EG est beaucoup plus importante que celle d'EP, ce qui est en contradiction avec les résultats obtenus avec des vins qui contiennent des précurseurs natifs. Dans les vins rouges, le ratio entre EP/EG

est en moyenne de 8/1, ce qui correspond au ratio entre les précurseurs (Wedral *et al.* 2010). Dans cet essai, une quantité égale de précurseurs, acide férulique et coumarique, est utilisée ce qui peut expliquer en partie ces résultats.

LBr13

L'ajout de SO₂ libre à 30 et 60 mg/l entraîne une disparition totale de la population de *Brettanomyces* capable de croître sur milieu de culture (fig. 11 a, b, c, d, et f).

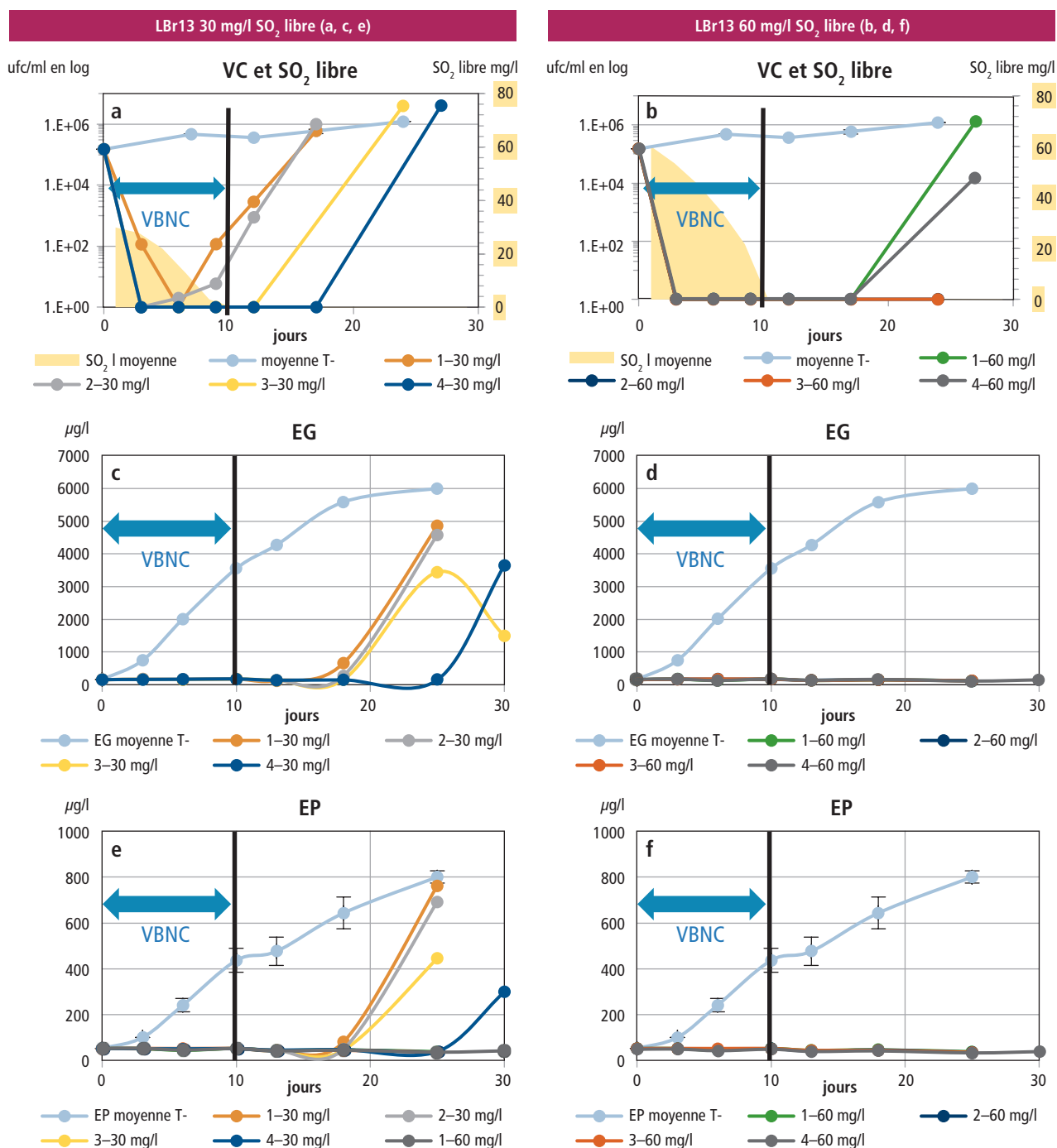


Figure 11 | LBr13 Suivi de la population en VC (ufc/ml = nombre de cultivables/ml), de la quantité de SO₂ libre (mg/l) et de la production en EP (HPLC µg/l)

Durant les dix jours de VBNC, un marquage fluorescent permet de vérifier la présence de levures colorées en vert, donc en VBNC (résultats non présentés), malgré une absence de colonies sur milieu de culture. La sortie de VBNC apparaît de façon naturelle dans deux répétitions de la variante avec 30 mg/l de SO₂ libre dès que la quantité de SO₂ libre diminue en dessous de 20 mg/l, seuil limite de développement pour les *Brettanomyces* (Zuehlke et Edwards 2013). Les deux autres répétitions mettent plus de temps pour retrouver leur cultivabilité

(13 et 17 jours), alors que les valeurs de SO₂ libre sont identiques dans les quatre répétitions.

La capacité de cette souche à fabriquer des EP et EG est retrouvée au mieux dix jours après la sortie de VBNC. Il ne semble pas possible de corréler directement la population VC de *Brettanomyces* et la production d'EP/EG (Fugelsang et Zoecklein 2003), même si des populations >10⁴ ufc/ml semblent nécessaires.

Dans les essais avec 60 mg/l de SO₂ libre, il faut attendre l'ajustement du pH à 4 pour voir une sortie de

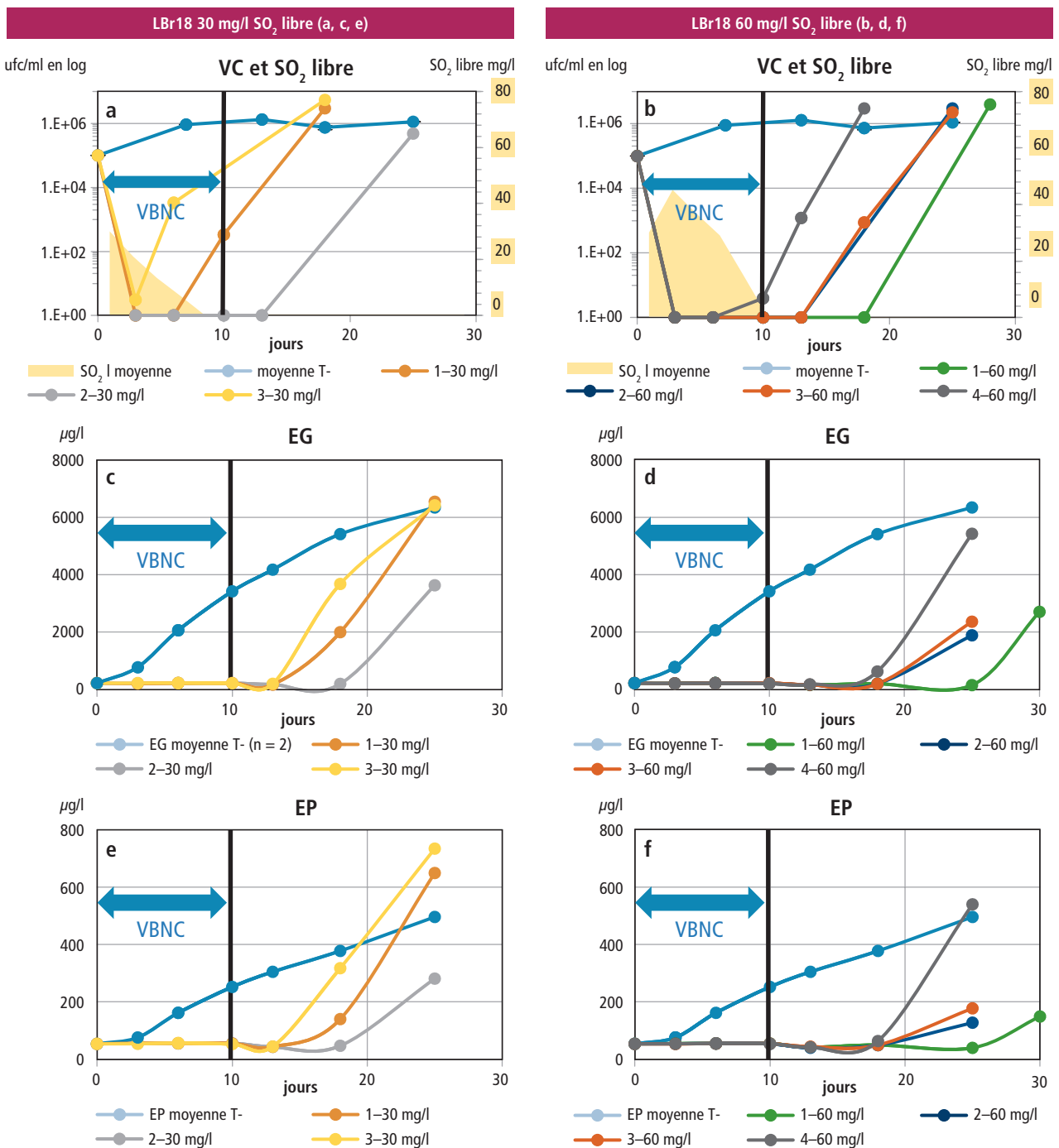


Figure 12 | LBr18 de la population VC (ufc/ml = nombre de cultivables/ml), de la quantité de SO₂ libre (mg/l) et de la production en EP (HPLC µg/l)

VBNC plus d'une semaine après que les conditions du milieu soient redevenues favorables. La production de phénols volatils n'est pas démontrée dans cette variante, probablement car les mesures en EP/EG ont été arrêtées trop rapidement, soit moins de dix jours après la sortie de VBNC. Les profils des courbes de production d'EP et EG sont identiques.

LBr18

Il ne reste que trois répétitions avec 30 mg/l de SO₂ libre car une répétition est contaminée. La tendance reste la même entre cette souche et LBr 13 avec une sortie plus rapide de VBNC avec 60 mg/l de SO₂ libre et une fabrication de EG/EP dans toutes les variantes dix jours après la sortie de VBNC (fig. 12 a, b, c, d, e, f).

Cette souche est moins sensible au SO₂ libre et retrouve une capacité à croître sur milieu de culture plus facilement que LBr13.

Le décalage entre la sortie de VBNC et la capacité à fabriquer des EP/EG reste pour cette souche aussi d'une dizaine de jours.

Comparaison LBr13 et LBr18

Alors que les teneurs en SO₂ et les pH sont identiques dans les deux essais, le comportement des souches est différent: la croissance de LBr18 est plus rapide et sa tolérance au SO₂ libre plus élevée. La souche LBr13 est plus sensible et sort difficilement de VBNC dans les essais avec 60 mg/l de SO₂ libre, alors que la souche LBr18 peine à rentrer en VBNC dans la variante avec 30 mg/l de SO₂ libre, avec par exemple deux des trois répétitions qui sortent de VBNC en quelques jours et une répétition qui sort de VBNC seule dans l'essai avec 60 mg/l de SO₂ libre.

Remerciements

Ces résultats ont été obtenus grâce au travail de M^{mes} Julie Niebel (HES 13-15) et Valentine Fesselet (HES 14-16) au cours de leur thèse de Bachelor.

Bibliographie

- Agnolucci M., Rea F., Sbrana C., Cristani C., Fracassetti D., Tirelli A. & Nuti M., 2010. Sulphur dioxide affects culturability and volatile phenol production by *Brettanomyces/Dekkera bruxellensis*. *International Journal of Food Microbiology* **143** (1-2), 76–80.
- Divol B., Du Toit M. & Duckitt E., 2012. Surviving in the presence of sulphur dioxide: strategies developed by wine yeasts. *Applied Microbiology and Biotechnology* **95** (3), 601–613.
- Fesselet V., 2016. *Brettanomyces*, VBNC (Viable Non Cultivable) et risques de déviations organoleptiques. *Thèse de Bachelor de Changins*.

Conclusions

- Une teneur supérieure à 20 mg/l de SO₂ libre dans un vin rouge permet d'induire un état VBNC des *Brettanomyces* avec une perte de cultivabilité.
- Dans les conditions de cet essai, les *Brettanomyces* maintenues en VBNC par des teneurs en SO₂ libre supérieures à 20 mg/l ont perdu leur capacité de fabriquer des phénols volatils.
- Les souches restent vivantes, car vertes en marquage fluorescent. Dès que la teneur en SO₂ libre diminue en dessous de la valeur clef de 20 mg/l, elles retrouvent leur cultivabilité.
- Dix jours après la sortie de VBNC, qui se manifeste par une croissance sur Agar, les deux souches testées retrouvent leur capacité de fabriquer des phénols volatils.
- Un autre renseignement intéressant est la différence de comportement d'une souche à l'autre. Plusieurs souches sorties de banque ont perdu leur capacité à se multiplier dans un milieu acide avec de l'alcool. Les deux souches utilisées dans l'essai ont:
 - des courbes de croissance différentes;
 - une sensibilité au SO₂ différente.
- Cet essai a permis de démontrer dans un vin rouge que le seul dénombrement des micro-organismes sur un milieu de culture ne permet pas de mesurer l'étendue d'un risque *Brettanomyces* car toutes les *Brettanomyces* n'ont pas un comportement identique et les *Brettanomyces* peuvent en sortant de VBNC redevenir problématiques.
- D'autres essais sur un plus grand laps de temps devraient être menés pour affiner la notion de seuil de SO₂ nécessaire pour garantir un maintien en VBNC des *Brettanomyces*. Ces essais devraient être basés sur le SO₂ moléculaire avec un plus grand nombre de souches. ■

- Froudière I. & Larue F., 1988. Détermination par épifluorescence des levures vivantes dans le moût de raisin. *Connaissance de la vigne et du vin* **22** (3), 237–240.
- Fugelsang K.C. & Zoecklein B.W., 2003. Population Dynamics and Effects of *Brettanomyces bruxellensis* Strains on Pinot noir (*Vitis vinifera* L.) Wines. *Am J Enol Vitic.* **54** (4), 294–300.
- Gerbaux V., Jeudy S. & Monamy C., 2000. Etude des phénols volatils dans les vins de Pinot noir en Bourgogne. *Bulletin de l'OIV* **73** (835-836), 581–599.
- Joseph C. M. L., Gorton L. W., Ebeler S. E. & Bisson L. F., 2013. Production of Volatile Compounds by Wine Strains of *Brettanomyces bruxellensis* Grown in the Presence of Different Precursor Substrates. *Am J Enol Vitic.* **64** (2), 231–240.
- Kell D. B., Kaprelyants A. S., Weichart D. H., Harwood C. R. & Barer M. R., 1998. Viability and activity in readily culturable bacteria: a review and discussion of the practical issues. *Antonie Van Leeuwenhoek International Journal of General and Molecular Microbiology* **73** (2), 169–187.

Summary

Assessment of non-cultivable *Brettanomyces* in red wine

At wine tastings doubts arise sometimes about the presence of volatile phenols, which are often the cause for barnyard, cloves, animal or stable odors. These odors are produced by *Brettanomyces* yeasts. Classic analysis methods include the counting of yeast cells after growth on agar medium. This analysis is not sufficient because *Brettanomyces* yeast may lose its ability to multiply all cells in response to stress but still remain viable. This viable but not cultivable (VNC) state is reversible. Tests were carried out in a red wine to find out if *Brettanomyces* yeasts, in the above mentioned state or exiting of it, retained their ability to produce volatile phenols. A stress factor of 30 mg/l free SO₂ induced a VNC state. *Brettanomyces* yeasts lose the ability to degrade the wines but retrieve it as soon as the stress factor disappears and the yeast cells recover from their VNC state.

Key words: *Brettanomyces*, Ethyl-phenol; Ethyl-gaiacol; VBNC; HPLC, EPF, Acridine orange, VBNC, VC, SO₂.

Zusammenfassung

Abschätzung des Risikos von nicht kultivierbaren *Brettanomyces* Hefen in Rotwein

Bei der Verkostung von Weinen entstehen manchmal Zweifel, ob flüchtige Phenole vorhanden sind, welche für Gerüche nach Reitstall, Gewürznelken, oder Stall oft verantwortlich sind. Diese Gerüche werden von *Brettanomyces* Hefen produziert. Die klassischen Analyse-Methoden beruhen auf der Auszählung der Hefen nach deren Vermehrung auf Agar. Diese Analysen reichen nicht aus, weil *Brettanomyces* Hefen ihre Fähigkeit, alle lebensfähigen Zellen zu vermehren, aufgrund einer Stressreaktion verlieren kann, obwohl sie lebensfähig bleiben. Dieser lebensfähige, nicht kultivierbare (VNC) Zustand ist umkehrbar. Versuche wurden in einem Rotwein durchgeführt, um zu prüfen, ob *Brettanomyces* Hefen im erwähnten oder aus ihm heraustretenden Zustand, ihre Fähigkeit behalten, flüchtige Phenole zu produzieren. Ein Stress von 30 mg/l freier SO₂ induzierte den VNC-Zustand. *Brettanomyces* Hefen verlieren dabei ihre Fähigkeit, Weinfehler hervorzurufen, gewinnen diese Fähigkeit aber zurück, sobald der Stress verschwindet und sie aus dem VNC-Zustand heraustreten.

Riassunto

Valutazione del rischio dei *Brettanomyces* non coltivabili in un vino rosso

Un dubbio appare talvolta alla degustazione dei vini sulla presenza di fenoli volatili responsabili di odori di scuderia, chiodi di garofano, cavallo. Questi odori sono prodotti del lievito *Brettanomyces*. I metodi di analisi classici passano dal conteggio dei lieviti dopo la crescita nell'agar. Questo stato viabile non coltivabile (VNC) è reversibile. Dei test sono stati condotti nel vino rosso per verificare se in questo stato o uscendo da questo stato i *Brettanomyces* conservavano le loro capacità a produrre dei fenoli volatili. Uno stress di 30 mg/l di SO₂ permette di indurre uno stato VCN. I *Brettanomyces* perdono allora la loro capacità di degradare i vini ma la ritrovano dal momento che lo stress sparisce e che escono da questo stato VCN.

- Lleo M. M., Bonato B., Tafi M. C., Signoretto C., Boaretti M. & Canepari P., 2001. Resuscitation rate in different enterococcal species in the viable but non-culturable state. *J. Appl. Microbiol.* **91** (6), 1095–1102.
- Niebel J., 2015. Les phénols volatils dans les vins rouges: aspects analytique et microbiologique. *Thèse de Bachelor de Changins*.
- Nikfardjam M. P., May B. & Tschiersch C., 2009. 4-Ethylphenol and 4-ethylguaicol contents in bottled wines from the German 'Wurttemberg' region. *European Food Research and Technology* **230** (2), 333–341.
- Oliver J.D., 2010. Recent findings on the viable but nonculturable state in pathogenic bacteria. *FEMS Microbiology Reviews* **34** (4), 415.
- Pic L. & Mathieu J., 2016. *Brettanomyces*: faut-il craindre les VBNC? *Revue Internet de viticulture et œnologie* **10** (1).
- Ribéreau-Gayon P., Dubourdieu D., Donèche B. & Lonvaud-Funel A., 2004. *Traité d'œnologie Tome 1; Microbiologie du Vin Vinification*, Paris.
- Serpaggi V., Remize F., Recorbet G., Gaudot-Dumas E., Sequeira-Le Grand A. & Alexandre H., 2012a. Characterization of the «viable but nonculturable» (VBNC) state in the wine spoilage yeast *Brettanomyces*. *Food Microbiology* **30** (2), 438–447.
- Silvestri A.-C., 2016. Détection des phénols volatils responsables des odeurs brettées des vins. *Objectif* (84), 13–17.
- Wedral D., Shewfelt R. & Frank J., 2010. The challenge of *Brettanomyces* in wine. *LWT - Food Science and Technology* **43** (10), 1474–1479.
- Zuehlke J. M. & Edwards C. G., 2013. Impact of Sulfur Dioxide and Temperature on Culturability and Viability of *Brettanomyces bruxellensis* in Wine. *Journal of Food Protection* **76** (12), 2024–2030.



Cépages

Ce beau livre, unique en son genre, donne une description précise et richement illustrée des 57 principaux cépages cultivés en Suisse. Le glossaire en images qui l'accompagne permet de guider l'amateur et le professionnel dans la reconnaissance des caractères distinctifs.

Français, allemand ou italien, 130 pages, CHF 57.-

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



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



Maintenant disponible!

Principes de fertilisation des cultures agricoles en Suisse

PRIF 2017

Cette nouvelle publication sera disponible dès juin 2017.

Edités par Agroscope, les «PRIF 2017» s'inscrivent dans la continuité des «Données de base pour la fumure» (DBF), avec pour grande nouveauté de rassembler dans un seul document toutes les cultures agricoles: grandes cultures, herbages, viticulture, arboriculture, cultures maraîchères, baies, plantes médicinales et aromatiques, plantes ornementales.

Les «PRIF 2017» paraîtront comme publication spéciale de Recherche Agronomique Suisse, disponible sans majoration de prix pour les abonnés.

Pour les autres intéressés, le document pourra être commandé dès maintenant, en version papier (CHF 21.-) ou électronique (CHF 11.-) à l'adresse: www.publicationsfederales.ch

www.prif.ch



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Département fédéral de l'économie,
de la formation et de la recherche DEFR
Agroscope

LA VIGNE

VOLUME 2

RAVAGEURS ET AUXILIAIRES

CHRISTIAN LINDER
PATRIK KEHRLI
OLIVIER VIRET



Acarien rouge

Panonychus ulmi (Geoffr.)

INTRODUCTION

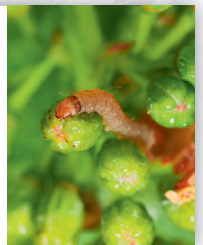
Considéré au début du 20^e siècle comme un hôte occasionnel des vignobles, *Panonychus ulmi* est reconnu dès les années 1950 comme un ravageur principal de la vigne. Il est largement admis que ce changement de statut est d'origine anthropique. Ainsi, le développement de l'usage d'insecticides à large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

18 | ACARIENS ROUGES



Vers de la grappe

La vigne de la France est infestée à l'heure de sa récolte par un grand nombre de ravageurs. Parmi eux, les vers de la grappe sont les plus dommageables. Ils sont responsables de pertes importantes de rendement et de qualité. Ces insectes sont très résistants aux insecticides et leur lutte est donc difficile. Ils sont particulièrement abondants dans les vignobles de montagne et dans les vignobles anciens. Ils sont responsables de dégâts importants sur les grappes, notamment sur les baies et les pédoncules. Ils sont également responsables de la formation de galles sur les grappes. Ces insectes sont très difficiles à contrôler et leur lutte est donc très complexe. Ils sont responsables de dégâts importants sur les grappes, notamment sur les baies et les pédoncules. Ils sont également responsables de la formation de galles sur les grappes. Ces insectes sont très difficiles à contrôler et leur lutte est donc très complexe.



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

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

LA VIGNE – Volume 2 – RAVAGEURS ET AUXILIAIRES

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

COMMANDE:

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



Agroscope | Agora | Amtra

Traitement à l'ozone des fraises et des framboises

Séverine GABIOUD REBEAUD¹, Guillaume PERRIER¹, Pierre-Yves COTTER¹, André ANÇAY¹, Luyen VUONG²
et Danilo CHRISTEN¹

¹Agroscope, 1964 Conthey, Suisse

²ozone.ch, 2400 Le Locle, Suisse

Renseignements: Séverine Gabioud Rebeaud, e-mail: severine.gabioud@agroscope.admin.ch, tél. +41 58 481 34 11, www.agroscope.ch



Photo Carole Parodi, Agroscope

Introduction

Les fraises et les framboises représentent 80 % de la production de petits fruits en Suisse (Fruit-Union Suisse 2016). La surface de culture de fraises correspond à 518 ha, situés principalement dans les cantons de Thurgovie et Berne. Quant aux framboises, elles couvrent une surface totale de 151,1 ha, essentiellement dans les régions de Thurgovie, Vaud et Genève. La diversité des variétés et des modes de culture (plein champ, hors-sol,

sous abris, etc.) permet d'offrir aux consommateurs des fraises et des framboises indigènes de mai à novembre. Une fois cueillies, les baies sont acheminées jusqu'aux consommateurs par différents canaux de distribution, tels que la vente directe, le commerce de gros ou de détail. Indépendamment du canal de distribution, les attentes des consommateurs en termes de qualité sont élevées: les baies doivent avoir une apparence visuelle irréprochable, être exemptes de défauts, de meurtrissures et de pourritures, et avoir une qualité

gustative optimale. Cette dernière est principalement caractérisée par la teneur en sucre et par la qualité des arômes.

La durée de conservation des fraises et des framboises est limitée à quelques jours. Les fruits commercialisés rapidement peuvent être refroidis à 10–14 °C pour limiter les pertes durant le transport et le conditionnement. Cette température permet d'éviter la formation de condensation lorsque les baies sont remises à température ambiante et de maintenir ainsi l'aspect brillant des fruits, synonyme de fraîcheur pour le consommateur. Certains canaux de distribution nécessitent un entreposage de quelques jours à 0 °C, notamment en cas de récoltes abondantes ou de conditions de marché défavorables. A cette température, le métabolisme respiratoire et les processus de maturation sont fortement ralentis. Les fruits doivent cependant être réchauffés par paliers de température jusqu'à 10–14 °C afin d'éviter la formation de condensation lorsqu'ils sont remis à température ambiante (Fruit-Union Suisse 2012). Le développement rapide de pourritures lors du stockage amène à des pertes qui peuvent être non négligeables. L'incidence et l'intensité des dégâts varient en fonction de la variété, du type de production, des conditions climatiques précédant la récolte, du stade de maturité au moment de la cueillette, du délai de mise au froid ou encore de la température et de la durée d'entreposage. Entreposer les baies à basse température (0–1 °C) permet de ralentir la croissance des moisissures, mais non de les éliminer. Lorsque les conditions sont favorables au développement des micro-organismes, les fruits deviennent rapidement impropres à la consommation et les pertes économiques engendrées peuvent être importantes. Pour limiter les effets de telles pertes, des solutions alternatives doivent être trouvées.

L'ozone a un fort potentiel d'oxydation et agit comme désinfectant. Composé de trois atomes d'oxygène, il se dégrade rapidement en dioxygène lorsqu'il est en contact avec la matière. Il ne laisse donc pas de résidus. L'ozone peut être appliqué soit sous forme gazeuse, soit dissout dans l'eau. De nombreuses études ont évalué l'efficacité d'un traitement à l'ozone contre le développement de maladies parasitaires sur différents types de fruits et de légumes (Miller *et al.* 2013). Les résultats ne sont pas toujours cohérents pour un même type de produit horticole. L'efficacité du traitement est en effet influencée par de nombreux facteurs, tels que l'espèce bactérienne ou fongique et son stade de développement, la concentration en ozone et la durée d'exposition, la température et l'humidité relative dans la chambre frigorifique (Pascual

Résumé ■ Les fraises et les framboises sont des fruits fragiles qui se dégradent rapidement après la récolte. Les pertes sont principalement causées par le développement de maladies fongiques, en particulier lorsque les conditions d'entreposage ne sont pas optimales. Dans cette étude, un traitement à l'ozone appliqué sous forme gazeuse a été testé dans le but de prolonger le stockage des baies en réduisant les pertes dues au développement de pourritures. Les résultats montrent que l'ozone est efficace pour ralentir la croissance des micro-organismes et qu'il n'altère pas la qualité des fruits en termes de teneur en sucre, acidité et couleur dans la majorité des essais. Dans certains tests, l'ozone a légèrement accéléré le ramollissement des fraises, mais cette différence n'a pas été perçue par le panel de dégustateurs.

et al. 2007). L'influence de ces facteurs a également été montrée sur les fraises et les framboises (Horvitz et Cantalejo 2014).

Cette étude a pour but de déterminer si un traitement à l'ozone permet de réduire le développement des pourritures fongiques durant l'entreposage à court terme de fraises et de framboises, sans altérer la qualité commerciale et gustative.

Matériel et méthodes

Fruits

Les essais ont été menés durant l'été 2016 sur les variétés de fraises «Murano» et de framboises «Tulameen» cultivées sous tunnel sur substrat au centre de recherche Agroscope de Conthey et sur la variété de fraises «Laetitia» cultivée en production biologique en plein champ à Vétroz (Valais). Les fruits de 1^{er} choix ont été répartis aléatoirement dans les différentes variantes d'essai détaillées dans le tableau 1.

Entreposage et traitement à l'ozone

Les fruits ont été entreposés dans des microcellules de 0,2 m³ à une température de 8 °C et une humidité relative de 92 %. Dans chaque essai, la moitié des fruits a été traitée deux fois par jour durant 1 h 30 avec de l'ozone à une concentration de 2 à 3 ppm. L'autre moitié des fruits a été entreposée dans une microcellule sans ozone (lot témoin).

Maladies fongiques

Afin d’évaluer l’influence du traitement à l’ozone sur le développement des maladies fongiques, les fruits atteints de moisissures ont été dénombrés sur des lots de 60 fraises ou de 100 framboises.

Paramètres physico-chimiques

La teneur en sucre, l’acidité et la couleur ont été déterminées sur 60 fraises ou 100 framboises à la récolte et après un entreposage de quatre et/ou huit jours selon les essais décrits dans le tableau 1. Dans le cas des fraises, la fermeté a également été mesurée. La couleur des fruits (composante «a») a été analysée sur chaque fruit à l’aide d’un colorimètre (Chromamètre CR-400, Minolta). La mesure de la fermeté a été réali-

sée au moyen d’un appareil Durofel muni d’un embout de 0,5 cm² (Giraud-Technologie, SETOP) et est exprimée en indices Durofel (ID₅₀). Quinze fraises ou 25 framboises par échantillon ont ensuite été réduites en jus au moyen d’un robot mixeur avec centrifugeuse pour les analyses des teneurs en sucre et d’acidité. La teneur en sucre (°Brix) a été mesurée à l’aide d’un réfractomètre (ATAGO, modèle PR-1) et l’acidité (g acide citrique/kg) a été déterminée par titration (titrimètre Metrohm, 719S, Titrino).

Qualité sensorielle

Dans le but de déterminer si les fruits traités ou non à l’ozone présentaient des différences de qualité sensorielle (aspect, goût, texture, etc.), un test discriminatif de type «2 parmi 5» a été effectué. L’épreuve dite du «2 parmi 5» consiste à présenter aux sujets cinq échantillons de produits dont deux proviennent d’un même lot et trois de l’autre lot. Il est alors demandé aux sujets de regrouper les échantillons perçus comme identiques. Ce test a été effectué avec un panel de vingt personnes sur les fraises de la variété «Murano» entreposées durant quatre et huit jours avec et sans traitement à l’ozone.

Tableau 1 | Description des essais

| Type de fruit | Essai n° | Variété | Date de récolte | Durée d’entreposage (en jours) |
|---------------|----------|----------|-----------------|--------------------------------|
| Fraise | 1 | Laetitia | 04.07.16 | 4 et 8 |
| | 2 | Murano | 11.07.16 | 8 |
| | 3 | | 18.07.16 | 4 et 8 |
| | 4 | | 02.08.16 | 8 |
| | 5 | | 08.08.16 | 8 |
| Framboise | 1 | Tulameen | 21.06.16 | 8 |
| | 2 | | 27.06.16 | 8 |
| | 3 | | 11.07.16 | 8 |

Analyse des données

Les analyses statistiques ont été réalisées à l’aide du logiciel XLSTAT 2016.



Photo Carole Parodi, Agroscope

Résultats et discussion

Influence de l'ozone sur les maladies fongiques

Les fraises et les framboises sont des fruits sensibles au développement de maladies fongiques, en particulier après la récolte. Constitués de larges cellules aux membranes fines, les tissus sont facilement endommagés lors de la récolte et des manipulations post-récolte, ce qui favorise le développement des moisissures. Les fraises sont surtout sujettes aux attaques d'oïdium (*Podosphaera aphanis*) et de pourriture grise (*Botrytis cinerea*). Les framboises, quant à elles, sont particulièrement sensibles à la pourriture grise. Les résultats obtenus dans cette étude montrent que le traitement à l'ozone appliqué deux fois par jour durant 1 h 30 à une concentration de 2 à 3 ppm a permis de réduire en moyenne de moitié l'incidence des maladies fongiques sur les fraises et les framboises (fig. 1 et 2). L'effet était particulièrement visible après huit jours d'entreposage. Durant les quatre premiers jours d'entreposage, et, ce indépendamment du traitement à l'ozone, les fraises «Murano» et les framboises «Tulameen» sont restées intactes, contrairement aux fraises «Laetitia» cultivées en plein champ, dont environ 15 % des fruits traités ou non avec l'ozone étaient pourris. Les maladies fongiques se sont surtout développées entre le quatrième

et le huitième jour sur les deux fruits testés. La température de 8 °C a en effet été trop élevée pour une telle durée d'entreposage et ne correspond pas aux recommandations établies pour la pratique, mais elle a permis de mesurer l'impact du traitement à l'ozone sur les moisissures en favorisant leur développement. A noter également que les résultats ont varié selon la date de récolte pour un même type de fruits issu de la même parcelle. Plusieurs facteurs peuvent être à l'origine de ces différences: l'état physiologique des fruits à la récolte, les conditions climatiques précédant la cueillette ou encore la quantité de spores présentes sur les baies avant la mise en frigo.

L'efficacité d'un traitement à l'ozone a également été démontrée par Bialka et Demirci (2007) sur les spores de *Salmonella* et d'*Escherichia coli* inoculées sur des fraises et des framboises. Toutefois, ces auteurs ont obtenu des résultats moins satisfaisants en lavant les baies avec de l'eau ozonée. Pérez *et al.* (1999) relèvent par ailleurs que le traitement perd de son efficacité une fois les baies placées à température ambiante (shelf life): l'ozone détruit en effet les micro-organismes au moment du traitement, mais sa durée de vie étant très courte (il se dégrade rapidement en dioxygène), il ne permet pas de lutter contre les maladies une fois le traitement terminé.

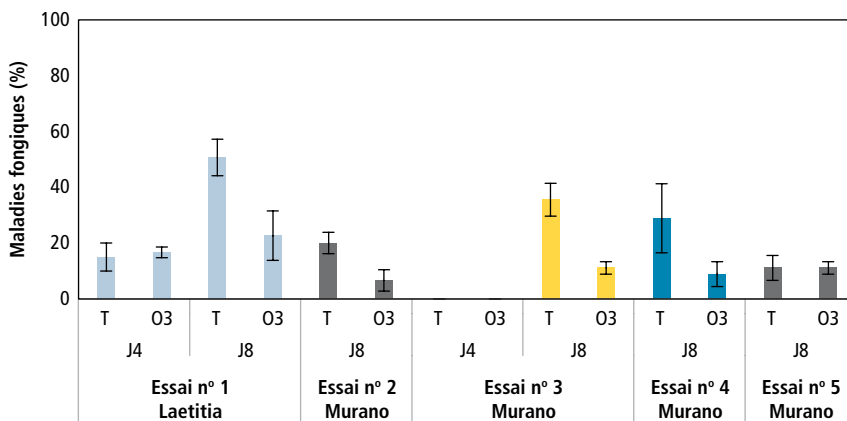


Figure 1 | Influence du traitement à l'ozone sur le développement des maladies fongiques sur les fraises des variétés «Laetitia» (essai n° 1) et «Murano» (essais n° 2–5) entreposées durant quatre (J4) ou huit jours (J8). T: fruits témoins et O3: fruits traités à l'ozone.

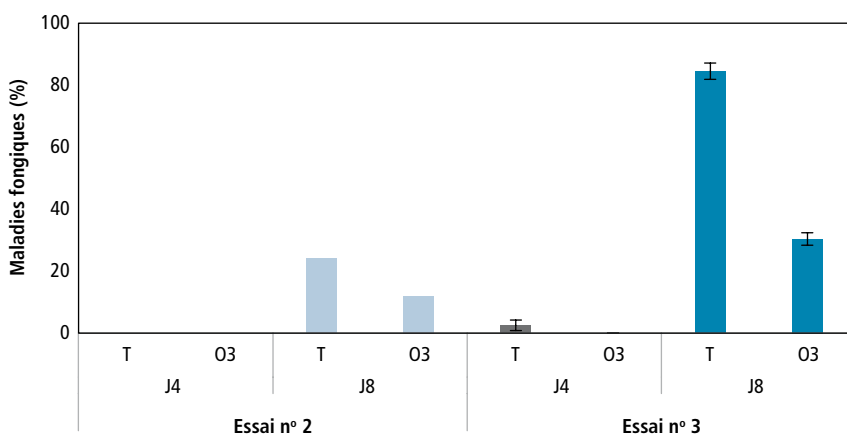


Figure 2 | Influence du traitement à l'ozone sur le développement des maladies fongiques sur les framboises de la variété «Tulameen» entreposées durant quatre (J4) et huit jours (J8). T: fruits témoins et O3: fruits traités à l'ozone.

Influence de l’ozone sur les paramètres physico-chimiques

Teneur en sucre et acidité

Les teneurs en sucre et en acidité jouent un rôle primordial dans la qualité gustative des fraises et des framboises. Les fruits sucrés sont en général mieux appréciés par les consommateurs. L’acidité est également importante, car un fruit peu acide est souvent considéré comme fade et peu savoureux. Une trop forte acidité n’est cependant pas souhaitée, surtout si elle est liée à une trop faible teneur en sucre. Les résultats de cette étude montrent que le traitement à l’ozone n’a pas influencé de manière significative les teneurs en sucre et en acidité des baies dans la majorité des essais (tabl. 2 et 3). Ces paramètres ont également très peu évolué durant l’entreposage (tabl. 2 et 3). Ces résultats confirment que la teneur en sucre et en acidité est déterminée au moment de la récolte et qu’elle est principalement influencée par des facteurs variétaux et culturaux, comme l’ont montré Carlen *et al.* (2005) sur les fraises.

Tableau 2 | Influence du traitement à l’ozone sur les paramètres physico-chimiques (teneur en sucre, acidité et couleur) des fraises des variétés «Laetitia» et «Murano», à la récolte et après quatre ou huit jours d’entreposage. R: récolte, T: fruits témoins, O3: fruits traités à l’ozone et nd: non déterminé. Les valeurs moyennes avec les mêmes lettres ne sont pas différentes à $p \leq 0,05$ selon le test de Fisher.

| Essai n° | Variété | Jours après récolte | Variante | Teneur en sucre (°Brix) | Acidité (g ac. citr./kg) | Couleur (a) |
|----------|----------|---------------------|----------|-------------------------|--------------------------|-------------|
| 1 | Laetitia | 0 | R | 9,6 a | 8,9 a | 36,8 c |
| | | 4 | T | 9,6 a | 8,6 a | 37,4 bc |
| | | 4 | O3 | 9,1 ab | 7,9 a | 38,7 a |
| | | 8 | T | 9,6 a | 8,9 a | 38,3 ab |
| | | 8 | O3 | 8,7 b | 8,8 a | 38,8 a |
| 2 | Murano | 0 | R | nd | nd | nd |
| | | 8 | T | 8,2 A | 9,1 A | 36,6 A |
| | | 8 | O3 | 8,8 A | 8,7 A | 36,7 A |
| 3 | Murano | 0 | R | 7,9 a | 8,1 a | 38,7 a |
| | | 4 | T | 8,3 a | 7,8 a | 40,0 a |
| | | 4 | O3 | 8,0 a | 8,1 a | 39,5 a |
| | | 8 | T | 8,0 a | 7,3 a | 38,6 a |
| | | 8 | O3 | 8,9 a | 7,3 a | 39,2 a |
| 4 | Murano | 0 | R | 7,7 A | 7,2 A | 39,4 A |
| | | 8 | T | 7,5 A | 7,3 A | 38,2 A |
| | | 8 | O3 | 7,8 A | 7,0 A | 39,1 A |
| 5 | Murano | 0 | R | 7,6 a | 7,5 a | 40,5 a |
| | | 8 | T | 7,7 a | 8,7 a | 39,1 b |
| | | 8 | O3 | 7,5 a | 7,9 a | 39,2 b |

Couleur

La couleur est également un critère déterminant dans le choix des consommateurs. Les fruits rouge brillant sont particulièrement attrayants car cette couleur est souvent associée à un goût sucré et fruité. La couleur rouge des fraises et des framboises est due à la présence de pigments phénoliques appelés anthocyanes et elle est déterminée au moment de la récolte. En post-récolte, cette couleur rouge peut évoluer vers le rouge-sombre sous l’effet de l’oxydation des pigments, surtout dans le cas des framboises, ou vers le brun lorsque les fruits commencent à pourrir (Edin *et al.* 1999). Dans cette étude, l’ozone n’a que faiblement influencé la couleur des fruits traités (tabl. 2 et 3). La couleur des fraises a très peu évolué durant l’entreposage, alors que le rouge des framboises est devenu sombre, indépendamment du traitement à l’ozone. L’ozone, au fort pouvoir oxydant, n’a donc pas influencé de manière négative la couleur des fruits, ce qui corrobore l’hypothèse que ce traitement n’agit qu’en surface, sans oxyder les pigments. Ces résultats confirment les observations de Giuggioli *et al.* (2015) et de Bialka et Demirci (2007) sur framboises, ainsi que de Nadas *et al.* (2003) sur fraises.

Fermeté

La fermeté des fraises est assurée par des composés pectiques qui, associés à de la cellulose, forment des protopectines insolubles. Les fruits se ramollissent durant

Tableau 3 | Influence du traitement à l’ozone sur les paramètres physico-chimiques (teneur en sucre, acidité et couleur) des framboises de la variété «Tulameen», à la récolte et après quatre ou huit jours d’entreposage. R récolte, T: fruits témoins et O3: fruits traités à l’ozone. Les valeurs moyennes avec les mêmes lettres ne sont pas différentes à $p \leq 0,05$ selon le test de Fisher.

| Essai n° | Jours après récolte | Variante | Teneur en sucre (°Brix) | Acidité (g ac. citr./kg) | Couleur (a) |
|----------|---------------------|----------|-------------------------|--------------------------|-------------|
| 1 | 0 | R | 11,6 a | 24,9 a | 31,1 b |
| | 8 | T | 11,8 a | 20,5 b | 34,2 a |
| | 8 | O3 | 11,3 a | 21,1 b | 34,3 a |
| 2 | 0 | R | 11,6 A | 22,7 C | 36,3 A |
| | 4 | T | 12,0 A | 26,2 AB | 36,5 A |
| | 4 | O3 | 11,9 A | 26,7 A | 36,5 A |
| | 8 | T | 11,4 A | 24,3 BC | 35,0 B |
| | 8 | O3 | 11,3 A | 23,0 C | 34,8 B |
| 3 | 0 | R | 13,0 a | 28,4 ab | 30,1 c |
| | 4 | T | 13,7 a | 26,3 bc | 37,0 ab |
| | 4 | O3 | 13,2 a | 29,8 a | 37,2 ab |
| | 8 | T | 13,4 a | 25,2 c | 36,7 b |
| | 8 | O3 | 13,0 a | 26,3 bc | 37,5 a |

l'entreposage sous l'effet d'enzymes pectinolytiques (Risser et Navatel 1997). Dans cette étude, la fermeté des fraises a peu évolué durant les huit jours d'entreposage, en particulier dans le cas de la variété «Murano» (fig. 3). Le traitement à l'ozone a légèrement renforcé le ramollissement des baies selon les variétés et les dates de récolte. Les fruits traités à l'ozone ont été significativement moins fermes après quatre ou huit jours d'entreposage dans les essais n° 1 («Laetitia»), 2 et 3 («Murano»). Aucune influence n'a par contre été observée dans les essais n° 4 et 5 («Murano»). Dans les tests significatifs, les différences de valeurs de fermeté ont été toutefois relativement faibles (environ 6 ID₅₀). Le traitement à l'ozone n'est donc pas le seul facteur influençant l'évolution de la fermeté des fraises. En effet, celle-ci peut varier jusqu'à 20 ID₅₀ selon les variétés (Carlen *et al.* 2005).

Certaines études ont montré un ralentissement du ramollissement des fraises sous l'effet de l'ozone (Nadas *et al.* 2003), tandis que d'autres n'ont observé aucune différence de fermeté entre les fruits traités et non traités (Bialka et Demirci 2007).

Influence de l'ozone sur la qualité sensorielle

Les résultats du tableau 4 indiquent que le panel n'a pas différencié les fruits traités ou non à l'ozone. Ces résultats sont cohérents avec d'autres études qui ont

Tableau 4 | Test «2 parmi 5» effectué sur les fraises de la variété «Murano» entreposées durant quatre ou huit jours et traitées ou non avec l'ozone. P: probabilité de succès selon la loi binomiale.

| Essai n° | Variété | Jours après récolte | Nombre de participants | Nombre de tests réussis | P | Résultat |
|----------|---------|---------------------|------------------------|-------------------------|-------|------------------|
| 3 | Murano | 4 | 20 | 2 | 0,285 | non significatif |
| 4 | Murano | 8 | 19 | 1 | 0,270 | non significatif |

montré que l'ozone n'influçait pas la qualité sensorielle des baies (Allende *et al.* 2007, Nadas *et al.* 2003). La qualité des fraises et des framboises est fonction de nombreux facteurs tels que la date de récolte, la variété, la charge ou le type de production. Aussi, des tests d'analyse sensorielle supplémentaires sont nécessaires pour déterminer l'influence de ces facteurs sur la qualité des fruits par rapport à un traitement à l'ozone. Enfin, il est intéressant de noter que la mesure de fermeté des fraises entreposées durant quatre jours a montré une différence significative d'environ 6 ID₅₀, mais que le panel de dégustateurs n'a pas perçu cette différence.

Conclusions

- Un traitement à l'ozone gazeux à une concentration de 2 à 3 ppm appliqué deux fois par jour durant 1 h 30 limite efficacement le développement de maladies fongiques sur les fraises et les framboises entreposées durant huit jours à 8°C.
- Dans la majorité des essais, l'ozone n'a pas influencé les teneurs en sucre et en acidité, ni la couleur des fruits.
- La fermeté des fraises traitées a parfois été légèrement plus faible que celle des fruits non traités; toutefois, cette différence n'a pas été perçue par le panel de dégustateurs.
- Les fraises «Murano» traitées ou non à l'ozone et entreposées durant quatre ou huit jours n'ont pas pu être différenciées par le panel de dégustateurs, ce qui indique que l'ozone n'a pas eu d'influence sur la qualité sensorielle de ces fruits.
- Le traitement des fraises et des framboises à l'ozone a donc un potentiel intéressant pour améliorer la rentabilité du stockage de ces fruits en réduisant les pertes causées par les maladies fongiques. ■

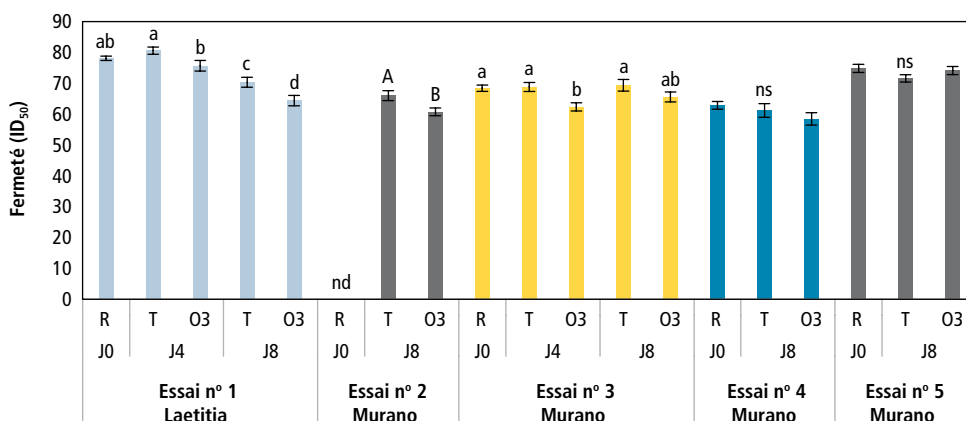


Figure 3 | Influence du traitement à l'ozone sur la fermeté des fraises des variétés «Laetitia» et «Murano» à la récolte (J0) et après quatre (J4) ou huit jours (J8) d'entreposage. T: fruits témoins et O3: fruits traités à l'ozone, nd: non déterminé.

| | | | | | |
|----------------|---|------------------------|---|------------------|--|
| Summary | <p>Ozone treatment on strawberries and raspberries</p> <p>A rapid degradation of strawberries and raspberries is observed after harvest due to their fragility. The development of fungal diseases is the main cause of fruit losses and this is principally happening when storage conditions are not optimal. In this study, a treatment with gaseous ozone was tested with the aim to extend the storage life of the berries by reducing the losses caused by the development of rot. Results show that ozone is effective to slow down microorganisms growth without altering key fruit quality parameters (sugar, acidity and color) in most of the trials. In few experiments, a slight increase of strawberries softening caused by the ozone treatment was observed, but the difference with non treated fruits was not perceived by the panel of tasters.</p> <p>Key words: Strawberries, raspberries, ozone, fungal disease, quality.</p> | Zusammenfassung | <p>Ozonbehandlung von Erdbeeren und Himbeeren</p> <p>Erdbeeren und Himbeeren sind empfindliche Früchte, die nach der Ernte schnell verderben. Die Schäden sind hauptsächlich auf die Entwicklung von Pilzkrankheiten zurückzuführen, insbesondere wenn die Lagerbedingungen nicht optimal sind. In der vorliegenden Studie ist eine Behandlung mit gasförmigem Ozon durchgeführt worden, mit dem Ziel die Lagerdauer von Beeren zu verlängern und die durch Verfaulung bewirkten Schäden zu reduzieren. Die Resultate zeigen, dass Ozon effizient zur Verlangsamung des Wachstums von Mikroorganismen beiträgt und die Qualität in Bezug auf Zuckergehalt, Säure und Farbe in der Mehrheit der Versuche nicht beeinträchtigt. In gewissen Tests, hat das Ozon das Weichwerden der Erdbeeren leicht beschleunigt, aber dieser Unterschied ist vom Verkosterausschuss nicht wahrgenommen worden.</p> | Riassunto | <p>Trattamento all'ozono di fragole e lamponi</p> <p>Le fragole e i lamponi sono dei frutti fragili che si degradano rapidamente dopo il raccolto. Le perdite sono principalmente causate dallo sviluppo di malattie fungine, in particolare, quando le condizioni di stoccaggio non sono ottimali. In questo studio si è testato un trattamento di ozono gassoso con lo scopo di prolungare lo stoccaggio delle bacche, riducendo le perdite dovute allo sviluppo di marciumi. I risultati mostrano che l'ozono rallenta la crescita di microorganismi e che nella maggior parte delle prove non altera la qualità dei frutti in termini di tenori in zucchero, acidità e colore. In alcune prove l'ozono ha leggermente accelerato il rammollimento delle fragole, ma questa differenza non è stata percepita dal panel di degustatori.</p> |
|----------------|---|------------------------|---|------------------|--|

Remerciements

Les auteurs remercient l'entreprise ozone.ch pour la mise à disposition et le support technique de l'installation de traitement à l'ozone.

Bibliographie

Allende A., Marín A., Buendía B., Tomás-Barberán F. & Gil M. I., 2007. Impact of combined postharvest treatments (UV-C light, gaseous O₃, superatmospheric O₂ and high CO₂) on health promoting compounds and shelf-life. *Postharvest Biol. Tec.* **46**, 201–211.

Bialka K. L. & Demirci A., 2007. Utilization of Gaseous Ozone for the Decontamination of *Escherichia coli* O157:H7 and *Salmonella* on Raspberries and Strawberries. *Food Protect.* **70**, 1093–1098.

Carlen C., Potel A. M., Bellon C. & Ançay A., 2005. Qualité des fraises: effets de la variété, du rapport feuille/fruit, de la période de récolte et du stade de maturité. *Revue suisse Vitic. Arboric. Hortic.* **37**, 87–93.

Edin M., Gaillard P. & Massardier P., 1999. Le framboisier. CTIFL, 208 p.

Ançay A., Baroffio C., Michel V., 2012. Guide des petits fruits. Fruit-Union Suisse et Agroscope Changins-Wädenswil, 2012. Fruit-Union Suisse, 2016. Surface des baies 2016. Fruit-Union Suisse, 12 p.

Giuggioli N., Briano R., Girgenti V. & Peano C., 2015. Quality Effect of Ozone Treatment for the Red Raspberries Storage. *Chem. Eng. Trans.* **44**, 25–30.

Horvitz S. & Cantalejo M. J., 2014. Application of Ozone for the Postharvest Treatment of Fruits and Vegetables. *Crit. Rev. Food Sci.* **54**, 312–339.

Miller F. A., Silva C. L. M. & Brandão T. R. S., 2013. A Review on Ozone-Based treatments for Fruit and Vegetables. *Food Eng. Rev.* **5**, 77–106.

Nadas A., Olmo M. & García J. M., 2003. Growth of *Botrytis cinerea* and strawberry quality in ozone-enriched atmospheres. *J. Food Sci.* **68**, 1798–1802.

Perez A. G., Sanz C., Ríos J. J., Olías R. & Olías J. M., 1999. Effects of Ozone Treatment on Postharvest Strawberry Quality. *J. Agric. Food Chem.* **47**, 1652–1656.

Pascual A., Llorca I. & Canut A., 2007. Use of ozone in food industries for reducing the environmental impact of cleaning and disinfection activities. *Trends Food Sci. Tech.* **18**, 29–35.

Risser G. & Navatel J. C., 1997. La fraise: plant et variétés. CTIFL, 103 p.



Filtration de vins
 Traitement d'eau
 Micro-oxygénation

www.keller.ch
 KELLER FLUID PRO AG • 8049 Zürich • ☎ 044 341 09 56 depuis 1982

Alphatec



1438 Method Tél. 024 442 85 40
 8165 Oberweningen ZH Tél. 044 856 06 36



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

Saury

DEPUIS 120 ANS À VOTRE SERVICE

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



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




NOUVEAUTÉS
100% hygiénique
 - Smile Inox H
 - Smile A inversée

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

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






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





Oeno-Pôle Sàrl
 CP 57, 1183 Bursins
 Tél. 078 716 40 00
 Mail: info@oeno-pole.ch
 Et bien plus sur: WWW.OENO-POLE.CH

**OENO
 PÔLE**

Au service de la qualité

Effets de contact de quatre insecticides sur les punaises phytophages *Halyomorpha halys* et *Nezara viridula*

Julian TUGWELL¹, Serge FISCHER² et Dominique FLEURY³

¹Haute Ecole du paysage, d'ingénierie et d'architecture (hepia), 1202 Genève, Suisse

²Agroscope, 1260 Nyon, Suisse

³Direction générale de l'agriculture et de la nature (DGAN), 1228 Plan-les-Ouates (GE), Suisse

Renseignements: Serge Fischer, e-mail: serge.fischer@agroscope.admin.ch, tél. +41 58 460 43 83, www.agroscope.ch



D'origine asiatique, la punaise marbrée (*Halyomorpha halys*) est en pleine expansion en Europe. Pour de nombreuses cultures, elle représente un défi pour les stratégies de lutte intégrée et biologique développées par notre recherche agronomique depuis des décennies.

Introduction

La punaise marbrée, *Halyomorpha halys* (Stål), appartient à la famille des Pentatomidae. Originnaire d'Extrême-Orient, elle est apparue aux Etats-Unis dans les années 1990 (Hoebecke et Carter 2003). En Europe, sa présence dans le Nord-Est de la Suisse et au Liechtenstein remonte à 2004 au moins (Haye *et al.* 2014). L'espèce, très invasive, est signalée actuellement dans de

nombreux pays de notre continent. D'une plasticité écologique remarquable, elle s'avère particulièrement dommageable aux cultures fruitières et légumières. En Suisse, les dégâts sérieux constatés au Tessin sur poires et pêches en 2015 se sont fortement aggravés en 2016 (C. Marazzi, comm. pers.). Dans le reste du pays, l'espèce est localement abondante, mais demeure, pour le moment, confinée dans les agglomérations. Ceci est confirmé par un monitoring effectué sur une dizaine de sites du canton de Genève en 2016: 151 individus ont été piégés dans un parc urbain, alors qu'aucune capture n'a été enregistrée dans les zones cultivées (Rocheffort *et al.* 2017). On peut toutefois s'attendre à une colonisation plus ou moins rapide des cultures fruitières du Nord des Alpes et du Valais dans les années à venir.

La punaise verte, *Nezara viridula* (L.), un autre Pentatomidae, originaire de la Corne de l'Afrique mais occupant depuis des décennies le bassin méditerranéen, voit actuellement son aire de distribution européenne s'étendre vers le nord, profitant très probablement des modifications climatiques en cours. Dans notre pays, elle est commune au Tessin depuis les années 1990; en Suisse occidentale (Vaud – Genève), elle devient de plus en plus problématique, notamment dans les abris de production de légumes fruits (aubergines, concombres, poivrons et tomates).

A moyen terme, le développement de méthodes biologiques ou biotechniques pour lutter contre ces deux punaises émergentes est probable. Par contre, l'urgence de la situation exige des solutions transitoires utilisables par la pratique, particulièrement contre *H. halys*. L'expérience acquise aux Etats-Unis sur la gestion de cette espèce montre que la majorité des insecticides ne présente le plus souvent que des effets partiels ou sublétaux. Les individus qui survivent à un traitement ont la capacité de recouvrer rapidement la plupart de leurs fonctions métaboliques et donc le

potentiel d'induire des pertes économiques (Lee *et al.* 2013). On peut prévoir que le phénomène sera encore plus accentué en Europe, où le nombre de substances actives autorisées est plus restreint qu'aux Etats-Unis.

Pour le praticien, une gestion de type «attract and kill» permettrait de contourner le problème. Dans le cas d'espèce, il s'agit de placer des diffuseurs de phéromones d'agrégation des Pentatomidae dans la ligne de culture située sur le pourtour des parcelles (effet «attract») et d'y réaliser des applications insecticides localisées (effet «kill»). Le but des phéromones est d'assurer une concentration des populations de punaises sur la végétation traitée, et qu'elles y demeurent le plus longtemps possible pour accroître la durée de contact et donc le taux de mortalité. Pour adapter rapidement cette stratégie «attract and kill» aux conditions agro-environnementales helvétiques, il est intéressant d'évaluer l'activité de matières actives déjà homologuées contre d'autres ravageurs sur les cultures concernées.

Cet article rapporte une expérimentation réalisée à Agroscope dans le but de tester et comparer, en laboratoire, l'effet de contact de quatre substances insecticides, appliquées à quatre doses différentes, sur les adultes de *H. halys* et *N. viridula*.

Matériel et méthodes

Insectes

Les deux espèces de Pentatomidae sont élevées dans des boîtes de polystyrène transparentes (20x14x9cm), pourvues d'aérations, à 25°C, 70% HR et 16h/24 de photopériode. La souche de *H. halys* provient de Bâle (2014) et celle de *N. viridula* de Genève (2014). La nourriture des adultes et des nymphes est constituée de gousses fraîches de haricots plats (type Coco) et de graines de tournesol décortiquées. De petits récipients d'eau, au couvercle traversé d'une mèche de coton, servent d'abreuvoirs. Pour la ponte, les femelles disposent de coupons de toile en non-tissé, pliés en accordéon. La production est prévue pour obtenir ~1500 individus adultes d'âge homogène de chaque espèce, afin de pouvoir les soumettre simultanément à l'ensemble des tests.

Traitements

Des plaques de culture cellulaire en polystyrène à six puits (Carl Roth GmbH & Co) sont employées pour les tests. Chaque puits possède une section de 9,6 cm² et une profondeur de 1,5 cm (14,4 ml de volume). L'aération est assurée par de petites perforations pratiquées au travers du couvercle au moyen d'une aiguille chauffée.

Résumé *Halyomorpha halys* et *Nezara viridula* sont deux punaises pentatomidés polyphages récemment apparues en Suisse, qui deviennent de plus en plus problématiques dans la production de fruits et légumes. L'effet résiduel de contact des substances insecticides spinosad, azadirachtine A, chlorpyrifos et thiaclopride est testé par pulvérisation en laboratoire contre les adultes de ces deux ravageurs à 0,5, 1, 2 et 4 fois le dosage homologué. Sur *H. halys*, le chlorpyrifos et le spinosad entraînent les taux de mortalité les plus élevés aux doses homologuées, soit respectivement 50 % et 39 % à T+ 2 jours et 100 % et 83 % à T+6 jours, alors que le thiaclopride ne montre pratiquement aucun effet. Par contre, sur *N. viridula* le chlorpyrifos et le spinosad s'avèrent peu actifs aux doses homologuées; le thiaclopride induisant une mortalité modérée de 25 % à T+ 2 jours et 50 % à T+ 6 jours. L'azadirachtine A n'engendre pratiquement aucune mortalité chez ces deux punaises durant les six jours d'expérience. Le chlorpyrifos et le spinosad pourraient donc être intégrés à une stratégie de lutte de type «attract and kill» face aux adultes de *H. halys* provenant des zones d'hivernage, diminuant ainsi les risques associés à l'application généralisée de produits phytosanitaires.

Les plaques et la face interne des couvercles sont traitées dans un tunnel de pulvérisation de marque Schachtner (fig. 1). Le réglage d'aspersion est le suivant:

- vitesse d'avancement de la buse: 3 km/h;
- pression: 2,31 bars;
- hauteur de la buse au-dessus de la surface traitée: 35 cm;
- dose de bouillie: 300 l/ha.



Figure 1 | Tunnel de pulvérisation Schachtner.

Après séchage de la bouillie à température ambiante durant trois heures, chaque puits est pourvu d'une gousse fraîche de haricot extra-fin et de quelques graines de tournesol, après quoi un individu adulte de chaque espèce y est introduit (fig.2). La nourriture est renouvelée après trois jours, la durée totale du test étant de six jours.

Procédés

Outre un témoin traité à l'eau distillée, les modalités se composent de quatre substances actives (chlorpyrifos-ethyl, thiaclopride, spinosad et azadirachtine A) appliquées à 0,5, 1, 2, et 4 fois la dose d'emploi homologuée (tabl. 1). Chaque modalité comprend six plaques de culture, soit 36 adultes (répétitions). Le total pour chaque espèce de punaises est donc de 102 plaques de culture, soit 612 individus. Les plaques sont placées de manière totalement randomisée en chambre climatisée à 21 °C, 70 % HR et 16h/24 de photopériode.

Contrôles d'efficacité

L'état sanitaire des insectes testés est relevé après 3, 6, 12, 24, 48, 72 et 144 heures. La vérification s'effectue en stimulant chaque individu avec une aiguille montée; il est considéré comme mort lorsqu'il ne présente plus aucune réaction. La mortalité en fonction du temps est ensuite calculée. Par souci de concision, les résultats présentés et commentés ci-après se rapportent aux comptages effectués après un temps d'exposition de 24 heures (T+1 jour), 48 heures (T+2 jours) et 144 heures (T+6 jours).

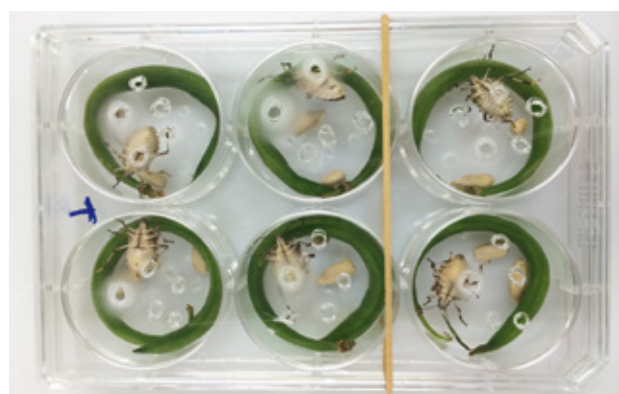


Figure 2 | Plaques de culture cellulaire à six puits utilisée pour les tests d'insecticides.

Tableau 1 | Liste et dosages des insecticides testés.

| Produit commercial | Matière active (teneur dans le produit commercial) | Quantité de matière active testée (en g/ha) | | | |
|--------------------|--|---|----------------------|----------------------|----------------------|
| | | 0,5 x dose recommandée | 1 x dose recommandée | 2 x dose recommandée | 4 x dose recommandée |
| Audienz | Spinosad (480 g/l) | 75 | 153 | 307 | 614 |
| Pyrinex | Chlorpyrifos-éthyl (250 g/l) | 300 | 600 | 1200 | 2400 |
| Alanto | Thiaclopride (480 g/l) | 96 | 192 | 384 | 768 |
| NeemAzal T/S | Azadirachtine A (10 g/l) | 20 | 40 | 80 | 160 |

Analyses statistiques

Les résultats intraspécifiques concernant les taux de mortalité en fonction des modalités et durées de contact ont été soumis à un test X^2 de Pearson, à l'aide du programme Minitab 17. La comparaison interspécifique des données obtenues a fait l'objet d'un test de Fisher, via le site internet Biosta TGV. Le seuil de signification appliqué est de 5 %.

Résultats

Pour les deux espèces, aucune mortalité n'a été observée dans le procédé témoin traité à l'eau durant les six jours d'expérimentation.

De plus, l'azadirachtine A, qui agit principalement sur les stades immatures comme perturbateur de mues, induit des taux de mortalité très faibles ou incohérents sur les adultes et les données correspondantes n'ont donc pas été incluses dans les analyses statistiques.

A l'exception des résultats obtenus à T+1 jour dans les procédés spinosad et chlorpyrifos, statistiquement non différenciables, tous les autres procédés testés montrent, à la dose homologuée, des différences de sensibilité hautement significatives entre *H. halys* et *N. viridula* ($P < 0,005$).

Sensibilité de *H. halys*

Les résultats concernant les trois matières actives qui montrent une activité significative sur les adultes de *H. halys* apparaissent à la figure 3 et au tableau 2.

Le spinosad présente un effet que l'on peut considérer comme moyen. A la dose homologuée, il engendre 38,9 % et 83,3 % de mortalité, respectivement à T+2 jours ($p < 0,001$) et T+6 jours ($p < 0,001$).

Le chlorpyrifos montre la meilleure efficacité des substances testées sur *H. halys*. A la dose homologuée, il induit en effet 50 % de mortalité à T+2 jours ($p < 0,001$) et ce taux monte à 100 % à T+6 jours ($p < 0,05$). Même à demi-dose, il entraîne 91,7 % de mortalité à T+6 jours ($p < 0,05$).

A l'opposé, le thiaclopride, qui est systémique et agit donc prioritairement par ingestion, montre une action de contact extrêmement limitée sur *H. halys*. A la

dose homologuée, il engendre une mortalité nulle à T+2 jours ($p < 0,015$) et de 2,8 % seulement à T+6 jours ($p < 0,015$). Même à quadruple dose, le taux n'atteint que 19,4 % à T+6 jours ($p < 0,05$).

Tableau 2 | Mortalité moyenne de *H. halys* adultes observée 1, 2 et 6 jours après les applications d'insecticides à différentes doses.

| Procédé | Dose testée | T+1 jour | T+2 jours | T+6 jours |
|--------------------|-------------|----------|-----------|-----------|
| Témoin non traité | – | 0 | 0 | 0 |
| Spinosad | 0,5 x | 0 | 11,1 | 52,8 |
| | 1 x | 0 | 38,9 | 83,3 |
| | 2 x | 8,3 | 72,2 | 100 |
| | 4 x | 25,0 | 75,0 | 100 |
| Chlorpyrifos-éthyl | 0,5 x | 5,6 | 30,6 | 91,7 |
| | 1 x | 16,7 | 50,0 | 100 |
| | 2 x | 33,3 | 94,4 | 100 |
| | 4 x | 80,6 | 100 | 100 |
| Thiaclopride | 0,5 x | 0 | 0 | 2,8 |
| | 1 x | 0 | 0 | 2,8 |
| | 2 x | 0 | 0 | 2,8 |
| | 4 x | 5,6 | 11,1 | 19,4 |
| Azadirachtine A | 0,5 x | 0 | 0 | 2,8 |
| | 1 x | 0 | 0 | 2,8 |
| | 2 x | 0 | 0 | 0 |
| | 4 x | 0 | 0 | 0 |

Sensibilité de *N. viridula*

Les résultats concernant les trois matières actives qui montrent une activité significative sur les adultes de *N. viridula* apparaissent à la figure 4 et au tableau 3. ➤

Tableau 3 | Mortalité moyenne de *N. viridula* adultes observée 1, 2 et 6 jours après les applications d'insecticides à différentes doses.

| Procédé | Dose testée | T+1 jour | T+2 jours | T+6 jours |
|--------------------|-------------|----------|-----------|-----------|
| Témoin non traité | – | 0 | 0 | 0 |
| Spinosad | 0,5 x | 0 | 0 | 25,0 |
| | 1 x | 2,8 | 5,6 | 44,4 |
| | 2 x | 11,1 | 25,0 | 66,7 |
| | 4 x | 16,7 | 55,6 | 86,1 |
| Chlorpyrifos-éthyl | 0,5 x | 2,8 | 5,6 | 16,7 |
| | 1 x | 2,8 | 5,6 | 33,3 |
| | 2 x | 8,3 | 38,9 | 86,1 |
| | 4 x | 22,2 | 61,1 | 97,2 |
| Thiaclopride | 0,5 x | 19,4 | 19,4 | 52,8 |
| | 1 x | 25,0 | 25,0 | 50,0 |
| | 2 x | 50,0 | 50,0 | 52,8 |
| | 4 x | 52,8 | 58,3 | 77,8 |
| Azadirachtine A | 0,5 x | 0 | 5,6 | 25,0 |
| | 1 x | 0 | 0 | 0 |
| | 2 x | 0 | 0 | 5,6 |
| | 4 x | 0 | 0 | 25,0 |

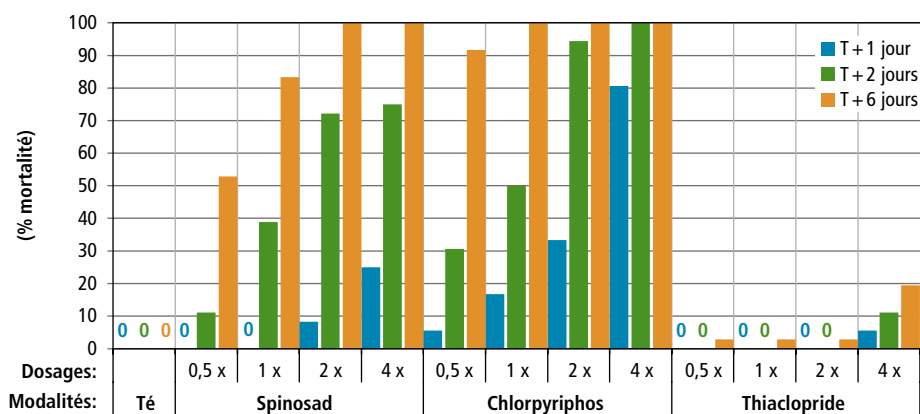


Figure 3 | Taux de mortalité de contact induits sur les adultes de *H. halys* par les substances spinosad, chlorpyrifos-éthyl et thiaclopride, testées à 0,5, 1, 2 et 4 fois la dose homologuée; évaluations effectuées 1, 2 et 6 jours après l'application (Té = témoin traité à l'eau).

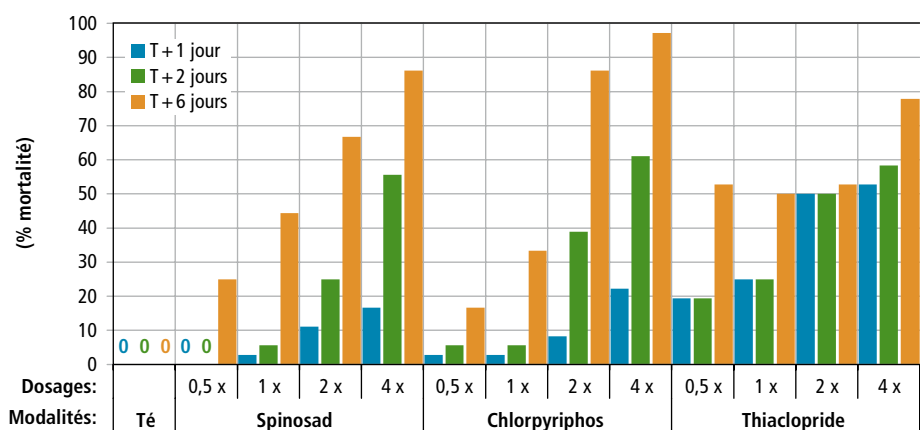


Figure 4 | Taux de mortalité de contact induits sur les adultes de *N. viridula* par les substances spinosad, chlorpyrifos-éthyl et thiaclopride, testées à 0,5, 1, 2 et 4 fois la dose homologuée; évaluations effectuées 1, 2 et 6 jours après l'application (Té = témoin traité à l'eau).

Le spinosad, à la dose homologuée, provoque une mortalité faible, de 5,6 % et de 44,4 % à T+2 jours ($p < 0,001$) et T+6 jours ($p < 0,001$). Même à double et quadruple dose, la mortalité à T+6 jours n'est respectivement que de 66,7 % ($p < 0,001$) et 86,1 % ($p < 0,001$).

A la dose homologuée, le chlorpyrifos s'avère également peu actif, induisant une mortalité de 5,6 % à T+2 jours ($p < 0,001$) et de 33,3 % à T+6 jours ($p < 0,001$). A double et quadruple dose, le taux de mortalité atteint 86,1 % ($p < 0,001$) et 97,2 % ($p < 0,001$) à T+2 et T+6 jours respectivement.

L'effet de contact du thiaclopride est modéré, puisqu'à la dose homologuée, il entraîne une mortalité de 25 % à T+2 jours ($p < 0,001$) et de 50 % à T+6 jours ($p < 0,05$). A double dose, ce taux est de 50 % à T+2 jours ($p < 0,001$) et de 52,8 % à T+6 jours ($p < 0,05$); enfin, à quadruple dose, il atteint respectivement 58,3 % à T+2 jours ($p < 0,001$) et 77,8 % à T+6 jours ($p < 0,05$).

Discussion

Par rapport à *N. viridula*, *H. halys* s'avère nettement plus sensible au chlorpyrifos et au spinosad. Le thiaclopride, au contraire, possède une action de contact moyenne sur *N. viridula*, mais quasiment nulle sur *H. halys*. Ces résultats confirment ceux obtenus en laboratoire par Leskey *et al.* (2012) sur l'action résiduelle de divers insecticides contre *H. halys*. De plus, nos propres observations ont montré que des adultes de cette espèce plongés dans une bouillie d'acétamipride (également du groupe des néonicotinoïdes) récupéraient toutes leurs fonctions vitales en quelques heures (Fischer, 2013, données non publiées).

Nos tests effectués ont évidemment une valeur indicative, puisque les punaises sont en contact permanent avec les matières actives, alors qu'en conditions réelles de cultures, elles peuvent, au moins partiellement, s'y soustraire. Les résultats présentés ici ne permettent évidemment pas d'évaluer la toxicité orale des substances testées qui, lorsqu'elles sont systémiques, prime généralement sur l'effet de contact. Or, si la littérature consultée ne donne aucune indication sur l'effet d'ingestion du thiaclopride sur *H. halys*, les essais que nous avons menés avec cette substance contre *N. viridula* sur des plantes d'aubergines ont montré une efficacité atteignant 95 % dès T+3 jours (Fischer, 2015, données non publiées).

Nos résultats laissent entrevoir quelques pistes pour une lutte fondée sur le comportement de déplacement de ces deux Pentatomidae entre leurs divers milieux de vie; spécialement pour *H. halys*, qui est particulièrement nuisible en arboriculture fruitière. Une approche

envisageable pour gérer les populations de cette espèce serait de: 1) disposer, au printemps, des diffuseurs de phéromones sexuelles et/ou d'agrégation dans les lignes d'arbres situées en périphérie de parcelle; 2) effectuer une application de chlorpyrifos ou de spinosad sur ces lignes, réalisant ainsi un barrage de type «attract and kill» face aux adultes provenant des zones d'hivernage (haies, lisières, infrastructures construites). Ce type de stratégie permettrait de limiter les risques de colonisation à l'intérieur des vergers, tout en diminuant les inconvénients et risques associés à l'application généralisée de produits phytosanitaires. De plus, la sensibilité plus élevée aux insecticides des adultes en fin d'hivernage (Leskey *et al.* 2013) représenterait un atout supplémentaire pour la méthode.

Cependant, le succès de cette dernière sera également tributaire d'un monitoring efficace, afin de définir avec précision le calendrier des interventions à effectuer.

Conclusions

- Parmi les quatre insecticides testés sur les adultes de la punaise *H. halys*, le chlorpyrifos montre la meilleure action de contact, suivi du spinosad.
- *N. viridula* s'avère nettement moins sensible à ces deux substances.
- Employés en combinaison avec des diffuseurs de phéromones, le chlorpyrifos et le spinosad semblent pouvoir être utilisés dans une stratégie de type «attract and kill» contre *H. halys* en cultures fruitières. ■

Remerciements

Les auteurs remercient vivement Maëlle Corminbœuf, Gaëtan Jaccard et Frédéric Tschuy pour leur précieuse collaboration dans la conduite des élevages et l'utilisation de l'appareillage de traitement.

Bibliographie

- Haye T., Abdallah S., Garipey T. & Wyniger D., 2014. Phenology, life table analysis and temperature requirements of the invasive brown marmorated stink bug, *Halyomorpha halys*, in Europe. *J. Pest Sci.* **87**, 407–418.
- Hoebecke E. R. & Carter M. E., 2003. *Halyomorpha halys*: a polyphagous plant pest from Asia newly detected in North America. *Proc. Entomol. Soc. Wash.* **105**, 225–237.
- Lee D.-H., Wright S. E. & Leskey T. C., 2013. Impact of insecticide residues exposure on the invasive pest, *Halyomorpha halys* (Hemiptera: Pentatomidae): analysis of adult mobility. *J. Econ. Entomol.* **106**, 150–158.
- Leskey T. C., Lee D. H., Short B. D. & Wright S. E., 2012. Impact of insecticides on the invasive *Halyomorpha halys* (Hemiptera: Pentatomidae): analysis of insecticide lethality. *Hortic. Entomology* **105**, 1726–1735.
- Leskey T. C., Short B. D., & Lee D. H., 2013. Efficacy of insecticide residues on adult *Halyomorpha halys* (Stål) (Hemiptera: Pentatomidae) mortality and injury in apple and peach orchards. *Pest. Manag. Sci.* **70**, 1097–1104.

Summary**Contact activity of four insecticides on the phytophagous stinkbugs *Halyomorpha halys* and *Nezara viridula***

The stinkbugs *Halyomorpha halys* and *Nezara viridula* are two Pentatomidae that appeared recently in Switzerland and that become more and more problematic for fruit and vegetable production.

In laboratory bioassays conducted at Agroscope Changins, residual effects of spinosad, chlorpyrifos, thiacloprid and azadirachtin A were tested on adults of the two pests at 0.5, 1, 2 and 4 times the doses recommended for field application in Switzerland.

On *H. halys*, chlorpyrifos and spinosad showed the highest activity at recommended doses, with, respectively 50 % and 39 % mortality at 2 days after spraying (= DAS), and 100 % and 83 % mortality at 6 DAS, whereas thiacloprid had a very weak effect at all 4 tested doses.

Comparatively, *N. viridula* was less sensitive to chlorpyrifos and spinosad, but slightly more susceptible to thiacloprid, though the latter induced a mortality of only 25 % at 2 DAS and 50 % at 6 DAS. Azadirachtin A was nearly ineffective on both species. Chlorpyrifos and spinosad might therefore be integrated in an “attract and kill” strategy against *H. halys* adults immigrating from hibernation sites and consequently decreasing the risk associated with the extensive application of phytosanitary products.

Key-words: residual effects, IPM strategy, brown marmorated stink bug, southern green stink bug.

Zusammenfassung**Kontaktwirkung von vier Insektiziden gegen die phytophagen Wanzen *Halyomorpha halys* und *Nezara viridula***

Die beiden polyphagen Baumwanzen *Halyomorpha halys* und *Nezara viridula* kommen seit kurzem in der Schweiz vor und verursachen immer mehr Probleme im Obst- und Gemüseanbau. Die Kontaktwirkung der Sprühapplikation der Wirkstoffe Spinosad, Azadirachtin A, Chlorpyrifos und Thiacloprid wurde daher im Labor auf den Adulten der beiden Schädlinge bei 0,5-, 1-, 2- und 4-facher bewilligter Dosis getestet.

Mit 50 % und 39 % nach zwei, sowie 100 % et 83 % nach sechs Tagen, bewirkten Chlorpyrifos und Spinosad die höchsten Mortalitäten bei der bewilligten Dosis auf *H. halys*. Thiacloprid war gegen *H. halys* hingegen fast wirkungslos. Auf *N. viridula* waren Chlorpyrifos und Spinosad bei der bewilligten Dosis dagegen kaum wirksam. Thiacloprid war leicht wirksamer und tötete 25 % der Adulten nach zwei respektive 50 % nach sechs Tagen. Azadirachtin A bewirkte über die sechs Versuchstage bei beiden Wanzenarten praktisch keine Sterblichkeit. Chlorpyrifos und Spinosad könnten gegen *H. halys* also in eine «attract and kill» Strategie integriert werden, um die Einwanderung von Adulten aus den Überwinterungsgebieten zu verringern und das assoziierte Risiko von grossflächigen Pflanzenschutzmitteleinsätzen zu reduzieren.

Riassunto**Effetti di contatto di quattro insetticidi sulle cimici fitofaghe *Halyomorpha halys* e *Nezara viridula***

Halyomorpha halys e *Nezara viridula* sono due cimici pentatomide polifaghe recentemente apparse in Svizzera che diventano sempre più problematiche nella produzione di frutti e di legumi. L'effetto residuale di contatto delle sostanze insetticide spinosad, azadiractina A, clorpirifos e tiacloprid contro gli adulti di questi due parassiti è testato attraverso l'irrorazione in laboratorio a 0,5, 1, 2 e 4 volte il dosaggio omologato. Su *H. halys*, il clorpirifos e lo spinosad raggiungono i tassi di mortalità più alti rispetto ai dosaggi omologati, ossia il 50 % e il 39 % a T+2 giorni, rispettivamente il 100 % e l'83 % a T+6 giorni; mentre il tiacloprid non mostra praticamente alcun effetto. Per contro, su *N. viridula* il clorpirifos e lo spinosad si dimostrano poco attivi ai dosaggi omologati; il tiacloprid induce una mortalità moderata del 25 % a T+2 giorni e del 50 % a T+6 giorni. L'azadiractina A, durante i sei giorni di prova, non ha causato praticamente alcuna mortalità a queste due cimici. Il clorpirifos e lo spinosad potrebbero, dunque, essere integrate in una strategia di lotta del tipo «attract and kill» per far fronte alla migrazione degli adulti di *H. halys* provenienti dalle zone di svernamento, riducendo così i rischi associati all'applicazione generalizzata di prodotti fitosanitari.

Pseudomonas dans les cultures de fruits à noyau¹

Jan WERTHMÜLLER, Michael GÖLLES et Andreas NAEF, Agroscope, 8820 Wädenswil, Suisse

Renseignements: Jan Werthmüller, e-mail: jan.werthmueller@agroscope.admin.ch, tél. +41 58 460 63 68, www.agroscope.ch

Au printemps 2016, les conditions climatiques étaient idéales pour la prolifération de l'agent infectieux *Pseudomonas syringae*: un printemps froid et humide, des gels tardifs à fin avril et une longue période de floraison. Les contrôleurs cantonaux ont transmis un nombre élevé d'échantillons suspects de *Pseudomonas* à des fins d'analyse et les soupçons d'infection ont pour la plupart été confirmés. Cet article présente les connaissances actuelles sur *Pseudomonas*.

- *Pseudomonas syringae* pv. *syringae*, qui attaque tant les fruits à pépins que les fruits à noyau;
- *Pseudomonas syringae* pv. *morsprunorum*, qui est plus spécifique et n'apparaît que sur les espèces à noyau.

Toutes les deux peuvent vivre à la surface des plantes sans occasionner de symptômes. Les nécroses des fleurs, des feuilles, des fruits ou de l'écorce n'apparaissent que lorsque les bactéries pénètrent dans la plante.

Biologie

Les infections primaires ont lieu en automne et en hiver par les cicatrices foliaires (surtout pour les cerisiers), les plaies de taille ou les fissures de l'écorce (dégâts du gel). La bactérie hiverne et se multiplie dans le bois et les bourgeons. Les infections en automne engendrent souvent la formation de nécroses (chancres) de l'écorce (fig. 1) dans lesquelles on peut retrouver des bactéries le printemps suivant.



Chaulage d'abricotiers pour lutter contre le gel.

Les bactéries du genre *Pseudomonas syringae* sont très répandues dans les cultures fruitières à travers le monde. Leur large spectre d'hôtes, plus de 180 espèces – dont les fruits à pépins, les fruits à noyau, les agrumes, les noix, les marrons et les mangues – ainsi qu'une lutte difficile conduisent souvent à des dégâts économiques importants.

En Suisse, la problématique de *Pseudomonas* est particulièrement importante dans les cultures à noyau et crée de plus en plus de difficultés pour la production d'abricots, cerises, prunes et pêches. La plupart des dégâts sur les cultures à noyau en Suisse sont causés par deux sous-espèces:



Figure 1 | Dégâts sur les troncs de pruniers avec nécrose de l'écorce, dépérissement des bourgeons et gommose.

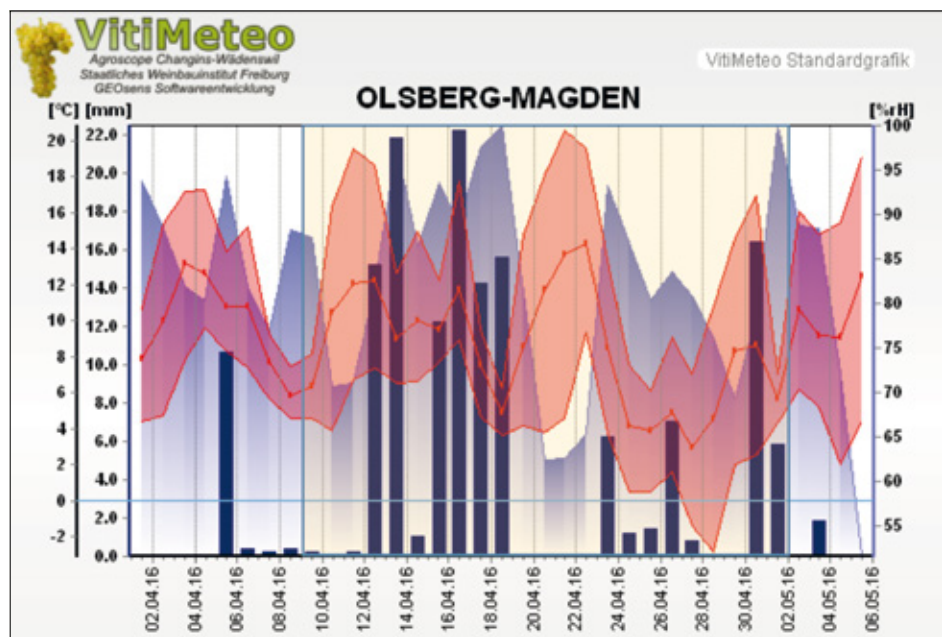
¹Traduction de l'article «*Pseudomonas* im Steinobst» paru dans *Schweizer Zeitschrift für Obst- und Weinbau* 24/16, 8–11.

Une fois les bactéries présentes sur le bois, le gel – même sans blessures ou fissures préalables – peut provoquer des infections. Le phénomène de succion produit lors du dégel de l'écorce en est la cause. Les périodes de gel favorisent ainsi la formation de nécroses et la dissémination des bactéries dans le bois.

Au printemps, *P. syringae* peut infecter les fleurs ouvertes et les jeunes feuilles et s'y propager. Des conditions climatiques froides et humides en période de floraison sont particulièrement critiques (fig.2). Des températures de 15 à 17°C sont particulièrement favorables à une infection et il en résulte l'apparition de symptômes typiques sur les fleurs et les feuilles (fig.3 et 4). Les épisodes de gel en cette période favorisent également les infections de *P. syringae*. Dix jours après un gel tardif, Persen (2016) a constaté des taches sur les feuilles, des bouquets floraux nécrotiques et le flétris-

sement des pousses imputés à *P. syringae* sur les poiriers, cerisiers et abricotiers en Autriche. L'attaque sur fleurs et feuilles est souvent locale et ne se propage pas dans la plante. En cas d'attaque sur fleurs, les bactéries peuvent dans de rares cas s'introduire dans la pousse et former des nécroses. Ce phénomène n'a pas été observé pour l'instant lors d'attaque sur feuilles. Les nécroses sur feuilles ou fleurs ne sont actives que peu de temps et environ quatre semaines après l'infection, la présence des bactéries dans le tissu végétal n'est souvent plus décelable. Au printemps, les bactéries peuvent aussi coloniser le tissu végétal épiphyte (extérieur) et y survivre. C'est l'une des sources possibles d'infection en été, la plupart du temps sur la pousse ou le tronc. Des dégâts sur le bois sont alors visibles sous l'écorce. En été (à partir de juin), la plupart des agents pathogènes dépérissent et ne peuvent plus être détectés. En au-

Figure 2 | Données climatiques de la période critique de floraison des pruniers (Fertile de Cacak) à Olsberg Magden avec gel tardif le 28.04. (Source: Agrometeo)



- ▲ Température max. 2 m au-dessus du sol
- Température moyenne
- Température minimum
- Précipitations en mm
- Humidité relative en %



Figure 3 | Dégâts sur fleurs et fruits des cerisiers.



Figure 4 | Attaque des feuilles sur cerisier. Les petites taches foncées sont entourées d'une auréole claire typique.

tomne, les précipitations fréquentes couplées à des températures plus fraîches peuvent à nouveau favoriser les infections.

Symptômes

Les dégâts sur bourgeons se manifestent par un dépérissement et un rétrécissement à la base des bourgeons. Les bouquets floraux infectés dépérissent ou leur développement s'arrête au stade ballonnets. Les sépales et pétales présentent de petites taches gorgées d'eau et deviennent plus foncés. Le pédoncule affiche aussi de longues et profondes taches noires. Par la suite, les fleurs se dessèchent et deviennent brunes à noires (fig. 3).

Les symptômes sur les feuilles sont des petites taches nécrotiques rondes (1 à 2 mm de diamètre). Contrairement aux autres maladies du feuillage, ces taches sur les feuilles sont auréolées d'un jaune clair à rouge qui s'estompe et apparaît huileux et translucide à contre-jour (fig. 4).

Le tissu nécrotique éclate avec le temps et présente des symptômes similaires à la maladie criblée (fig. 4). En cas d'infection, les jeunes fruits présentent également des petites taches gorgées d'eau qui grandissent rapidement et pénètrent dans la chair. Le tissu attaqué noircit et se momifie, les fruits restent sur l'arbre. Les fruits ainsi déformés ne peuvent plus être vendus (fig. 3).



Figure 5 | Dégât du tronc (nécrose) sur les cerisiers avec coloration typique de l'écorce. Limite distincte entre le tissu attaqué et le bois sain.

Les infections sur les troncs, les branches ou les pousses forment des fissures et une coloration brune. Les parties d'écorce atteintes sont souvent profondes, molles et foncées (rouge-brun à violettes) (fig. 1). Les pousses fines dépérissent, la croissance des branches plus fortes est perturbée et l'écorce se détache. Les vieilles nécroses évoluent en chancre. Une incision à travers un chancre laisse percevoir une limite distincte entre le tissu coloré de l'écorce malade et le tissu sain (fig. 5). L'exsudat de sève (gommose) est également un signe de la maladie. Toutefois, la gommose peut aussi apparaître lors d'autres maladies ou dégâts.

Des infections sévères, particulièrement du tronc et de la base des branches, peuvent conduire au dépérissement soudain des branches ou de l'intégralité de l'arbre en période de végétation.

Lutte

La lutte directe contre les bactéries étant difficile, il s'agit de prévenir les infections.

Matériel végétal et emplacement

Les jeunes plants sont particulièrement sensibles à la bactériose. Les variétés et porte-greffes sensibles sont donc à éviter. Les variétés sensibles sont les cerisiers Summit, Samba et Sweetheart (variétés de Summerland), ainsi que les pruniers Belle de Cacak, Hanita et Jojo. Les porte-greffes présentent également des différences. Les porte-greffes de pruniers Jaspé Fereley et St. Julien GF 655/2 sont très sensibles, tandis que les porte-greffes Wavit (prunier et abricotier) et Myrocal (abricotier) se sont révélés robustes au cours de différents essais. Pour la culture des fruits à noyau, les endroits humides et exposés au gel sont à éviter. En effet, les arbres soumis au stress sont beaucoup plus sensibles aux infections des bactéries. Les arbres trop faibles ou à croissance rapide sont également exposés. Une combinaison optimale entre la variété, le porte-greffe ainsi qu'un emplacement adapté est donc un facteur important dans la lutte contre la bactériose.

Pratiques culturales

Selon diverses sources de la littérature, la taille de l'arbre ne devrait pas être effectuée en hiver, mais tout de suite après la récolte ou juste avant la floraison, et ce, seulement par temps sec. Ceci permet de garantir une cicatrisation assez rapide de la plaie. Les branches secondaires doivent être arquées, afin que l'on puisse les différencier de l'axe principal et éviter les entailles. Le principe est de réduire autant que possible les blessures, celles-ci étant des portes d'entrée aux agents pathogènes. Les tailles qui ne sont pas franches (pe-

tites fissures) sont à éviter. Il s'agit aussi de recouvrir immédiatement les plaies de taille avec un produit cicatrisant et de désinfecter régulièrement les outils de taille. Les parties de l'écorce atteintes doivent être enlevées à temps jusqu'au bois sain. Il est préférable de réaliser ces travaux en été par temps sec, l'arbre étant plus résistant à cette période et la dissémination par la pluie pouvant être ainsi évitée. Les nouvelles plantations devraient être effectuées à la fin du printemps, afin d'éviter les périodes humides et froides. Placer le tuteur du côté sud du tronc permet d'ombrager ce dernier et de réduire ainsi les différences de température sur l'écorce. Les fissures dues au gel sont donc moins nombreuses et, par conséquent, les portes d'entrée réduites. Le chaulage des arbres permet également de diminuer les dégâts dus au gel; cependant, la coloration blanche persiste jusqu'à mars (fig. p. XXX). L'ajout de préparation à base de cuivre permet de réduire le nombre de bactéries sur le tronc et, par conséquent, la pression des infections.

Fertilisation et irrigation

Ne plus apporter d'azote en été/automne, les arbres à croissance équilibrée étant moins sensibles. La ligne sous les arbres devrait être exempte de mauvaises herbes, afin d'éviter une trop forte concurrence en eau et en éléments nutritifs et de prévenir le développement d'agents pathogènes dans un milieu herbeux. Des apports en eau réguliers et surtout au moment opportun préviennent le stress dû à la sécheresse. Les asperseurs sont préférables au goutte-à-goutte sur les sols lourds qui ont tendance à fissurer. Éviter un contact direct de l'eau d'irrigation avec la partie supérieure des jeunes plants. Une couverture du sol des jeunes plants (au pied des arbres) avec du matériel organique s'est révélée avantageuse (par exemple, Champi-hum – compost de champignon –, paillis de roseaux de Chine, compost bien décomposé ou fumier bien conservé). Le bilan hydrique est ainsi stabilisé et l'activité microbienne du sol favorisée.

Traitements

Le traitement au cuivre contre *Pseudomonas* en cas d'attaque sur les feuilles n'est autorisé que sur les cerisiers. Le fosétyl-aluminium ou le Myco-Sin sont autorisés sur les poiriers contre la bactériose des fleurs durant la floraison.

Activités de recherche

Agroscope teste les variétés d'abricots au centre de Conthey et les variétés de prunes et cerises au centre de fruits à noyau de Breitenhof, à Wintersingen. En plus des aptitudes culturales et de la qualité du fruit, la sensibilité à *Pseudomonas* est aussi évaluée. Un verger de cerisiers avec une variété sensible (Samba) sera planté en 2017 afin de tester différentes mesures préventives.

Résumé

Les infections primaires apparaissent en automne et en été (par les cicatrices des fleurs ou les blessures). Toutefois, la bactérie peut aussi créer des infections au printemps (fleurs et feuilles) ou en été (tronc et pousses). La lutte directe s'avérant difficile, la lutte préventive doit absolument être mise en œuvre. Les produits phytosanitaires contre *Pseudomonas* ne sont autorisés que sur cerisiers (cuivre en cas d'attaque sur feuille). Le choix adéquat de la variété et du porte-greffe fait partie des mesures préventives élémentaires. ■

Bibliographie

- Fröh S., 2006. Bekämpfung des Steinobststerbens (*Pseudomonas syringae*) bei Zwetschgen. *Obstbau* 12/2006, 616–618.
- Kennely M. M., Cazorla F. M. & Sundin G. W., 2007. *Pseudomonas syringae* diseases of fruit trees, progress toward understanding and control. *Plant Disease* Vol. 91:1, 4–17.
- Poldervaart G., 2014. *Pseudomonas* bei Steinobst: nicht heilbar, aber reduzierbar. *European Fruit Magazine* 10, 23–25.
- Poldervaart G., 2016. *Pseudomonas syringae* grösste Bedrohung im Steinobstbau. *European Fruit Magazine* 3, 10–11.
- Persen U. & Gottsberger R., 2016. *Pseudomonas*-Infektionen nach Spätfrost beobachtet. *Besseres Obst* 7, 8–9.
- Siegler H., 2016. Robuste und Leistungsstarke Zwetschenunterlagen. *Obstbau* 8, 399–402.

Dynamiser la recherche et l'enseignement professionnel dans le domaine des boissons distillées

La collaboration entre la Régie fédérale des alcools et CHANGINS existe depuis de nombreuses années. Elle s'est considérablement intensifiée depuis 2009 avec la création d'un programme dont l'objectif est de participer à l'amélioration de la qualité des eaux-de-vie.



Le professeur Julien Ducruet présente l'alambic à colonne entièrement automatisé.

Depuis l'ouverture des frontières, la production d'eaux-de-vie suisses a diminué de manière importante. Seuls les spiritueux suisses de grande qualité ont perduré, à l'image des AOP, eau-de-vie d'abricot du Valais et eau-de-vie de poire du Valais, Damassine, Zuger Kirsch et Rigi Kirsch, future IGP Absinthe du Val-de-Travers. Ces eaux-de-vie sont reconnues en termes de qualité et bénéficient d'une grande notoriété.

Pour soutenir les producteurs et les consommateurs, CHANGINS lance des projets de recherche appliquée et met sur pied différents cours de formation pour les professionnels et les amateurs.

Recherche appliquée et développement Ra&D

DistiMatu a été l'un des premiers projets lancés dans le cadre de ce programme. Ce projet s'est proposé d'étudier le lien entre la maturité des abricots à la récolte et la qualité des eaux-de-vie obtenues. Différents outils portatifs ont été testés pour mesurer, au champ et de manière non destructive, la maturité des fruits. Les essais d'élaboration des eaux-de-vie avec des abricots ayant trois maturités différentes ont montré qu'une maturité optimale (ni trop ni pas assez avancée) améliore la qualité des eaux-de-vie sur le plan de leur composition moléculaire et de leur goût.

De même, CHANGINS a étudié, en collaboration avec le Canton du Valais, une sélection de différents clones de Luizet, ainsi que l'influence des conditions fermentaires (température, gestion de l'oxygène et souches de levures) sur la qualité des eaux-de-vie.

6^e Symposium Cœnoviti

New resistant grape varieties and alternatives



CœNOVITI INTERNATIONAL

to pesticides in viticulture for quality wine production

Le 16 mai 2017 à CHANGINS, dans le cadre de l'assemblée générale d'œnoviti, un symposium a été organisé sur le thème des cépages résistants. Des chercheurs du monde entier ont partagé leurs connaissances. Un compte rendu vous sera proposé dans le prochain numéro.

CHANGINS a également travaillé sur l'amélioration et l'automatisation de la distillation par le développement d'une analyse en ligne de la composition du distillat. Ce projet a permis la réalisation d'un alambic à colonne entièrement automatisé permettant une meilleure maîtrise du taux et du débit d'alcool, ainsi que des températures de chauffe et de condensation. Ce pilotage «intelligent» de la distillation est un outil à la fois pédagogique et de recherche très intéressant.

Depuis plusieurs années, des études d'analyse sensorielle sont menées. Un panel expert en dégustation a été créé à CHANGINS, afin de d'analyser la qualité des eaux-de-vie des essais qui y sont effectués. Enfin, CHANGINS contribue aussi à la formation et à l'entraînement d'autres panels experts pour des dégustations d'agrément ou pour des concours de dégustation.

Information, formation des étudiants et formation continue

Une formation complète en distillation est intégrée au cursus des œnologues formés au sein de la filière de la Haute Ecole de viticulture et œnologie. De plus, CHANGINS propose une fois par année un cours d'une semaine destiné à la formation ou au perfectionnement des professionnels (MBF23). En outre, des cours du soir sont dispensés par l'école du vin à l'intention des amateurs curieux de découvrir la fabrication et la dégustation des eaux-de-vie. Enfin, le brevet fédéral de sommelier/ère fait la part belle aux eaux-de-vie, avec deux journées consacrées aux spiritueux.

Tout ce travail est mis en valeur par la publication d'articles techniques ou scientifiques, par l'organisation de conférences et de journées d'informations pour les professionnels.

*D^r Julien Ducruet,
professeur et chercheur à CHANGINS*

Plus d'infos | www.changins.ch

Landi

Information

dès

195.-

Garantie
5
ans**Echelle universelle Tribilo**

Echelle à 3 éléments en aluminium pour usages multiples. Utilisable comme échelle simple, double et coulissante. Certification TÜV.

22019 3 × 9 échelons, hauteur de travail max. 6,85 m
22020 3 × 12 échelons, hauteur de travail max. 9,30 m

195.00
290.00

dès

59.-

Garantie
5
ans**Echelle universelle**

Échelle inclinée en alu en trois parties. Utilisation comme échelle simple, coulissante ou escabeau.

22017 3 × 6 échelons, hauteur de travail max. 4,90 m
22018 3 × 8 échelons, hauteur de travail max. 5,40 m

59.00
85.00

9.50

**Sécateur à vendage Okay**

Sécateur ergonomique, léger et universel pour taille et récolte avec lames trempées plusieurs fois et tampon en caoutchouc. Coupe des branches jusqu'à Ø 12 mm.

12263

14.95

**Sécateur Classic Okay**

Sécateur universel à double tranchant. Lame rainurée en acier carbone. Poignées en aluminium forgé avec revêtement antidérapant. Permet de couper des branches d'un Ø de max. 25 mm.

12265

1890.-

**Felcotronic 811**

Outil puissant, compact et efficace avec une qualité de coupe optimale et durable. Capacité de coupe: 35 mm. Poids: seulement 810 g.

41855

dès 75.-

**Filet de protection**

Couleur: vert ou bleu. Largeur de maille: 40 mm.

| | | | |
|--------------------------------|--------|--------------------------------|--------|
| 17259 Vert 1000 m ² | 75.00 | 17262 Bleu 1000 m ² | 75.00 |
| 17257 Vert 2000 m ² | 125.00 | 17261 Bleu 2000 m ² | 125.00 |
| 17256 Vert 4000 m ² | 230.00 | 17260 Bleu 4000 m ² | 230.00 |

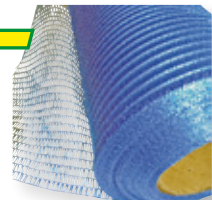
dès 15.50

**Fût à fruits**

Avec couvercle. Plastique.

| | |
|------------|-------|
| 74350 30l | 15.50 |
| 74355 60l | 23.90 |
| 74360 120l | 35.90 |

95.-

**Filet protection latérale 1 × 250 m**

La structure en mailles n'entrave pas le traitement par vaporisation. Coloris: bleu.

17172

8.90

**Caisse à pommes/caisse isolante**

Pour env. 20 kg de pommes.
Dimensions: 55 × 36 × 41 cm.

74004

9.50

Qualité supérieure

**Cageot en bois 60 × 40 × 30 cm**

Raboté.

74002

Sercadis® **Nouveau**

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

Sercadis®

1000 ha gratuits !

Obtenez une des
250 offres d'essai sur
www.sercadis-testen.basf.ch



Protection fongicide puissante et de longue durée

- Anti oïdium et anti tavelure très efficace
- Excellente résistance au lessivage/pluie
- Très bonne sélectivité (cépages & variétés)
- Formulation conviviale et très bonne miscibilité

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

BASF
We create chemistry