

# VITICULTURE ARBORICULTURE HORTICULTURE



NOVEMBRE - DÉCEMBRE 2015 | VOL. 47 | N° 6



**Protection  
des végétaux**

Détection précoce du mildiou, de l'oïdium et du botrytis **Page 344**

**Baies**

Production de framboises sur substrat **Page 364**

**Actualités**

2015, le millésime du siècle? **Page 384**



**ETICOLLE**  
L'étiquette autocollante

Présent  
à AGROVINA  
Stand  
2317

Selbstklebeetiketten | Etichette autocollanti



## # 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.

alliancegraphique

027 452 25 26 - info@eticolle.ch - www.eticolle.ch - Sierre



# Wenger

GETRÄNKETECHNOLOGIE AG  
TECHNOLOGIE DE BOISSONS SA

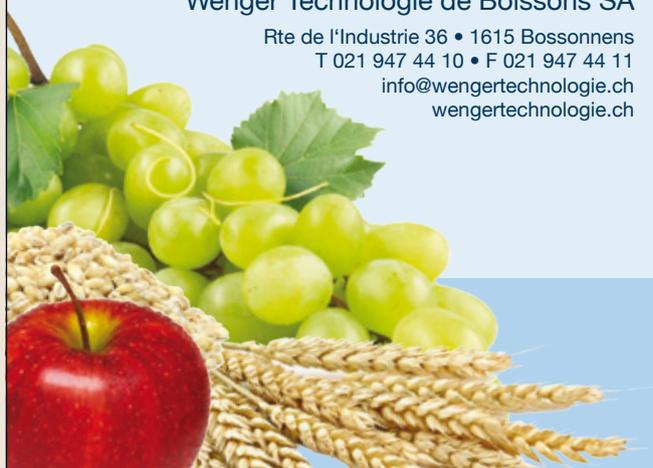
- Traitement de boissons
- Adjuvants de filtration
- Désinfection
- Barriques et tronc conique - cuves
- Technologie de bouchage

Votre prochain rendez-vous:

*Agrovina 2016  
du 26 au 29 janvier 2016  
stand 1310*

Wenger Technologie de Boissons SA

Rte de l'Industrie 36 • 1615 Bossonnens  
T 021 947 44 10 • F 021 947 44 11  
info@wengertechnologie.ch  
wengertechnologie.ch



# Sommaire

Novembre–Décembre 2015 | Vol. 47 | N°6



## Photographie de couverture:

Le deuxième tome de la collection «La Vigne», *Ravageurs et Auxiliaires*, sera publié en 2016. Après le volume *Maladies fongiques*, récompensé en 2015 par l'Organisation internationale de la vigne et du vin, cet ouvrage fait le tour des travaux d'Agroscope sur les insectes nuisibles et utiles du vignoble.

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

## Editeur

AMTRA (Association pour la mise en valeur des travaux de la recherche agronomique), CP 1006, 1260 Nyon 1, Suisse. [www.revuevitiarbohorti.ch](http://www.revuevitiarbohorti.ch)  
ISSN 0375-1430

## Rédaction

Judith Auer (directrice et rédactrice en chef), Eliane Rohrer (rédactrice)  
Tél. +41 58 460 41 54, fax +41 22 362 13 25  
E-mail: [eliane.rohrer@agroscope.admin.ch](mailto:eliane.rohrer@agroscope.admin.ch)

## Comité de lecture

J.-Ph. Mayor (responsable IPV Agroscope), O. Viret (Agroscope),  
Ch. Carlen (Agroscope), R. Baur (Agroscope), U. Zürcher (Agroscope),  
L. Bertschinger (Agroscope), Ch. Rey (Agroscope),  
C. Briguet (directeur CHANGINS), Ph. Droz (Agridea)

## Publicité

Inédit Publications SA, Serge Bornand  
Avenue de Rumine 37, CP 900, 1001 Lausanne, tél. +41 21 695 95 67

## Préresse

Inédit Publications SA, 1001 Lausanne

## Impression

Courvoisier-Attinger Arts graphiques SA

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

## Tarifs des abonnements

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

## Abonnements et commandes

AMTRA, 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](mailto:info@revuevitiarbohorti.ch)  
ou [www.revuevitiarbohorti.ch](http://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](http://www.revuevitiarbohorti.ch), publications

## 341 Editorial

### Protection des végétaux

- 344 **Un outil moléculaire pour détecter précocement le mildiou, l'oïdium et la pourriture grise dans les tissus de la vigne**

Katia Gindro, Nicole Lecoultré, Jean-Pierre de Joffrey, Sylvain Schnee, Francine Voinesco, Olivier Viret et Pierre-Henri Dubuis

### Arboriculture

- 356 **Influence du stade de maturité, de la température et du traitement au 1-MCP sur la qualité des abricots**  
Séverine Gabioud-Rebeaud, Pierre-Yves Cotter et Danilo Christen

### Baies

- 364 **Production de framboises sur substrat: choix du volume du pot et du type de substrat**  
André Ançay et Christoph Carlen

### Viticulture

- 374 **Minéralité du Chasselas: une notion sensorielle partagée par les professionnels?**  
Pascale Deneulin, Eve Danthe, Agnès Massol, Guillaume Le Bras, Alexia Jauniau et Yves Le Fur

### Actualités

- 384 **2015, le millésime du siècle?**  
Olivier Viret, Jean-Laurent Spring et Vivian Zufferey
- 397 **Agrovina, votre prochain rendez-vous avec la recherche Agroscope**

## 391 La page de CHANGINS

## 394 Sommaire annuel 2015



**Prolectus®**  
le nouveau botryticide

**La clé du succès pour des grappes de raisin saines**

Puissante efficacité préventive et curative  
Excellente action translaminaire



**Omya (Schweiz) AG**  
AGRO  
CH-4655 Oftringen, Tél. 062 789 23 41  
www.omya-agro.ch

Présent  
à AGROVINA  
Stand  
1103

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.

## Le spécialiste de vos installations vinicoles

Distributeur officiel des marques:

**DREIER OENOTECH SA**  
Machines vinicoles - Kellereimaschinen



Le système d'égrenage et de tri révolutionnaire!

**DELLA TOFFOLA**



Pressoirs et matériel de cave



Élévateurs de vendange et matériel de réception

**Moeschle**  
Behälterbau GmbH



Cuveire de haute Qualité



Vinificateurs automatisés

**KREYER**



Thermorégulation

**KIESEL**



Pompes et flottateurs

**Logics & Controls**

**AZZINI**

**mortan**



**FIVER**

**SIRIO ALIBERTI**

**BIEFFE**

**bertolaso**

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



**Judith Auer**, rédactrice en chef et directrice Amtra

judith.auer@agroscope.admin.ch

**Eliane Rohrer**, rédactrice

eliane.rohrer@agroscope.admin.ch

(Photo Carole Parodi, Agroscope)

# Collection La Vigne: *Ravageurs et Auxiliaires* paraîtra au printemps

Chères lectrices, chers lecteurs,

Le gonflement des bourgeons est annonciateur du printemps... et de la colonisation de la vigne par des parasites. C'est précisément au printemps que paraîtra le second volume de la série La Vigne, dédié aux ravageurs et auxiliaires viticoles. Sa souscription, à tarif préférentiel, sera lancée à l'occasion d'Agrovina, où le stand de l'AMTRA vous renseignera volontiers.

## Une présentation de la même qualité que *Maladies fongiques*

A l'image du premier volume, les ravageurs et leurs symptômes sont richement illustrés et accompagnés des dernières connaissances disponibles sur leur biologie, l'épidémiologie, les contrôles, les auxiliaires et les moyens de lutte. Les cycles annuels des ravageurs sont également proposés dans une formule entièrement nouvelle.

Les recherches de ces dernières décennies ont permis de développer des luttes alternatives et des méthodes de contrôle et de fixer des seuils d'intervention visant à maîtriser les ravageurs et à limiter les interventions phytosanitaires, afin de protéger à la fois le vignoble et l'environnement. Par exemple, citons la contribution d'Agroscope au développement d'un nouveau modèle prévisionnel pour l'acariose, VitiMeteo Rust Mite, dont nous avons été informés en début d'année. Il complète l'assortiment des systèmes disponibles en ligne sur [www.agrometeo.ch](http://www.agrometeo.ch) qui améliorent la prise de décision en informant sur les périodes à risque et les fenêtres favorables aux traitements.

## Situation sanitaire en constante évolution

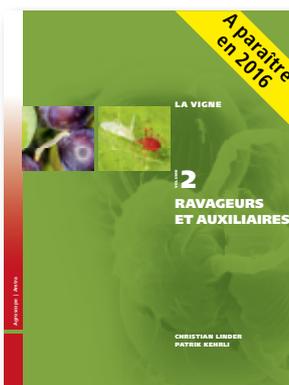
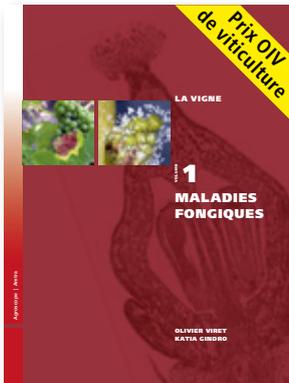
Si certains ravageurs sont aujourd'hui maîtrisés, la viticulture se voit confrontée à de nouveaux problèmes. On se souviendra de l'automne 2014, où *Drosophila suzukii*, la mouche du cerisier, a envahi notre vignoble à la veille des vendanges, suscitant une vague d'inquiétude chez les viticulteurs. Les chercheurs d'Agroscope suivent de près le phénomène et ont déjà proposé, à ce jour, des mesures prophylactiques de lutte contre ce ravageur. Dans le livre *Ravageurs et Auxiliaires*, un chapitre entier est consacré à ce nouveau ravageur.

Voici quelques semaines, la présence de la flavescence dorée était attestée dans le nord des Alpes. Limitée jusqu'ici au sud des Alpes, au Tessin, cette maladie de quarantaine transmise de cep à cep touche aujourd'hui des parcelles du vignoble lémanique. Son vecteur, la cicadelle *Scaphoideus titanus*, fait également l'objet d'un chapitre dans le nouvel ouvrage, dont la parution vient à point. Le lecteur disposera ainsi des dernières connaissances en la matière.

Les auteurs font aussi la part belle à l'armée des auxiliaires, d'infatigables organismes qui, jour après jour, font barrage aux envahisseurs dans les parcelles. Il importe de les connaître pour favoriser leur participation à la lutte sans relâche contre les ennemis de la vigne.

La rédaction de la *Revue suisse de Viticulture, Arboriculture, Horticulture* remercie vivement ses lecteurs de leur fidélité à leur journal et leur souhaite d'excellentes fêtes de fin d'année.

Toutes les informations nécessaires figureront dès la parution de l'ouvrage sur notre site [www.revuevitiarbohorti.ch](http://www.revuevitiarbohorti.ch).



# Conducta

Monte-charges



## Arriver plus facilement au sommet.

Les plateformes de levage combinées pour transport de matériel et de personnes sont livrables immédiatement – et cela pour un tarif de location très modéré.

Conducta SA  
Chemin de la Clopette 30, CH-1040 Echallens  
Tél. +41 (0)21 886 34 00, [contact@conducta.ch](mailto:contact@conducta.ch)

[www.conducta.ch](http://www.conducta.ch)



# Isonet® Isomate®

contient phéromones

## Lutte par confusion

Contre les tordeuses en viticulture et arboriculture

Présent à AGROVINA Stand 1709



Andermatt  
**Biocontrol**

Andermatt Biocontrol AG  
Stahlermatten 6 · 6146 Grossdietwil  
Telefon 062 917 50 05 · [www.biocontrol.ch](http://www.biocontrol.ch)

# AgriTechno

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



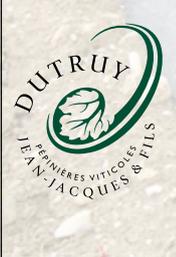
Contrôleur de semis  
Régulateur DPA pulvérisateur  
Groupe de vanne avec débitmètre  
Remplissage, débit, volume  
Vitesse, surface, temps de travail  
Capteur de vitesse GPS, rotation pdf  
Pesée de véhicule, pesée sur chargeur  
Pesée de récolte et balance de comptoir  
Doseur humidité grain + minibatteuse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

**NOUVEAUTÉ**  
pompe à graisse électrique  
«intelligente»

**AgriTechno**

Z.I. En Publoz 11 – CH-1073 Savigny  
Tél. 021 784 19 60 – Fax 021 784 36 35  
E-mail: [info@agritechno.ch](mailto:info@agritechno.ch)





## PÉPINIÈRES VITICOLES J.-J. DUTRUY & FILS

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

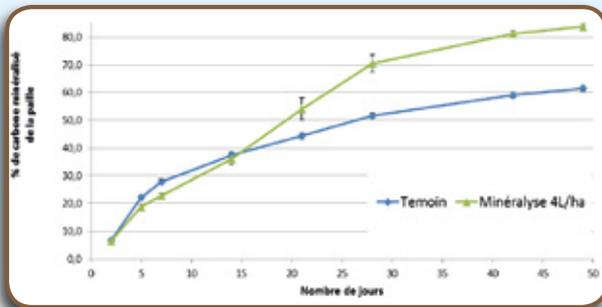
PLANTATION À LA MACHINE • PRODUCTION DE PORTE-GREFFES CERTIFIÉS • NOUVEAUX CLONES

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

**BIO3G**  
L'AGRONOME

BIO3G, votre spécialiste de la biotechnologie  
en agronomie depuis plus de 15 ans !

Minéralyse® favorise la dégradation  
des chaînes carbonées des végétaux



Légende : Le témoin système est à seulement 61,6% de dégradation du carbone après 49 jours,  
le Minéralyse® est beaucoup plus efficace dès la dose d'application de 4L/ha pour 83%.

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



Minéralyse® est le dernier né des solutions  
biotechnologiques issues des travaux de son service R&D.

Minéralyse® a été spécialement étudié pour dégrader  
rapidement les résidus de récoltes et les couverts végétaux.  
Son procédé nutritif et vitaminique permet une meilleure  
décomposition des chaînes carbonées et génère des effets  
multiplicateurs pour les bactéries du sol.

Minéralyse® est efficace dès 4 L/ha et s'applique en  
pulvérisation.

*Venez profiter de notre offre  
découverte sur le salon AGROVINA !  
Venez nous rendre visite sur le stand 310B !*

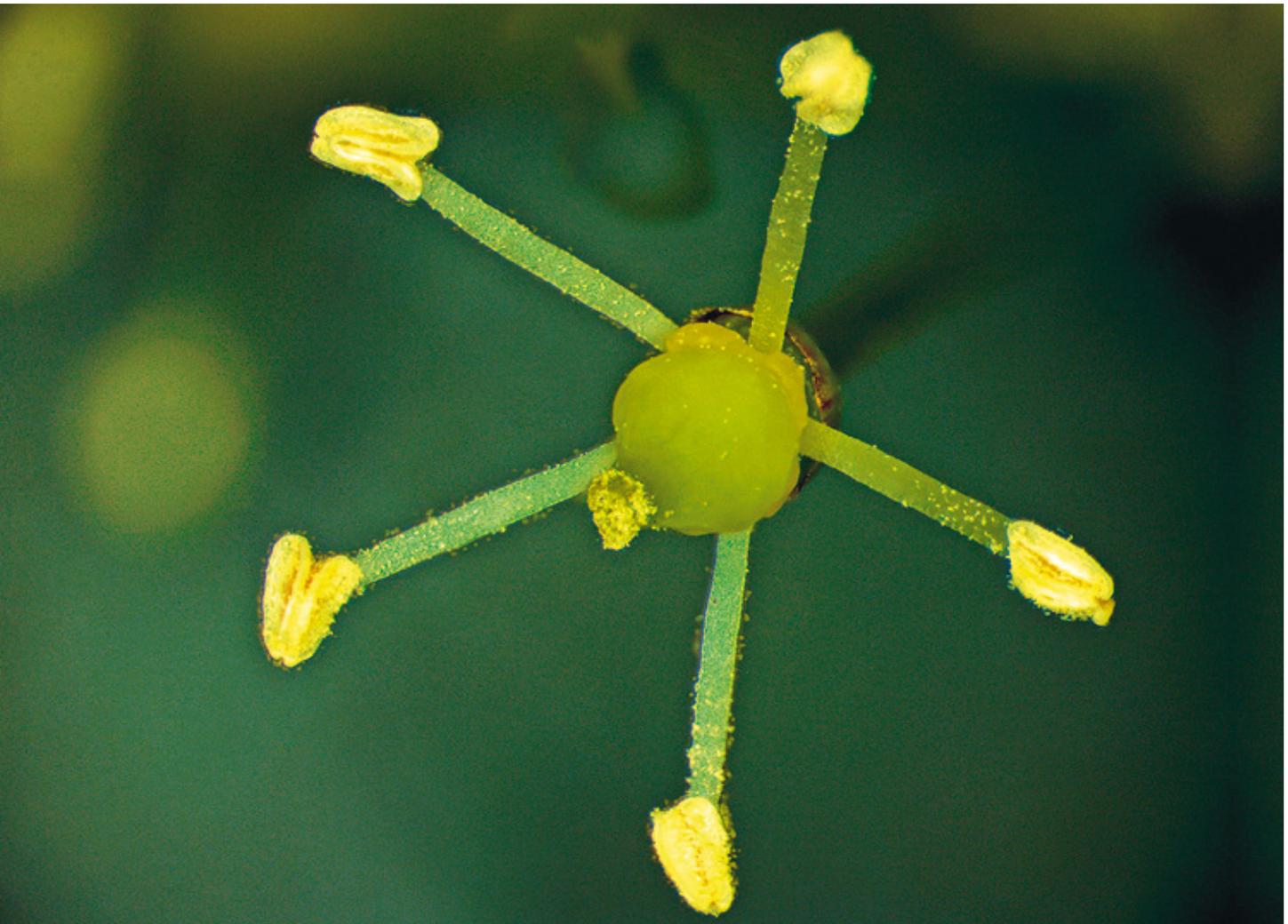


BIO3G SUISSE / Grand Rue 49, CH-2607 CORTÉBERT - Tél (+41) 032 489 33 33 - [bureau.suisse@bio3g.fr](mailto:bureau.suisse@bio3g.fr) - N° Fédéral : CH-217-3532375-B

**AGROVINA**  
26 au 29 janvier 2016

# Un outil moléculaire pour détecter précocement le mildiou, l'oïdium et la pourriture grise dans les tissus de la vigne

Katia GINDRO, Nicole LECOULTRE, Jean-Pierre DE JOFFREY, Sylvain SCHNEE, Francine VOINESCO, Olivier VIRET et Pierre-Henri DUBUIS, Agroscope, Institut des sciences en production végétale (IPV), 1260 Nyon, Suisse  
Renseignements: Katia Gindro, e-mail: [katia.gindro@agroscope.admin.ch](mailto:katia.gindro@agroscope.admin.ch), tél. +41 58 460 43 74, [www.agroscope.ch](http://www.agroscope.ch)



Fleur asymptotique de *Vitis vinifera* cv. Chasselas.

## Introduction

Les relations complexes entre organismes, comme celles des micro-organismes et de leurs substrats, peuvent être étudiées en utilisant des procédés indépendants des techniques classiques de culture. Parmi eux, la *Polymerase Chain Reaction* (PCR) (Van Belkum *et al.* 1998;

Sachse 2004), la *Restriction Fragment Length Polymorphism* (RFLP) (Vanechoutte 1996), le pyroséquençage (Petrosino *et al.* 2009) et, plus récemment, la métagénomique (Miller *et al.* 2013; Ross-Davis *et al.* 2013), la metatranscriptomique (McGrath *et al.* 2010) et autres *meta'omics* (Lepage *et al.* 2013) offrent de nouvelles voies pour l'étude d'écosystèmes complexes et de leurs

interactions (Segata *et al.* 2013). Le développement de ces méthodes a permis de détecter des organismes spécifiques au sein de matrices complexes.

La PCR trouve aujourd'hui de nombreuses applications en biologie, en écologie et en médecine. Cependant, dans la plupart des cas, elle exige au préalable une purification des acides nucléiques. Une méthode de PCR directe, sans purification de l'ADN, a été développée précédemment par Agroscope pour détecter la forme latente de *Botrytis cinerea* dans des jeunes baies de vigne (Gindro *et al.* 2005). Combinée à des observations microscopiques (Keller *et al.* 2003), elle a permis d'étudier l'épidémiologie de ce champignon de l'infection au stade de la floraison en suivant toute la période de latence jusqu'à l'expression de la maladie. Les nouvelles connaissances sur l'épidémiologie de la pourriture grise fournies par ces données ont confirmé l'importance de protéger la vigne contre les infections de *Botrytis cinerea* durant la floraison.

Parmi la dizaine d'espèces considérées comme les principaux pathogènes fongiques de la vigne, la pourriture grise (*Botrytis cinerea*), le mildiou (*Plasmopara viticola*) et l'oïdium (*Erysiphe necator*) ont la plupart des dégâts à leur actif.

Leur nature de biotrophe obligatoire ne permet pas de cultiver *P. viticola* et *E. necator* sur des milieux de croissance artificiels, rendant ainsi leur étude plus compliquée et chronophage. La méthode classique par PCR a été décrite pour l'identification ou la quantification de *B. cinerea* dans des échantillons d'air (Carisse *et al.* 2009), d'*E. necator* dans les raisins, les moûts et le vin (Stummer *et al.* 2006) et dans l'air (Thiessen *et al.* 2013) et de *P. viticola* dans des feuilles de vigne (Valesia *et al.* 2005). Des réactions de PCR sans purification d'ADN ont par ailleurs été développées dans certains cas, en comptant sur la lyse des cellules aux températures élevées d'amplification. Ces techniques ont été appliquées à des cellules bactériennes (Gussow et Clackson 1989), des feuilles de tabac et des morceaux de racines (Berthomieu et Meyer 1991), des spores de champignons (Aufavre-Brown *et al.* 1993) et dans des diagnostics sur tissus animaux pour détecter la présence de bactéries et virus (Olive 1989). Les réactions d'amplification sont parfois inhibées par un nombre trop élevé de cellules, des fragments de paroi cellulaire, des protéines liées à l'ADN, des polysaccharides, des phénols, des détergents ou une lyse cellulaire insuffisante (Moreira 1998; Dewey et Yohalem 2004). Les tissus végétaux sont très riches en polysaccharides et polyphénols, dont des métabolites secondaires comme les phytoalexines et la lignine (Taiz et Zeiger, 2010) peuvent inhiber les réactions de PCR, ce qui rend le processus de

**Résumé** ■ Une méthode simple et fiable a été mise au point pour détecter des propagules fongiques dans les tissus de la vigne par amplification directe par PCR, sans purifier préalablement l'ADN. Le potentiel de cette méthode est illustré par quelques exemples. Pour cela, différents échantillons de vigne ont été broyés en présence de polyvinylpyrrolidone et utilisés directement comme matrice pour l'amplification par PCR avec des amorces spécifiques pour la vigne et ses trois principaux pathogènes fongiques, *Plasmopara viticola*, *Erysiphe necator* et *Botrytis cinerea*. La spécificité des amplifications a été validée par séquençage des produits de PCR. Des séries de dilution des différentes propagules fongiques étudiées ont montré la grande sensibilité des réactions pour *P. viticola*, *B. cinerea* et *E. necator*, soit un sporange ou une seule conidie chaque fois. La microscopie permet de visualiser les spores et autres propagules fongiques dans les tissus végétaux, notamment les bourgeons dormants ou les fleurs de la vigne, sans toutefois pouvoir identifier les espèces présentes, ce qui a été réalisé en parallèle par PCR directe. L'oïdium et la pourriture grise ont été détectés respectivement dans 29 et 65 % des bourgeons analysés. Le mildiou a été recherché dans les feuilles juste après des épisodes de pluie ou de rosée potentiellement infectieux. La pourriture grise a été trouvée dans des fleurs asymptomatiques après visualisation par microscopie et identification par PCR directe. Des observations microscopiques de rafles asymptomatiques ont décelé la présence d'hyphes, que la PCR directe a attribuées à *P. viticola*. La validation et l'utilisation de cette méthode sont discutées comme complément à la microscopie, notamment pour l'étude de l'épidémiologie de champignons biotrophes.

purification des acides nucléiques habituellement indispensable.

Cet article décrit une méthode de PCR directe pour détecter l'ADN de champignons présents dans différents tissus végétaux sans purification d'ADN. Le potentiel de cette technique est illustré à travers trois questions épidémiologiques: *E. necator* et *B. cinerea* sont-ils présents dans les bourgeons dormants? Peut-on mettre en évidence des infections de mildiou juste après des épisodes potentiellement infectieux? Est-il possible de détecter le mildiou dans des rafles asymptomatiques et de suivre sa progression? Ou de mettre en évidence *Botrytis* dans des fleurs asymptomatiques et de le suivre durant le développement de la grappe? ➤

## Matériel et méthodes

### Matériel biologique et conditions de culture

Les parcelles expérimentales d'Agroscope à Changins, plantées en 2005 avec du Chasselas greffé sur 3309, ont été utilisées pour toutes les expérimentations effectuées en 2013 et 2014, sur feuilles, inflorescences, grappes et bourgeons. Ces derniers ont été récoltés en février 2013 et 2014 sur des plantes non traitées fortement infectées l'année précédente par l'oïdium.

***Plasmopara viticola***: les feuilles et les grappes de trois plantes ont été infectées artificiellement avec une suspension aqueuse de sporanges au stade BBCH 57 (inflorescences pleinement développées) (Hack *et al.* 1992) comme décrit par Gindro *et al.* (2003). Pour détecter précocement les infections de *Plasmopara viticola* sur *V. vinifera* cv. Cabernet franc, des feuilles entières ont été récoltées de façon aléatoire dans un vignoble de Bordeaux le jour suivant des épisodes potentiellement infectieux (pluie ou rosée) et directement congelées à  $-80^{\circ}\text{C}$  jusqu'à utilisation.

***Botrytis cinerea***: des inflorescences ont été artificiellement infectées au stade pleine fleur (stade BBCH 65) avec une suspension aqueuse de conidies selon Viret *et al.* (2004) sur trois plantes.

***Erysiphe necator***: des conidies ont été récoltées de feuilles infectées tel que décrit précédemment par Schnee *et al.* (2008).

### Préparation des échantillons et amplification par PCR

Les échantillons végétaux, feuilles (3 mg), fleurs (40 mg), sections de rafle (40 mg) et bourgeons (20 mg), ont été broyés au pilon en plastique en tube Eppendorf dans  $100\ \mu\text{l}$  d'eau contenant 1 % (p/v) de polyvinylpyrrolidone (PVPP), sauf les bourgeons, broyés dans  $500\ \mu\text{l}$  d'eau. Cet extrait brut a été dilué 10 et 100 fois avec de l'eau nanopure et utilisé directement pour les amplifications par PCR.

Par ailleurs, des échantillons plus grands, tels que des feuilles de vigne entières prélevées au champ, ont été

placés dans des sachets ELISA, congelés dans de l'azote liquide et réduits à l'homogénéisateur (Homex 6, Bioreba AG) en poudre fine stockée à  $-20^{\circ}\text{C}$  jusqu'à utilisation. Cette poudre a ensuite été suspendue dans 2 ml de tampon PBS 1 x contenant 0,05 % (v/v) Tween 20 et 2 % (p/v) PVPP. Des aliquotes de cette solution ont été dilués 10 et 100 fois, puis utilisés directement pour l'amplification par PCR. Les réactions de PCR ont été faites dans un volume final de  $25\ \mu\text{l}$  contenant 2U TAQ (Taq DNA polymérase, Qiagen), 1 x tampon PCR,  $0,4\ \mu\text{M}$  de chaque amorce (tabl. 1),  $0,2\ \text{mM}$  de chaque DNTP,  $3\ \text{mM}$   $\text{MgCl}_2$  et  $18,3\ \text{ml}$  de l'extrait dilué, dans un appareil Biometra T3000 comprenant une première étape de cassage à  $97^{\circ}\text{C}$  durant quinze minutes permettant de lyser les cellules, suivie de 35 cycles à  $94^{\circ}\text{C}$  30s,  $54^{\circ}\text{C}$  trente secondes,  $72^{\circ}\text{C}$  nonante secondes et une étape finale d'extension à  $72^{\circ}\text{C}$  dix minutes. Les amplifications de contrôle ont été effectuées comme l'ont décrit Gindro *et al.* (2005), en utilisant des séries de dilution de spores afin de vérifier la sensibilité de la réaction de PCR (1000, 100, 10, 1 spore/ $\mu\text{l}$ ). Le nombre de spores a été compté au microscope sur des lames standardisées avant les dilutions et les réactions de PCR ajustées à 1000 spores/ $\mu\text{l}$ . Les produits de PCR ont été purifiés et séquencés pour confirmer la spécificité de la réaction PCR.

### Microscopie électronique

Chaque échantillon, soit des fragments de feuille, de rafle, de bourgeons dormants et de fleurs, a été préparé selon la méthode de Roland et Vian (1991), préfixé avec une solution de glutaraldéhyde 3 % / paraformaldéhyde 2 % dans du tampon phosphate  $0,07\ \text{M}$  à pH 7, enrobé dans de l'agarose 2 % et post-fixé dans une solution d' $\text{OsO}_4$  1 %. Les échantillons ont ensuite été déshydratés dans des solutions d'éthanol à concentration croissante (30-50-70-95-100 % (v/v)) et enrobés dans la résine LR White. Après polymérisation (vingt-quatre heures à  $60^{\circ}\text{C}$ ), des coupes semi-fines ( $0,8\ \mu\text{m}$ ) et ultra-fines ( $0,08\ \mu\text{m}$ ) ont été préparées puis colorées avec une solution de bleu de méthylène 1 % / tétraborate de

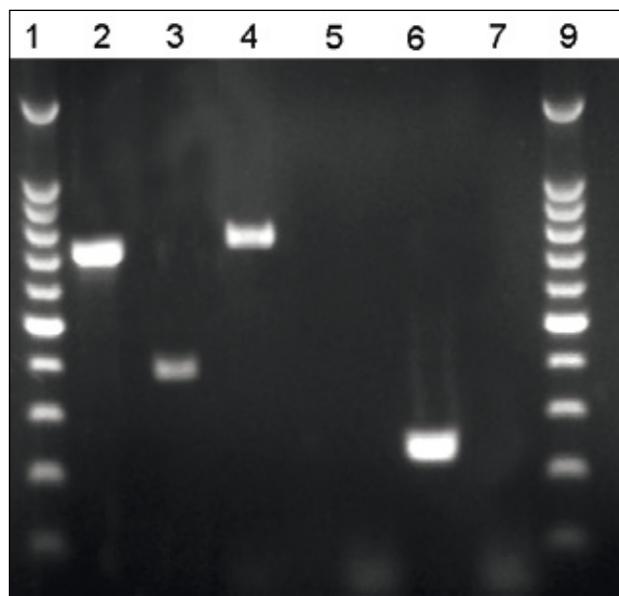
Tableau 1 | Séquences des différentes amorces utilisées dans cette étude

| Organisme                  | Nom de l'amorce | Séquence                  | Taille du fragment (pb) |
|----------------------------|-----------------|---------------------------|-------------------------|
| <i>Plasmopara viticola</i> | LSU 1+_PV       | TAGTAACGCGAGTGAAGCG       | 698                     |
|                            | LSU 2-_PV       | GTTACGACTCGCATCAATCCA     |                         |
| <i>Erysiphe necator</i>    | Uc592+          | AGTAAAAGATGTCAACGCCGAAGA  | 379                     |
|                            | Uc946-          | AGCGCAAAAAGATGAGTCAAAATTC |                         |
| <i>Botrytis cinerea</i>    | C729+           | AGCTCGAGAGAGATCTCTGA      | 730                     |
|                            | C729-           | CTGCAATGTTCTGCGTGGA       |                         |
| <i>Vitis vinifera</i>      | Vvin-F          | CCTTCAGGTGGGTACAGTGG      | 241                     |
|                            | Vvin-R          | CATTCCCAACTGCATCAGTCAC    |                         |

sodium et azure II pour les coupes semi-fines, ou avec une solution d'acétate d'uranyl suivi de citrate de plomb selon Reynolds (1963) pour les coupes ultrafines. Les coupes semi-fines ont été observées au microscope optique équipé d'une caméra (Leica DFC 490 FX). Les coupes ultrafines ont été observées au microscope électronique à transmission (Philips CM10) équipé d'une caméra Mega View II.

## Résultats et discussion

La PCR directe s'avère une méthode simple, fiable et rapide pour détecter un micro-organisme dans des tissus végétaux asymptomatiques. La figure 1 présente un gel d'agarose permettant de visualiser les trois principaux pathogènes fongiques dans les tissus asymptomatiques de la vigne. Les diverses bandes, de tailles différentes, ont été purifiées du gel et séquencées afin de confirmer l'identité des produits de PCR. Les tissus verts et lignifiés de la vigne contiennent beaucoup de composés phénoliques et polyphénoliques, tels que les stilbènes, les anthocyanes, les flavonoïdes, mais aussi des sucres tous potentiellement inhibiteurs des réac-



**Figure 1** | Amplification par PCR directe sur des feuilles de *Vitis vinifera* cv. Chasselas infectées par *Plasmopara viticola*, *Erysiphe necator*, de fleurs infectées par *Botrytis cinerea* et de feuilles de *Vitis vinifera* cv. Chasselas témoin non infectées.

Piste 1 et 14: échelle d'ADN 1kb. Piste 2: détection de *P. viticola* sur des tissus végétaux infectés. Piste 3: détection d'*E. necator* sur des tissus végétaux infectés. Piste 4: détection de *B. cinerea* sur des tissus végétaux infectés. Piste 5: détection de *B. cinerea* sur des tissus végétaux sains. Piste 6: détection de *V. vinifera* sur des tissus végétaux sains. Piste 7: contrôle négatif avec de l'eau. Taille des fragments obtenus: *P. viticola* 698 pb, *E. necator* 379 pb, *B. cinerea* 730 pb et *V. vinifera* 241 pb.

tions de PCR. Dans des réactions de PCR directe, où aucune étape de purification n'est utilisée, ces inhibiteurs sont présents dans les mélanges réactionnels. De ce fait, sur les tissus verts de la vigne, un chélateur des composés phénoliques et polyphénoliques, le PVPP, est ajouté avant le broyage des tissus et la lyse des cellules. De même, l'extrait brut est dilué 10 à 100 fois pour permettre en parallèle la dilution d'autres inhibiteurs potentiels tels que les sucres. Avec ces moyens assez grossiers de purification, il est essentiel de disposer à chaque fois d'un contrôle positif afin de s'assurer que l'absence d'une bande n'est pas due à une inhibition de la réaction PCR. Le contrôle positif consiste à amplifier une séquence de la vigne. La sensibilité de la PCR directe a été testée grâce à des dilutions successives de conidies et sporanges dans l'eau. Le seuil de détection des amorces de *B. cinerea* était d'une conidie/ $\mu$ l, conformément aux résultats obtenus précédemment (Rigotti *et al.* 2002; Gindro *et al.* 2005), d'un sporange/ $\mu$ l pour *P. viticola* et d'une conidie/ $\mu$ l pour *E. necator*.

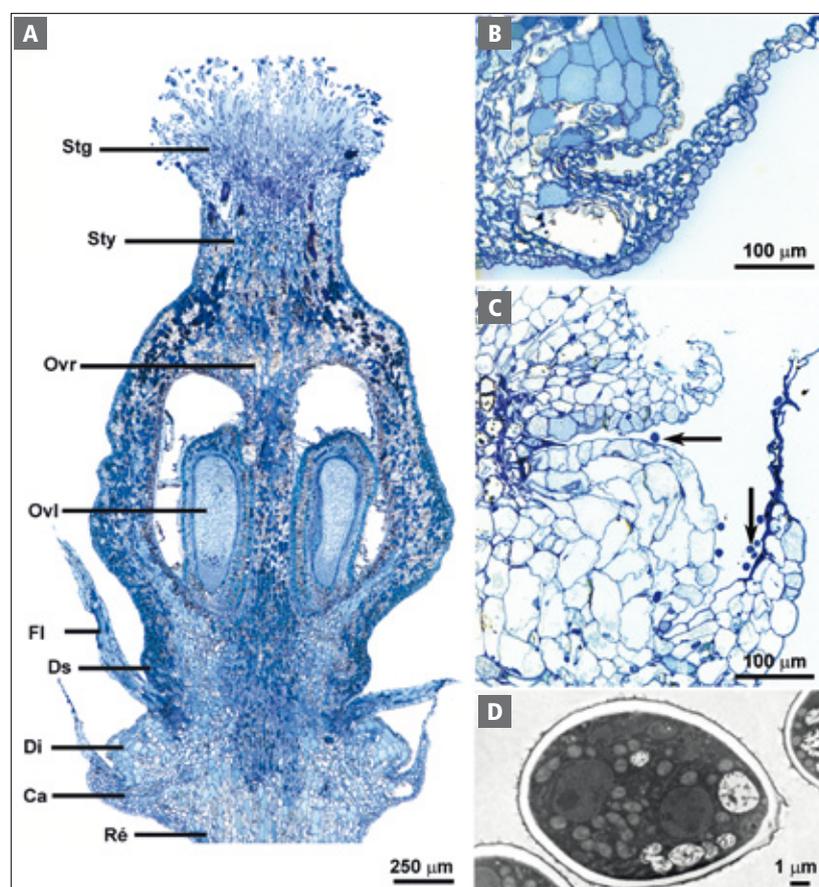
La PCR directe peut être utilisée pour étudier toute sorte de problèmes épidémiologiques, tels que la latence des pathogènes dans des tissus apparemment sains, le mode et le lieu d'hivernation de ces pathogènes comme les bourgeons dormants, en particulier pour des pathogènes biotrophes non cultivables sur milieux artificiels. L'étude au microscope de coupes de tissus végétaux permet de visualiser la présence de structures fongiques, mais sans pouvoir les identifier faute de structures spécifiques à l'espèce.

Plusieurs auteurs considèrent que *B. cinerea* infecte les fleurs et reste latent dans les baies immatures jusqu'à la véraison, à partir de laquelle la pourriture grise peut rapidement détruire des grappes entières, selon les conditions météorologiques (McClellan et Hewitt 1973; Pezet et Pont 1986; Viret *et al.* 2004). Les observations microscopiques effectuées après infection artificielle de grappes de Chasselas au champ (BBCH 65) ont montré que les spores et propagules fongiques se maintiennent dans la région du réceptacle (fig. 2) durant le développement de la grappe, plus précisément dans les sillons situés entre les disques inférieurs et supérieurs du calice. La PCR directe a permis quant à elle de détecter spécifiquement *B. cinerea* durant le développement de la grappe. Cette méthode convient donc parfaitement pour déterminer le potentiel infectieux de la forme latente de botrytis dans les baies et obtenir des données épidémiologiques pour le contrôle de la maladie.

L'infection primaire de l'oïdium peut avoir deux origines. Elle est due soit aux ascospores, spores issues du cycle sexué du champignon, libérées des cléistothèces

présentes sur l'écorce ayant hiverné (Gadoury et Pearson 1986; 1987; Gadoury *et al.* 2012) soit selon les conditions climatiques et le cépage, au mycélium ayant hiverné dans les bourgeons. L'infection démarre alors très tôt dans la saison et se traduit par la formation de pousses en drapeau caractéristiques (Corio-Costet 2007). Pour établir une stratégie de traitement, il est donc important de déterminer si des drapeaux sont présents. En Suisse, les cléistothèces, très nombreuses en fin de saison, sont responsables des infections primaires de l'année suivante, la formation de drapeaux, elle, étant très rarement observée. Il était donc intéressant de savoir si les propagules d'oïdium (spores, fragments mycéliens) sont absentes dans les bourgeons dormants de *V. vinifera* cv. Chasselas dans les conditions suisses ou si des conditions printanières particulières ou d'autres facteurs peuvent inhiber le développement de l'oïdium présent dans les bourgeons dormants. Ces derniers ont donc été récoltés en janvier dans une parcelle de Chasselas non traitée, fortement atteinte de mildiou et d'oïdium l'année précédente. L'examen au microscope a révélé la présence de très nombreuses propagules fongiques (spores, fragments d'hyphes) entre les cataphylles, au sein de la bourre (fig. 3). Des isolements sur milieux nutritifs artificiels

ont mis en évidence toute une communauté fongique non biotrophe, incluant notamment *Botryosphaeria obtusa*, *Eutypa lata*, *Fusarium solani*, *Epicoecum nigrum*. Le microscope permet de distinguer des structures fongiques au sein des bourgeons dormants, mais pas d'identifier les espèces présentes. La PCR directe a ainsi été utilisée pour confirmer la présence spécifique d'*E. necator*, *P. viticola* et *B. cinerea*. Dans les 120 bourgeons analysés, *E. necator* a été repéré par PCR dans 35 bourgeons (29%), *B. cinerea* dans 78 bourgeons (65%) et *P. viticola* n'a pas pu être décelé. *B. cinerea* et *E. necator* ont été détectés ensemble dans 20 bourgeons (17%). Ainsi, même si les drapeaux ne sont pas observés sur Chasselas en Suisse, un tiers des bourgeons issus des parcelles non traitées sont colonisés par *E. necator*. Ces résultats rejoignent ceux de Rumbolz et Gubler (2005) sur *V. vinifera* cv. Carignan en Californie (Etats-Unis), qui indiquent que 32,3% des bourgeons étaient infectés. La présence d'oïdium dans les bourgeons dormants semble sans effet sur l'épidémiologie de ce champignon dans le vignoble suisse. Il serait intéressant d'étudier si *E. necator* se trouve dans les mêmes proportions dans un vignoble traité de façon conventionnelle. La forte incidence de *B. cinerea* a été confirmée par l'isolement classique du champignon sur mi-



**Figure 2** | Coupes semi-fines de fleurs de *Vitis vinifera* cv. Chasselas au stade BBCH 69 infectées ou non par *Botrytis cinerea*.

A. Vue générale d'une coupe fine d'une fleur non infectée.

B. Détail de A: agrandissement de la zone du calice dépourvue de propagules fongiques.

C. Zone des sillons comprise entre les disques inférieurs et supérieurs et présentant de nombreuses propagules fongiques (flèches).

D. Détail de la zone à propagules fongiques de C montrant une spore de champignon.

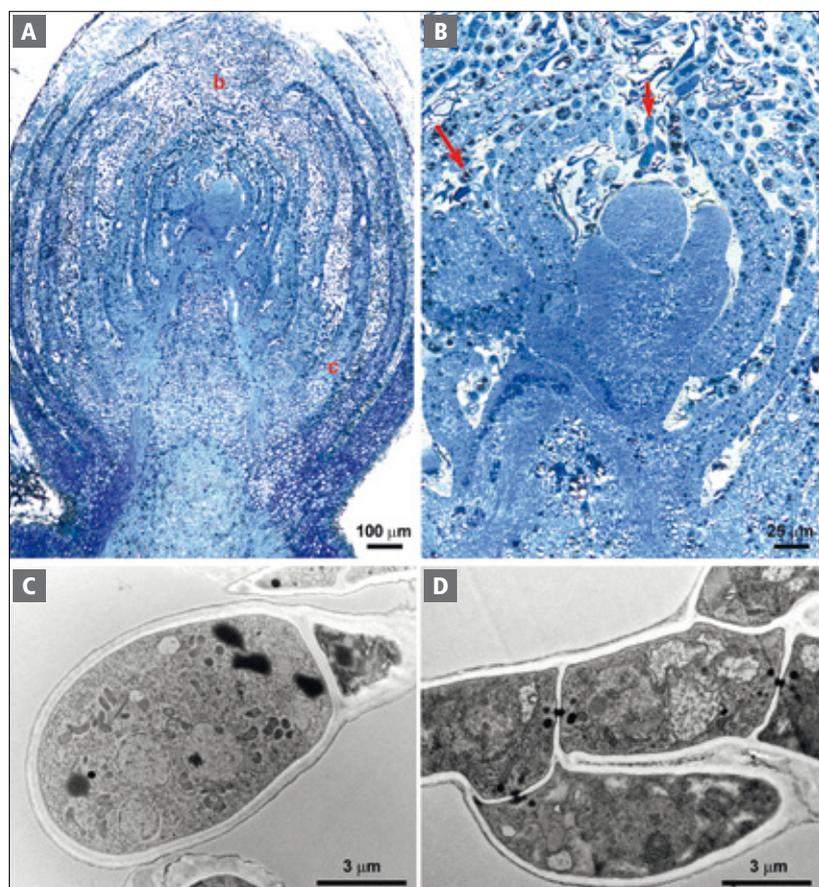
Ca: calice, Di: disque inférieur, Ds: disque supérieur, Fl: filament d'étamine, Ovl: ovule, Ovr: ovaire, Ré: réceptacle, Stg: stigmate, Sty: style.

lieu nutritif gélosé (PDA, *Potato Dextrose Agar*), montrant qu'il pouvait être isolé avec succès de 40 bourgeons sur les 120 analysés (33 %), soit environ la moitié de l'occurrence enregistrée par PCR directe (65 %). Ce résultat montre la sensibilité de cette technique qui, dans certains cas, reconnaît peut-être des propagules ou des conidies non viables. *B. cinerea* est un champignon ubiquiste, il n'est donc pas surprenant de le trouver dans les bourgeons. Même si les très jeunes pampres ne sont pas infectés en conditions naturelles, cette source d'inoculum peut influencer sur des infections plus tardives, comme avec les infections florales et la latence (Keller *et al.* 2003). *P. viticola*, un organisme biotrophe hautement spécialisé, ne parvient pas à coloniser et à survivre dans les bourgeons, conformément aux connaissances actuelles sur l'épidémiologie du mildiou (Gessler *et al.* 2011).

La PCR directe a été utilisée pour détecter de façon précoce le mildiou: les modèles de prévision sont généralement établis pour permettre de traiter à la bonne dose au bon moment (Dubuis *et al.* 2012), mais il est toutefois difficile de prédire l'intensité et la sévérité des épisodes d'infection. En se basant sur la période d'humectation du feuillage et la température, les modèles de prévision permettent d'évaluer de façon précise si les

conditions météorologiques peuvent mener à des infections faibles, modérées ou fortes. Toutefois, la sévérité réelle de l'infection dépend de l'abondance de l'inoculum, assez difficile à évaluer. La PCR directe sur des feuilles entières prélevées au champ de façon aléatoire après des épisodes potentiellement infectieux fournit une première estimation du niveau d'infection de mildiou avant l'apparition des taches d'huile. De tels résultats offriraient aux producteurs le choix d'appliquer un fongicide curatif dans les trois jours suivant l'infection. A titre d'exemple, sur les 41 feuilles de *V. vinifera* cv. Cabernet franc prélevées en juillet après trois jours de forte rosée matinale, huit se sont révélées positives (19,5 %), en accord avec les 15 % de feuilles symptomatiques enregistrés trois semaines plus tard au vignoble.

Une autre utilité sur le plan épidémiologique de la PCR directe concerne le mode d'infection de *P. viticola* menant au rot gris ou brun. Certains travaux ont montré que des fleurs ne pouvaient pas être infectées artificiellement après le stade BBCH 69 en conditions *in vitro*, notamment par manque de stomates fonctionnels sur les éléments floraux dès ce stade (Gindro *et al.* 2012). L'hypothèse discutée ici est que le mildiou pourrait se développer de façon systémique dans les tissus verts à partir de feuilles infectées, vrilles, pédoncules de

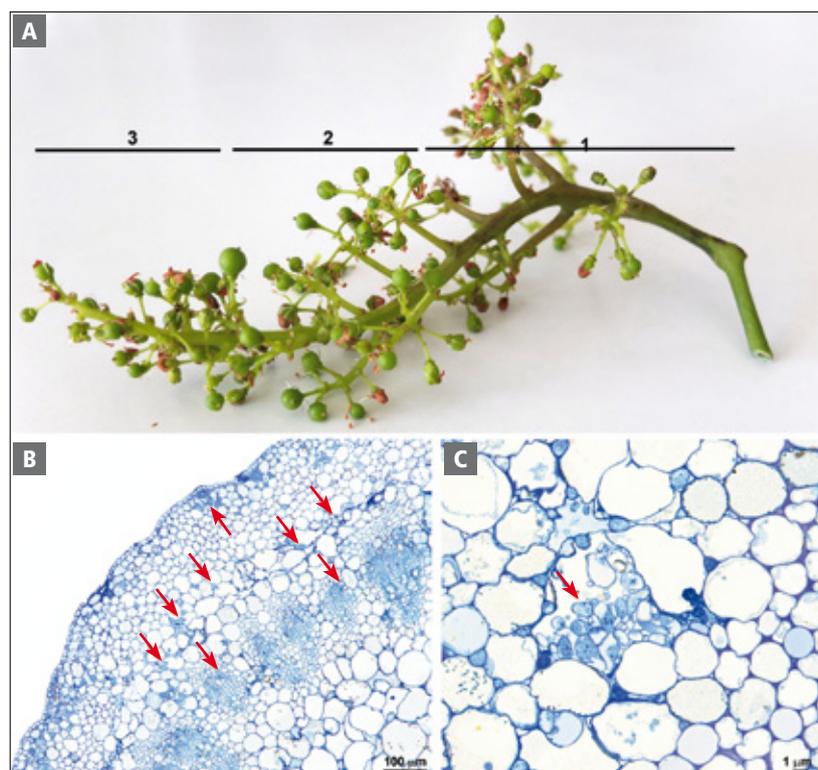


**Figure 3** | Coupes semi-fines et fines de bourgeons dormants de *Vitis vinifera* cv. Chasselas prélevés au champ. A. Vue générale d'une coupe fine de bourgeon. B. Détail de A: agrandissement de la zone méristématique avec présence de propagules fongiques (flèches). C. Détail de B: propagule fongique type fragment d'hyphe ou microspore au sein de la bourre. D. Détail de B, hyphe en croissance au sein de la bourre. b: bourre, c: cataphylle.

grappe, rachis et pédicelles, comme l'indiquait Gregory (1915). Des observations microscopiques ont été faites le long de la rafle à trois niveaux différents, présentant respectivement des symptômes forts, faibles et nuls. Le pédoncule de la grappe et la partie supérieure de la rafle (fig. 4A, 1) étaient très fortement colonisés par le mildiou, avec de nombreux hyphes et haustoria, tandis que la partie médiane (fig. 4A, 2), peu symptomatique, ne l'était que faiblement, avec peu d'hyphes intercellulaires et d'haustoria, et que *P. viticola* était absent de la zone inférieure de la rafle (fig. 4A, 3) asymptomatique. La PCR directe a, d'une part, confirmé la présence de mildiou dans les deux zones symptomatiques et son absence dans la partie inférieure saine et, d'autre part, validé que les hyphes visibles étaient bien celles du mildiou. Ces observations établissent que *P. viticola* peut croître le long de la rafle au stade BBCH 73 et être détecté par PCR directe. L'hypothèse que *P. viticola* parvient à se développer de façon systémique à travers la rafle pour infecter les baies et mener à la pourriture brune est en cours d'examen.

## Conclusions

- La technique de PCR directe sans purification d'ADN se révèle une méthode simple et fiable pour détecter la présence de pathogènes fongiques dans les tissus verts ou lignifiés de la vigne.
- Elle peut être utilisée pour diverses études en épidémiologie fongique, notamment pour détecter les biotrophes obligatoires dans des échantillons prélevés au champ.
- L'utilisation combinée de la microscopie et de la PCR directe permet à la fois de localiser et d'identifier des organismes présents dans des tissus verts symptomatiques ou asymptomatiques, de même que dans les bourgeons dormants.
- Trois exemples ont permis de démontrer l'utilité d'une telle technique et d'offrir des résultats intéressants en abordant des hypothèses expérimentales:
  - La présence d'*Erysiphe necator* et de *Botrytis cinerea* est attestée dans les bourgeons dormants;
  - Le mildiou peut être détecté dans des feuilles entières peu après des épisodes de pluie ou de rosée. Ces résultats peuvent compléter les systèmes de prévision des risques ([www.agrometeo.ch](http://www.agrometeo.ch));
  - La présence de *Plasmopara viticola* peut être détectée dans le rachis et la progression de la maladie suivie durant la saison. Cette technique est un outil intéressant pour étudier des questions ouvertes telles que la voie d'infection du mildiou causant le rot brun.
- Cette technique, moyennant quelques adaptations, pourrait être étendue à l'étude d'un grand nombre de pathosystèmes différents. ■



**Figure 4** | Coupes semi-fines d'une grappe de *Vitis vinifera* cv. Chasselas, infectée par *Plasmopara viticola* et prélevée au champ. La rafle présente des zones symptomatique et faiblement symptomatique (1 et 2) et asymptomatique (3).  
 A. Vue générale de la grappe.  
 B. Coupe semi-fine dans la zone 1 avec présence de nombreux hyphes et haustoria (flèches).  
 C. Détail de B avec agrandissement des propagules fongiques (flèche).

### Remerciements

Nous tenons à remercier Eric Remolif pour toute l'aide apportée durant ces expérimentations, de même que MM. Sébastien Vergne et Kees Van Leeuwen (Bordeaux, France) pour leur collaboration et la récolte du matériel végétal utilisé pour les analyses.

### Bibliographie

- Carisse O., Tremblay D. M., Levesque C. A., Gindro K., Ward P. & Houde A., 2009. Development of a TaqMan Real-Time PCR Assay for Quantification of Airborne Conidia of *Botrytis squamosa* and Management of *Botrytis* Leaf Blight of Onion. *Phytopathology* **99**, 1273–1280.
- Corio-Costet M. F., 2007. *Erysiphe necator*. Editions Tec & Doc Lavoisier, 132 p.
- Dubuis P. H., Viret O., Bloesch B., Fabre A. L., Naef A., Bleyer G., Kassemeyer H. H. & Krause R., 2012. Lutte contre le mildiou de la vigne avec le modèle VitiMeteo-Plasmopara. *Revue suisse Vitic., Arboric., Hortic.* **44**, 192–198.
- Gadoury D. M., Cadle-Davidson L., Wilcox W. F., Dry I. B., Seem R. C. & Milgroom M. G., 2012. Grapevine powdery mildew (*Erysiphe necator*): a fascinating system for the study of the biology, ecology and epidemiology of an obligate biotroph. *Molecular Plant Pathology* **13**, 1–16.
- Gessler C., Pertot I. & Perazzolli M., 2011. *Plasmopara viticola*: a review of knowledge on downy mildew of grapevine and effective disease management. *Phytopathologia Mediterranea* **50**, 3–44.
- Gindro K., Alonso-Villaverde V., Voinesco F., Spring J.-L., Viret O. & Dubuis P.-H., 2012. Susceptibility to downy mildew in grape clusters: New microscopical and biochemical insights. *Plant Physiology and Biochemistry* **52**, 140–146.
- Gindro K., Pezet R. & Viret O., 2003. Histological study of the responses of two *Vitis vinifera* cultivars (resistant and susceptible) to *Plasmopara viticola* infections. *Plant Physiology and Biochemistry* **41**, 846–853.
- Gindro K., Pezet R., Viret O. & Richter H., 2005. Development of a rapid and highly sensitive direct-PCR assay to detect a single conidium of *Botrytis cinerea* Pers.: Fr in vitro and quiescent forms in planta. *Vitis* **44**, 139–142.
- Keller M., Viret O. & Cole F. M., 2003. *Botrytis cinerea* infection in grape flowers: Defense reaction, latency, and disease expression. *Phytopathology* **93**, 316–322.
- Rigotti S., Gindro K., Richter H. & Viret O., 2002. Characterization of molecular markers for specific and sensitive detection of *Botrytis cinerea* Pers.: Fr. In strawberry (*Fragaria x ananassa* Duch.) using PCR. *FEMS Microbiology Letters* **209**, 169–174.
- Rossen L., Norskov P., Holmstrom K. & Rasmussen O. F., 1992. Inhibition of PCR by components of food samples, microbial diagnostic assays and DNA-extraction solutions. *International Journal of Food Microbiology* **17**, 37–45.
- Schnee S., Viret O. & Gindro K., 2008. Role of stilbenes in the resistance of grapevine to powdery mildew. *Physiological and Molecular Plant Pathology* **72**, 128–133.
- Segata N., Boernigen D., Tickle T. L., Morgan X. C., Garrett W. S. & Huttenhower C., 2013. Computational meta'omics for microbial community studies. *Molecular Systems Biology* **9**, 15 p. DOI: 10.1038/msb.2013.22
- Viret O., Keller M., Jaudzems V. G. & Cole F. M., 2004. *Botrytis cinerea* infection of grape flowers: Light and electron microscopical studies of infection sites. *Phytopathology* **94**, 850–857.

Une liste complète des références est disponible auprès du premier auteur.

## Zusammenfassung

### Ein Werkzeug zur molekularen Früherkennung von echtem und falschem Mehltau und Grauschimmel in Gewebeteilen der Rebe

Ziel dieser Arbeit ist es, eine einfache und zuverlässige Methode zu entwickeln, mit der Reproduktionsformen von Pilzen mittels PCR direkt im Gewebe von Weinreben nachgewiesen werden können, ohne dass dabei die DNA zuerst aufgereinigt werden muss. Das Potential dieser Methode wird anhand einiger Beispiele aufgezeigt. Dazu wurden verschiedene Proben von Weinreben unter Verwendung von Polyvinylpyrrolidon zerkleinert und direkt als Matrix für die Amplifikation durch PCR verwendet, wobei spezifische Primer für die Weinrebe und ihre drei wichtigsten pathogenen Pilze (*Plasmopara viticola*, *Erysiphe necator* und *Botrytis cinerea*) eingesetzt wurden. Durch Sequenzierung der PCR-Produkte wurde nachgewiesen, dass die Amplifikation spezifisch war. Über Verdünnungsreihen von Reproduktionsformen der verschiedenen Pilze konnte mit dem Nachweis von jeweils ein Sporangium bzw. einer einzigen Konidie von *P. viticola*, *B. cinerea* und *E. necator* gezeigt werden,

dass der Test sehr empfindlich ist. Mit Mikroskopie konnten die Sporen und andere Reproduktionsformen der Pilze im Pflanzengewebe, insbesondere in den ruhenden Knospen oder den Blüten der Weinrebe, zwar visuell erfasst, jedoch nicht den Arten zugewiesen werden. Diese Identifikation erfolgte parallel durch direkte PCR. Der Echte Mehltau und die Graufäule wurden in 29 % bzw. 65 % der untersuchten Knospen nachgewiesen. Der Falsche Mehltau wurde im Feld in den Blättern gefunden, unmittelbar nach Regenfällen oder Tau, wenn das Infektionsrisiko gross ist. Die Graufäule wurde in asymptomatischen Blüten durch Mikroskopie visuell beobachtet und durch direkte PCR identifiziert. Bei Beobachtungen mit Mikroskopie konnten Hyphen in asymptomatischen Kämmen nachgewiesen und mit direkter PCR der Art *P. viticola* zugeordnet werden. Es erfolgt eine Diskussion der Validierung und Verwendung dieser Methode im Sinne einer Ergänzung zur Mikroskopie, insbesondere bei der epidemiologischen Untersuchung biotropher Pilze, die sich nicht auf künstlichen Nährmedien kultivieren lassen.



### Summary ■ A molecular tool for the early detection of downy mildew, powdery mildew and grey mold in grapevine tissues

A simple and reliable method is proposed for detecting fungal propagules in vine tissues via direct amplification by PCR without previous DNA purifying. This method's potential is illustrated by several examples. For this, different vine samples were crushed in the presence of polyvinylpolypyrrolidone and utilised directly as a matrix for PCR amplification using primers specific to the vine and to its three main fungal pathogens, *Plasmopara viticola*, *Erysiphe necator* and *Botrytis cinerea*. The specificity of the amplifications was validated by PCR-product sequencing. Dilution series of the different fungal propagules studied revealed major sensitivity reactions for *P. viticola*, *B. cinerea* and *E. necator*, that is to say one single sporangium or conidium. Microscopy allowed visualisation of the spores and other fungal propagules within the plant tissues, particularly in the dormant buds or flowers of the vine, but not the identification of the present species, which was accomplished in parallel by direct PCR. Powdery mildew and grey mould were detected in 29 % and 65 % of the buds analysed, respectively. Downy mildew was detected in leaves in field right after potentially infectious rainfall or dewfall. Grey mould was detected in asymptomatic flowers after visualisation by microscopy and identified by direct PCR. Microscopy observations revealed the presence of hyphae in asymptomatic stalks, and direct PCR enabled the identification of *P. viticola*. The validation and utilisation of this method are discussed as a supplement to microscopy, particularly for the study of the epidemiology of biotrophic fungi non-cultivable on artificial growth media.

**Key words:** downy mildew, powdery mildew, grey mold, direct PCR, buds, leaves, rachis, flowers, grapevine.

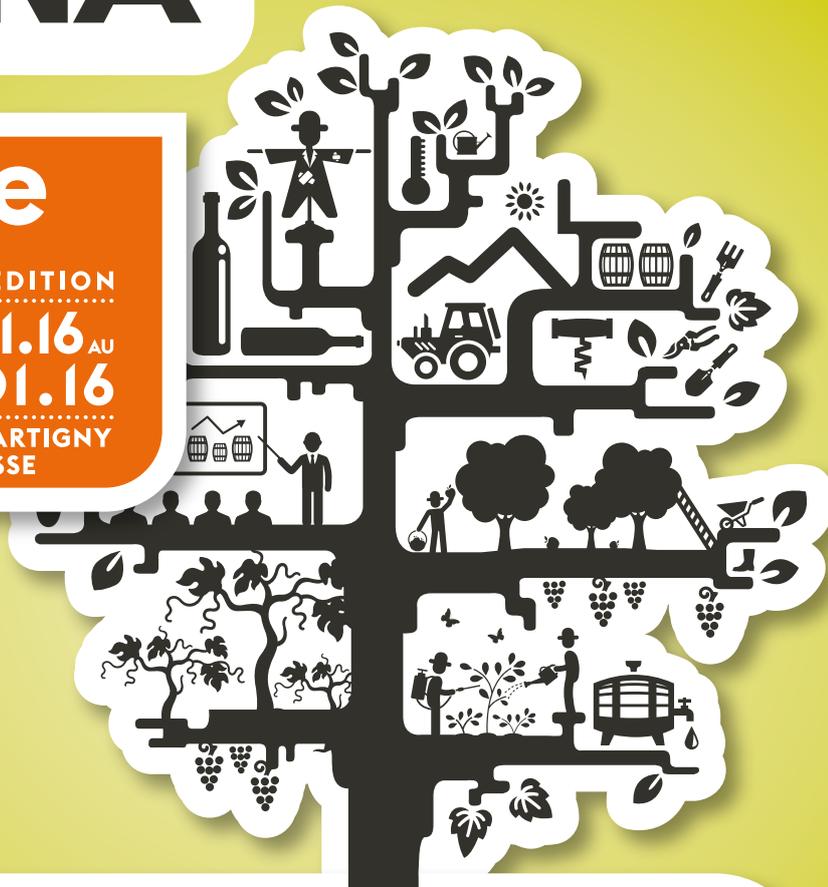
### Riassunto ■ Uno strumento molecolare per rivelare precocemente peronospora, oidio e marciume grigio nei tessuti della vite

Un metodo semplice e affidabile è stato proposto per rilevare propaguli fungini nei tessuti della vite per mezzo dell'amplificazione diretta con PCR, senza previa purificazione del DNA. Il potenziale di un simile metodo viene illustrato per mezzo di alcuni esempi. A questo scopo, sono stati frantumati diversi campioni di vite in presenza di polivinilpolipirrolidone, poi utilizzati direttamente come matrice per l'amplificazione con PCR per mezzo di inneschi specifici per la vite e i sui tre principali patogeni fungini, *Plasmopara viticola*, *Erysiphe necator* e *Botrytis cinerea*. La specificità delle amplificazioni è stata convalidata attraverso il sequenziamento dei prodotti della PCR. Alcune serie di diluizione di diversi propaguli fungini hanno permesso di dimostrare un'elevata sensibilità delle reazioni per *P. viticola*, *B. cinerea* ed *E. necator*, rispettivamente uno sporangio e un solo conidio. La microscopia consente di visualizzare le spore e altri propaguli fungini nei tessuti vegetali, in particolare nelle gemme dormienti o nei fiori della vite, senza tuttavia permettere di identificare le specie presenti, cosa che invece è stata fatta in parallelo con la PCR diretta. L'oidio e il marciume grigio sono stati rilevati rispettivamente nel 29 e nel 65 % delle gemme analizzate. La peronospora è stata rilevata in foglie in campo subito dopo episodi di pioggia o di rugiada potenzialmente infettive. Il marciume grigio è stato rilevato nei fiori asintomatici dopo la visualizzazione al microscopio e l'identificazione tramite la PCR diretta. Alcune osservazioni al microscopio hanno mostrato la presenza di ife nei rachidi asintomatici, mentre la PCR diretta ha permesso di identificare la *P. viticola*. Si discute della convalida e dell'utilizzo di questo metodo come complemento alla microscopia, soprattutto per lo studio dell'epidemiologia di funghi biotrofi non coltivabili in ambienti di crescita artificiali.



# AGROVINA

**11<sup>e</sup>**  
ÉDITION  
**26.01.16 AU**  
**29.01.16**  
CERM, MARTIGNY  
SUISSE



- ŒNOLOGIE
- VITICULTURE
- ARBORICULTURE

## AGROVINA C'EST...

- le **Salon à la mesure de votre domaine !**
  - un salon biennal de **4 jours**,
  - 4 jours** de conférences techniques de haut niveau,
  - 200 exposants spécialisés** de Suisse, de France, d'Italie, d'Allemagne, d'Autriche, d'Angleterre et même d'Espagne,
  - 18'000 visiteurs** professionnels, connaisseurs et intéressés,
  - 20'000 m<sup>2</sup>** d'exposition,
  - des **secteurs d'activités variés**: œnologie, viticulture, arboriculture, cultures spéciales, traitement des sols, engrais antiparasitaires, machinisme agricole, distillation, marketing, distribution, packaging, conditionnement, logistique, transport, transformations de fruit
- ... et surtout le lieu de **rencontre** pour s'informer, **échanger**, **partager** son savoir-faire et ses connaissances avec tous les acteurs des branches viticoles, œnologiques et arboricoles.

## PARTENAIRES

**syngenta**

**Univèrre**  
excellence in glass

**NEUWERTH**  
LOGISTICS SA

## LES CONFÉRENCES TECHNIQUES 2016

- 26 janvier 2016**  
14<sup>e</sup> Journée suisse de l'arboriculture fruitière  
*Organisée par Agroscope*
- 27 janvier 2016**  
Journée suisse de viticulture  
*Organisée par Agroscope*
- 28 janvier 2016**  
Journée suisse d'œnologie  
*Organisée par CHANGINS, haute école de viticulture et œnologie*
- 29 janvier 2016**  
Les Ateliers Économiques  
*Organisés par l'Union Suisse des œnologues*



Copyright BS

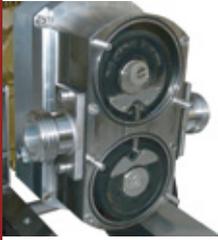
**DEPUIS 120 ANS À VOTRE SERVICE**

**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



Présent  
à AGROVINA  
Stand  
2307



**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*

Présent  
à AGROVINA  
Stand  
2211

**PLANTS DE VIGNE**

Pour une viticulture moderne  
couronnée de succès

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

Présent  
à AGROVINA  
Stand  
2102

**Tracteur Loeffel Viti Plus avec broyeur Dragone**

**Constructeur de machines viticoles**  
Vente, entretien, location de matériel viticole  
Service personnalisé  
Usinage CNC, blocks forés

[www.loeffel-fils.com](http://www.loeffel-fils.com)  
contact@loeffel-fils.com

**Chemin des Conrardes 13 CH - 2017 Boudry**

**Tél. +41 (0)32 842 12 78**  
**Fax. +41 (0)32 842 55 07**

# Innovez sans modération !



Présent à Agrovina 2016 – Stand n° 1304

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

**Nos concessionnaires agréés :**

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

**Gigandet SA**  
1853 Yvorne  
Tél. 024/466 13 83

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

**Perroulaz SA**  
1070 Puidoux  
Tél. 021/946 34 14

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

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

**BUCHER**  
vaslin

[www.buchervaslin.com](http://www.buchervaslin.com)  
Votre réussite est notre priorité

photo: 13/14



**MICROTHIOL**   
**SPÉCIAL**® DISPERS

SOUFRE EN MICROGRANULÉS HYPERDISPERSIBLES



Présent  
à AGROVINA  
Stand  
1104

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

An-MSP/2010/2012-135x190 - Crédit photo : Getty Images - Bruno Meunier

**PRODUITS POUR LES PROFESSIONNELS : RESPECTER LES CONDITIONS D'EMPLOI**

# Influence du stade de maturité, de la température et du traitement au 1-MCP sur la qualité des abricots

Séverine GABIOUD REBEAUD, Pierre-Yves COTTER et Danilo CHRISTEN, Agroscope, 1964 Conthey

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



Stades de maturité «vert» et «mûr» à la récolte.

## Introduction

Les abricots sont des fruits climactériques dont la qualité évolue rapidement après la récolte (Lichou et Jay 2012). Cette évolution est notamment liée à l'augmentation de la production d'éthylène. Les abricots se caractérisent par une production d'éthylène élevée (de 10 à 100  $\mu\text{l}/\text{kg}/\text{h}$  à 20 °C selon les variétés) et y sont considérés comme très sensibles (CTIFL). L'effet de cette phytohormone se traduit principalement par une production d'arômes et une perte de fermeté et d'acidité améliorant la qualité gustative des fruits (Bony 2003). La diminution de la production d'éthylène, qui correspond à la fin de la phase climactérique, induit la phase de sénescence qui mène finalement au dépérissement du fruit.

La qualité gustative des abricots est donc fortement liée à la maturité. Un fruit récolté à un stade précoce n'a pas encore développé son potentiel gustatif, mais sa fermeté élevée facilite les manipulations lors de

la récolte, du transport, de l'entreposage, du conditionnement et de la commercialisation. Un fruit récolté mûr possède une qualité gustative plus appropriée aux attentes des consommateurs, mais son potentiel de conservation est relativement limité. De tels fruits doivent être commercialisés rapidement pour éviter de conduire à de nombreux déchets de pourriture. Les exigences en termes de qualité gustative et de facilité de manipulation sont donc difficiles à concilier.

Afin de ralentir les processus de dégradation de la qualité des fruits, différentes méthodes de conservation peuvent être appliquées. La baisse de la température, une technique couramment utilisée, permet de ralentir la respiration et la production d'éthylène des fruits et d'agir ainsi directement sur le processus de maturation. Le froid limite également le développement des maladies fongiques. Par la diminution de la teneur en oxygène et l'augmentation de la teneur en gaz carbonique, l'entreposage en atmosphère contrôlée (AC) ou modifiée (AM) améliore le maintien de la fermeté et

réduit la perte en eau des abricots. Toutefois, l'accumulation en CO<sub>2</sub> dans l'atmosphère d'entreposage ne doit pas dépasser 10 % pour éviter le développement du brunissement de la chair (Gabioud *et al.* 2013).

Le 1-méthylcyclopropène (1-MCP, commercialisé sous le nom de SmartFresh™ par AgroFresh) est un antagoniste de l'éthylène qui, en inhibant sa production et son influence sur la maturation, permet de prolonger la durée de vie de la marchandise une fois cueillie. L'efficacité d'un tel traitement a déjà été démontrée pour de nombreux fruits (Blankenship et Dole 2003), mais seules quelques études se sont concentrées sur les abricots (Fan *et al.* 2000; Dong *et al.* 2002; Botondi *et al.* 2003).

Les essais présentés dans cette étude ont pour but d'évaluer l'influence du traitement au 1-MCP, de la température d'entreposage et du stade de maturité à la récolte sur la qualité de deux variétés d'abricots cultivées en Suisse et caractérisées par des vitesses différentes d'évolution de la qualité après la récolte: Orangered®, variété précoce à évolution «moyenne», et Goldrich, variété mi-précoce à évolution «lente».

## Matériel et méthodes

### Matériel végétal et traitement au 1-MCP

Les essais ont été menés durant deux ans (2013 et 2014) sur les variétés d'abricots Orangered® et Goldrich, récoltés dans des vergers situés en Valais. En 2013, deux stades de maturité ont été testés, déterminés sur la base de la couleur de fond de l'épiderme («vert» et «mûr») et, en 2014, le stade de maturité «tournant» a également été évalué. Les fruits ont été répartis de manière aléatoire dans les variantes d'essai. Pour chaque stade de maturité, la moitié des fruits a été traitée au 1-MCP. Deux températures d'entreposage ont été testées (1 et 8 °C). La qualité des fruits a été analysée à la sortie des chambres frigorifiques et après deux jours d'entreposage à 20 °C (shelf-life).

Le traitement au 1-MCP a été réalisé sur les abricots préalablement refroidis à 1 °C dans une microcellule étanche de 0,74 m<sup>3</sup> à une concentration de 625 ppb durant vingt-quatre heures (1-MCP, poudre SmartFresh™ à 0,14 %, AgroFresh Inc.).

### Analyses de la production d'éthylène

Les mesures d'éthylène ont été réalisées sur cinq à huit fruits confinés hermétiquement dans un récipient de 1,8 litre durant deux heures à température ambiante. La production d'éthylène, exprimée en termes de production d'éthylène par rapport au poids des fruits par heure (µg/kg/h), a été mesurée par chromatographie en phase gazeuse (Agilent 7890A, colonne Agilent

**Résumé** La maturité des abricots évolue rapidement après la récolte, notamment sous l'influence de l'éthylène. Différentes techniques existent pour ralentir la dégradation de la qualité des fruits, dont la réduction de la température et l'application d'un traitement au 1-MCP, un antagoniste de l'éthylène. Dans cette étude, l'influence de la maturité des abricots à la récolte, de la température d'entreposage et du traitement au 1-MCP a été évaluée sur la production d'éthylène et les paramètres physico-chimiques de deux variétés d'abricots (Orangered® et Goldrich) durant deux années. Les résultats montrent que le stade de maturité à la récolte influence tous les paramètres de qualité mesurés. Entreposer les fruits à 1 °C inhibe fortement la production d'éthylène et permet de mieux limiter les pertes de fermeté qu'à 8 °C. Le traitement au 1-MCP n'a pas d'effet sur la teneur en sucre et l'acidité durant l'entreposage à 1 et 8 °C, mais ralentit le ramollissement des abricots et limite la production d'éthylène, surtout avec une température d'entreposage élevée et un stade de maturité avancé à la récolte.

19095P-U04 (30 m x 530 µm x 20 µm), température du four 40 °C, détecteur FID, standard externe éthylène à 100 ppm).

### Analyses physico-chimiques

La couleur des fruits (composante «a\*») a été déterminée sur la face non colorée de chaque fruit à l'aide d'un colorimètre (Chromamètre CR-400, Minolta). La fermeté a été mesurée avec un appareil Durofel muni d'un embout de 0,1 cm<sup>2</sup> sur les deux faces opposées de chaque abricot (Giraud-Technologie, SETOP) et exprimée en indice Durofel (ID10). Cinq fruits par échantillon ont ensuite été réduits en purée au robot mixeur avec centrifugeuse pour les analyses de teneur en sucre et d'acidité. La teneur en sucre (°Brix) a été mesurée au réfractomètre (ATAGO, modèle PR-1) et l'acidité (meq/100g MF) déterminée par titration (titrimètre Metrohm, 7195, Titrino).

### Analyses statistiques

Les analyses de variance ont été réalisées à l'aide du logiciel XLSTAT 2011.

## Résultats et discussion

### Production d'éthylène

La production d'éthylène augmente durant la maturation des abricots puis diminue dans la phase de sénescence. Afin de mesurer précisément les différentes phases de la crise climactérique, la teneur en éthylène a été analysée sur les mêmes lots à intervalles réguliers durant toute la période d'entreposage. Les résultats montrent que la température d'entreposage est le principal facteur qui a influencé la production d'éthylène, suivie du stade de maturité à la récolte puis du traitement au 1-MCP (fig. 1). Le tableau 1 indique les valeurs maximales d'éthylène mesurées durant l'entreposage. A 1°C, les abricots Goldrich cueillis mûrs ont commencé à produire de l'éthylène après 35 jours d'entreposage avec une valeur maximale de 3,7 µg/kg/h, alors qu'à 20°C, le pic de production était déjà atteint après trois jours avec une teneur maximale de 139,4 µg/kg/h. L'influence de la température d'entreposage sur la produc-

tion d'éthylène a également été observée sur les abricots Orangered® (fig. 1b et tabl. 1), mais avec un dégagement d'éthylène à 8°C comparable à celui observé à 1°C.

L'effet du stade de maturité à la récolte sur la production d'éthylène est surtout visible à 20°C: à cette température, la crise climactérique des fruits récoltés verts a démarré trois à quatre jours après celle des fruits cueillis mûrs (fig. 1). Cet effet était plus faible pour les fruits entreposés à 8°C et nul pour ceux conservés à 1°C.

Le traitement 1-MCP n'a eu aucune influence sur la production d'éthylène des abricots Orangered® et Goldrich entreposés à 1°C et 8°C, indépendamment du stade de maturité à la récolte (fig. 1a et 1b). Par contre, durant la shelf-life à 20°C, les abricots traités au 1-MCP ont produit moins d'éthylène que les fruits témoins, comme l'indique la figure 2 pour la variété Goldrich. Le

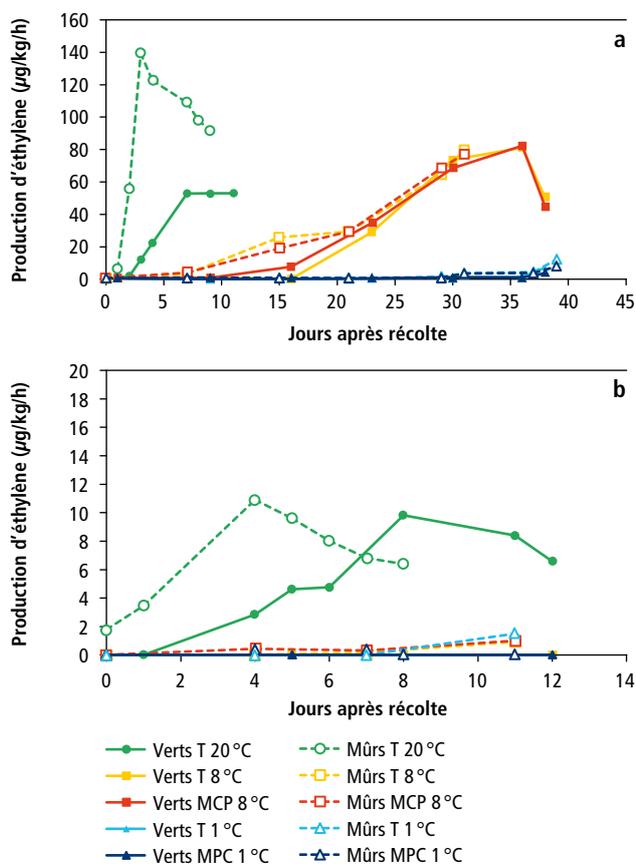


Figure 1 | Influence du traitement au 1-MCP (T: non traité, MCP: traité), de la température d'entreposage (1, 8 et 20°C) et du stade de maturité à la récolte («vert» et «mûr») sur la production d'éthylène des abricots de la variété a: Goldrich et b: Orangered® (2013).

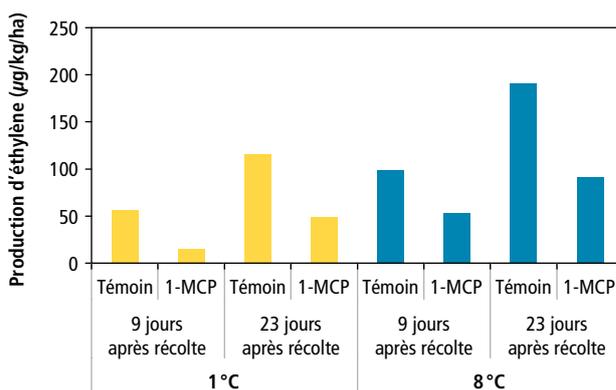


Figure 2 | Influence du traitement au 1-MCP sur la production d'éthylène des abricots Goldrich récoltés au stade de maturité «mûr» et entreposés durant 9 et 23 jours à 1 et 8°C et durant deux jours à 20°C (2013).

Tableau 1 | Teneurs maximales d'éthylène des abricots Goldrich et Orangered® récoltés aux stades de maturité «vert» et «mûr», traités et non traités au 1-MCP et entreposés à 1, 8 et 20°C (2013)

| Stade de maturité | Température d'entreposage | Variante | Goldrich | Orangered® |
|-------------------|---------------------------|----------|----------|------------|
| Vert              | 20°C                      | Témoin   | 53,1     | 9,8        |
|                   |                           | 1-MCP    | 68,5     | 0,0        |
|                   | 8°C                       | Témoin   | 73,6     | 0,0        |
|                   |                           | 1-MCP    | 1,2      | 0,0        |
|                   | 1°C                       | Témoin   | 1,0      | 0,0        |
|                   |                           | 1-MCP    | 3,5      | 0,4        |
| Mûr               | 20°C                      | Témoin   | 139,4    | 10,9       |
|                   |                           | 1-MCP    | 77,2     | 1,0        |
|                   | 8°C                       | Témoin   | 79,6     | 0,9        |
|                   |                           | 1-MCP    | 3,5      | 0,4        |
|                   | 1°C                       | Témoin   | 3,7      | 1,5        |
|                   |                           | 1-MCP    | 3,5      | 0,4        |

1-MCP fixé sur les récepteurs de l'éthylène retarde le démarrage de la crise climactérique des abricots exposés à la température ambiante, un effet également démontré par Botondi *et al.* (2003) et Fan *et al.* (2000) sur les variétés 'Ceccona', 'San Castrese' et 'Perfection'.

### Fermeté

La fermeté est liée à la maturation des abricots. Elle diminue après la récolte et constitue souvent un facteur limitant pour l'entreposage, le conditionnement et la commercialisation des fruits. Selon Bony *et al.* (2005), le

**Tableau 2 | Influence du traitement 1-MCP et de la durée de stockage sur la fermeté des abricots Orangered® récoltés aux stades de maturité «vert», «tournant» et «mûr» et entreposés à 1 et 8 °C (2014)**

| Entreposage à 1 °C  |        |       |          |       |        |       |
|---------------------|--------|-------|----------|-------|--------|-------|
| Jours après récolte | Vert   |       | Tournant |       | Mûr    |       |
|                     | Témoin | 1-MCP | Témoin   | 1-MCP | Témoin | 1-MCP |
| 0                   | 78,8   |       | 77,9     |       | 74,3   |       |
| 6                   | 70,3   | 71,5  | 69,6     | 68,2  | 63,5   | 68,5  |
| 9                   | 67,1   | 64,1  | 67,3     | 67,3  | 63,4   | 63,8  |
| 12                  | 65,7   | 68,9  | 61,0     | 65,5  | 59,1   | 58,6  |
| Traitement          | ns     |       | ns       |       | ns     |       |
| Durée stockage      | **     |       | **       |       | **     |       |
| Entreposage à 8 °C  |        |       |          |       |        |       |
| Jours après récolte | Vert   |       | Tournant |       | Mûr    |       |
|                     | Témoin | 1-MCP | Témoin   | 1-MCP | Témoin | 1-MCP |
| 0                   | 78,8   |       | 77,9     |       | 74,3   |       |
| 6                   | 69,5   | 70,9  | 67,1     | 66,2  | 56,8   | 64,7  |
| 9                   | 65,0   | 63,4  | 55,5     | 63,8  | 49,5   | 60,9  |
| Traitement          | ns     |       | *        |       | **     |       |
| Durée stockage      | **     |       | **       |       | *      |       |

\*Significatif à  $p < 0,05$ , \*\* significatif à  $p < 0,0001$ , ns: non significatif.

**Tableau 3 | Influence du traitement au 1-MCP et de la durée de stockage sur la fermeté des abricots Goldrich récoltés à trois stades de maturité («vert», «tournant» et «mûr») et entreposés à 1 et 8 °C (2014)**

| Entreposage à 1 °C  |        |       |          |       |        |       |
|---------------------|--------|-------|----------|-------|--------|-------|
| Jours après récolte | Vert   |       | Tournant |       | Mûr    |       |
|                     | Témoin | 1-MCP | Témoin   | 1-MCP | Témoin | 1-MCP |
| 0                   | 82,1   |       | 77,6     |       | 65,5   |       |
| 7                   | 82,1   | 77,7  | 74,8     | 76,9  | 66,8   | 71,0  |
| 14                  | 73,8   | 75,9  | 73,9     | 74,8  | 64,1   | 69,2  |
| 21                  | 78,6   | 75,6  | 73,6     | 74,6  | 65,1   | 68,1  |
| 28                  | 74,0   | 75,1  | 72,4     | 71,4  | 63,8   | 64,5  |
| Traitement          | ns     |       | ns       |       | *      |       |
| Durée stockage      | **     |       | *        |       | *      |       |
| Entreposage à 8 °C  |        |       |          |       |        |       |
| Jours après récolte | Vert   |       | Tournant |       | Mûr    |       |
|                     | Témoin | 1-MCP | Témoin   | 1-MCP | Témoin | 1-MCP |
| 0                   | 82,1   | 82,1  | 77,6     |       | 65,5   |       |
| 7                   | 72,5   | 73,5  | 66,1     | 73,6  | 57,0   | 68,9  |
| 14                  | 67,0   | 71,1  | 61,6     | 64,1  | 55,2   | 60,6  |
| 21                  | 67,6   | 69,4  | 62,0     | 62,4  | nd     | nd    |
| Traitement          | *      |       | *        |       | **     |       |
| Durée stockage      | **     |       | **       |       | *      |       |

\*Significatif à  $p < 0,05$ , \*\* significatif à  $p < 0,0001$ , ns: non significatif.

niveau de fermeté des abricots souhaité par les consommateurs se situe autour de 40 à 50ID<sub>10</sub>. Le suivi de ce paramètre lors de l'entreposage est donc important.

Selon les résultats de cet essai, le stade de maturité au moment de la récolte, la température et la durée d'entreposage influencent l'évolution de la fermeté (tabl. 2 et 3). Comme attendu, les fruits cueillis au stade de maturité «vert» ont une fermeté plus élevée et un ramollissement plus lent durant l'entreposage que les abricots cueillis à des stades plus avancés («tournant» ou «mûr»). La fermeté des Goldrich et Orangered® cueillis verts n'est jamais descendue au-dessous de 50ID<sub>10</sub> durant l'entreposage à 1 et 8°C et seule une période de shelf-life a permis d'obtenir un ramollissement suffisant pour les fruits de cette maturité (données non montrées).

Réduire la température d'entreposage de 8 à 1°C a permis de limiter plus efficacement la perte de fermeté des abricots Orangered® et Goldrich (tabl. 2 et 3). La perte moyenne des abricots testés dans cet essai était de 0,7 (Goldrich) et 2,3 (Orangered®) ID<sub>10</sub> par jour à 8°C. En abaissant la température d'entreposage à 1°C, la perte de fermeté a été réduite de moitié. Un effet comparable avait été observé dans une précédente étude menée sur ces deux variétés (Gabioud *et al.* 2013). Un entreposage à près de 0°C est d'ailleurs souvent recommandé pour prolonger la durée de vie des abricots après la récolte (Manolopoulou *et al.* 1999; Stanley *et al.* 2009). Les abricots Orangered® ont ainsi pu être entreposés durant douze jours à 1°C, contre seulement neuf jours à 8°C (tabl. 2). Pour les abricots Goldrich, l'entreposage à 1°C a permis de prolonger leur durée de vie d'une semaine par rapport à 8°C (tabl. 3).

L'influence du traitement au 1-MCP sur l'évolution de la fermeté des abricots durant l'entreposage s'est surtout manifestée à 8°C, pour les deux variétés testées (tabl. 2 et 3). A 1°C, le traitement au 1-MCP n'a pas amélioré significativement le maintien de ce paramètre durant l'entreposage, sauf pour les abricots Goldrich cueillis mûrs. A 8°C, en revanche, il a permis de limiter le ramollissement des fruits indépendamment du stade de maturité à la récolte. A 20°C, l'influence du traitement 1-MCP sur la fermeté devient encore plus évidente (tabl. 4). Il est admis que la perte de fermeté des fruits est un processus de maturation influencé par l'éthylène (Lelièvre *et al.* 1997). Le retardement du ramollissement et de la crise climactérique observé dans nos essais durant la shelf-life confirment son rôle dans l'évolution de la fermeté des abricots. Fan *et al.* (2000) ont obtenu des résultats similaires avec la variété 'Perfection'. Néanmoins, ce ramollissement n'est pas exclusivement lié à l'éthylène, comme le montrent nos essais d'entreposage

à 1°C: à cette température, la production d'éthylène est fortement inhibée mais la fermeté diminue quand même. D'autres paramètres influencent donc la perte de fermeté des abricots notamment, selon Bony (2003), des facteurs en lien avec la déshydratation des fruits.

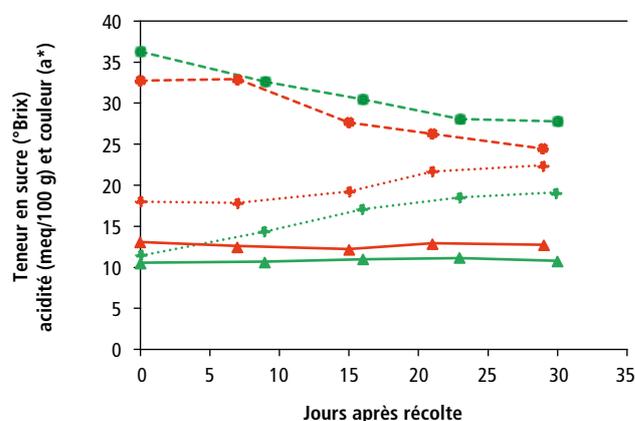
#### Teneur en sucre, acidité et couleur

Comme la fermeté, la teneur en sucre, l'acidité et la couleur des abricots Orangered® et Goldrich dépendent fortement du stade de maturité à la récolte. Les abricots récoltés verts sont en effet moins sucrés, plus acides et leur couleur moins jaune orangé que celle des fruits cueillis mûrs. A l'exemple de la variété Goldrich (fig. 3), la teneur en sucre est fixée au moment de la récolte et n'évolue quasiment pas durant l'entreposage. Une légère augmentation peut être observée, mais elle résulte de la perte en eau. En conséquence, le traitement au 1-MCP n'a aucun effet sur ce paramètre puisqu'il n'est pas lié à l'évolution des fruits lors du stockage (tabl. 4). L'enrichissement en sucre des abricots, assuré sur l'arbre par le transport des assimilats produits dans les feuilles par la photosynthèse, ne peut pas être influencé par des méthodes de conservation (Lichou & Jay, 2012).

L'acidité, quant à elle, diminue durant l'entreposage sous l'effet de la respiration des fruits. Cette perte varie

**Tableau 4 | Influence du traitement 1-MCP sur la fermeté des abricots Goldrich et Orangered® durant la shelf-life (2013 et 2014)**

|         | Goldrich |       | Orangered® |          |
|---------|----------|-------|------------|----------|
|         | 2013     | 2014  | 2013       | 2014     |
| 1-MCP   | 62,5     | 64,3  | 68,8       | 59,0     |
| Témoin  | 55,3     | 62,3  | 60,1       | 55,8     |
| p-value | < 0,0001 | 0,002 | < 0,0001   | < 0,0001 |



**Figure 3 | Evolution de la teneur en sucre, de l'acidité et de la couleur des abricots Goldrich récoltés aux stades de maturité «vert» et «mûr» et entreposés à 8°C (2013).**

en fonction de la variété, du stade de maturité à la récolte et de la durée d'entreposage. Ainsi, Goldrich, une variété à haute valeur d'acidité (environ 35 méq/100g), voit sa teneur diminuer en moyenne de 10 méq/100g durant l'entreposage (fig. 3), tandis qu'Orangered®, qui en contient moins (environ 20 méq/100g à la récolte), ne subit qu'une perte moyenne de 4–5 méq/100g. L'acidité est principalement déterminée par le stade de maturité à la récolte et le traitement au 1-MCP n'influence pas significativement ce paramètre durant l'entreposage à 1 et 8 °C pour les variétés examinées (tabl. 5).

**Tableau 5 | Influence du traitement au 1-MCP sur les paramètres physico-chimiques des abricots Orangered® et Goldrich analysés en 2013 et 2014**

|                             | Orangered® |      | Goldrich |      |
|-----------------------------|------------|------|----------|------|
|                             | 2013       | 2014 | 2013     | 2014 |
| Fermeté (ID <sub>10</sub> ) | *          | **   | **       | **   |
| Teneur en sucre (°Brix)     | ns         | ns   | ns       | ns   |
| Acidité (meq/100 g)         | ns         | ns   | ns       | ns   |
| Couleur (a)                 | ns         | ns   | *        | ns   |

\*Significatif à  $p < 0,05$ , \*\* significatif à  $p < 0,0001$  et ns: non significatif.

La couleur de fond orangée apparaît sous l'effet de la dégradation de la chlorophylle. Cette dégradation étant liée à la maturation, la couleur évolue donc durant l'entreposage (Lichou et Jay 2012). Ces essais confirment l'influence du stade de maturité à la récolte sur la couleur et montrent que l'effet du traitement au 1-MCP et de la température d'entreposage varie en fonction de la variété et de l'année, ce qui sous-entend que tous les paramètres contrôlant la dégradation de la chlorophylle ne sont pas encore identifiés.

## Conclusions

- Pour limiter efficacement la production d'éthylène et le ramollissement des abricots Goldrich et Orangered®, il convient de les entreposer à 1 °C.
- L'effet du traitement au 1-MCP se manifeste principalement durant la shelf-life à 20 °C par un ralentissement du ramollissement des abricots.
- La vitesse de ramollissement des fruits cueillis «mûrs» reste plus élevée que celle des fruits cueillis «verts», même avec un traitement au 1-MCP.
- La teneur en sucre est déterminée au moment de la récolte et n'est influencée ni par la durée d'entreposage, ni par le traitement au 1-MCP. ■

## Remerciements

Les auteurs remercient Agrofresh pour le support financier de ce projet, ainsi que Fanny Legrand, Marielle Lucas et Adeline Maurer, qui ont contribué à la réalisation des essais.

## Bibliographie

- Blankenship S. M. & Dole J. M., 2003. 1-Methylcyclopropene: a review. *Postharvest Biol. Tec.* **28**, 1–25.
- Bony P., 2003. Evolution post-récolte de l'abricot: l'éthylène, un critère expérimental de maturité. *Infos-CTIFL* **191**, 24–28.
- Bony P., Lichou J., Jay M., Lespinasse N. & Aubert C., 2005. L'entreposage de l'abricot: étape cruciale dans l'évolution de la qualité gustative. *Infos-CTIFL* **211**, 22–27.
- Botondi R., Desantis D., Bellincontro A., Vizovitis K. & Mencarelli K., 2003. Influence of Ethylene Inhibition by 1-Methylcyclopropene on Apricot Quality, Volatile Production and Glycosidase Activity of Low- and High-Aroma Varieties of Apricots. *J. Agric. Food Chem.* **51**, 1189–1200.
- CTIFL. L'éthylène et les produits volatils. Fiche technique «qualité après récolte et emballages». Adresse: <http://www.fruits-et-legumes.net> [6 juillet 2015].
- Dong L., Lurie S. & Zhou H. W., 2002. Effect of 1-methylcyclopropene on ripening of 'Canino' apricots and 'Royal Zee' plums. *Postharvest Biol. Tec.* **24**, 135–145.
- Fan X., Argenta L. & Mattheis J. P., 2000. Inhibition of ethylene action by 1-methylcyclopropene prolongs storage life of apricots. *Postharvest Biol. Tec.* **20**, 135–142.
- Gabioud Rebeaud S., Cotter P.-Y., Siegrist J.-P. & Christen D., 2013. Influence de la température et de l'atmosphère modifiée sur la qualité des abricots. *Revue suisse Vitic., Arboric., Hortic.* **45** (3), 168–173.
- Manolopoulou H. & Mallidis C., 1999. Storage and processing of apricots. *Acta hortic.* **488**, 567–576.
- Lelièvre J.-M., Latche A., Jones B., Bouzayen M. & Pech J.-C., 1997. Ethylene and fruit ripening. *Physiol. Plant.* **101**, 727–739.
- Lichou J. & Jay M., 2012. Monographie de l'abricot. CTIFL, 558 p.
- Stanley J., Marshall M., Ogwaro J., Feng R., Wohlers M. & Woolf A., 2009. Postharvest storage temperature impacts significantly on apricot fruit quality. *Acta hortic.* **880**, 525–532.

**Summary**

**Influence of fruit maturity at harvest, storage temperature and 1-MCP treatment on quality of apricots**

Apricot ripening evolves quickly after picking, especially under the influence of ethylene. Various techniques are available to maintain fruit quality, including temperature reduction and 1-MCP treatment, an antagonist of ethylene. In this study, the influence of fruit maturity at harvest, storage temperature and 1-MCP treatment was assessed on ethylene production and quality parameters of two apricot varieties (Orangered® and Goldrich) during two consecutive years. The results show that maturity at harvest influences all the quality parameters evaluated in this study. Storing fruit at 1°C is more effective than 8°C to slow down ethylene production and losses of firmness. 1-MCP treatment does not influence sugar content and acidity during storage at 1 and 8°C but slows down apricot softening and ethylene production, especially when storage temperature is high and fruits are ripe at harvest.

**Key words:** apricot, 1-MCP, storage, ethylene, firmness, quality.

**Zusammenfassung**

**Beeinflussung der Qualität von Aprikosen durch Reifegrad, Temperatur und 1-MCP Behandlung**

Die Fruchtreife von Aprikosen entwickelt sich nach der Ernte rasch, insbesondere unter Einfluss von Ethylen. Es gibt verschiedene Techniken zur Verlangsamung der Qualitätsverminderung der Früchte, wie etwa Temperatursenkung und 1-MCP Behandlung, ein Ethylen-Antagonist. In der vorliegenden Studie sind über eine Dauer von zwei Jahren, der Einfluss von Reifegrad bei der Ernte, von Lagertemperatur und von der 1-MCP Behandlung auf die Ethylenproduktion und auf die physikalisch-chemischen Parameter von zwei Aprikosensorten (Orangered® und Goldrich) ausgewertet worden. Die Resultate zeigen, dass der Reifegrad bei der Ernte alle gemessenen Qualitätsparameter beeinflusst. Die Lagerung der Früchte bei einer Temperatur von 1°C hemmt die Ethylenproduktion stark und begrenzt wirksamer den Verlust der Festigkeit als bei 8°C. Die 1-MCP Behandlung beeinflusst den Säure- und Zuckergehalt während einer Lagerung von 1 oder 8°C nicht, verlangsamt aber das Erweichen der Aprikosen und begrenzt die Ethylenproduktion, insbesondere falls die Lagertemperatur hoch ist und der Reifegrad bei der Ernte fortgeschritten ist.

**Riassunto**

**Influenza dello stadio di maturità, della temperatura e del trattamento 1-MCP sulla qualità delle albicocche**

Dopo la raccolta, la maturazione delle albicocche evolve rapidamente, notoriamente sotto l'influenza dell'etilene. Per rallentare la degradazione della qualità dei frutti esistono differenti tecniche, tra cui la riduzione della temperatura e l'applicazione del trattamento 1-MCP (1-Methylcyclopropan) un antagonista dell'etilene. In questo studio è stata valutata per due varietà d'albicocche (Orangered® et Goldrich), per la durata di due anni, l'influenza della maturità, della temperatura dello stoccaggio e del trattamento 1-MCP sulla produzione di etilene e di altri parametri fisico-chimici. I risultati mostrano che lo stadio della maturazione al momento della raccolta influenza tutti i parametri della qualità. Lo stoccaggio dei frutti ad 1°C inibisce fortemente la formazione e la produzione di etilene e permette di limitare più efficacemente le perdite di fermezza che con 8°C. Il trattamento 1-MCP non influenza né il tenore di zucchero e neppure l'acidità; né con uno stoccaggio ad 1°C e neppure con uno stoccaggio ad 8°C, ma rallenta il rammollimento delle albicocche e limita la produzione di etilene, soprattutto con una temperatura di stoccaggio elevata e lo stadio di maturità alla raccolta avanzato.



**Pépinières  
viticoles**

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

- Grand choix de cépages.
- Divers clones et portes-greffe.
- Production de plants en pots et traditionnels.
- Machine pilotée par GPS, pose la barbut et le tuteur.





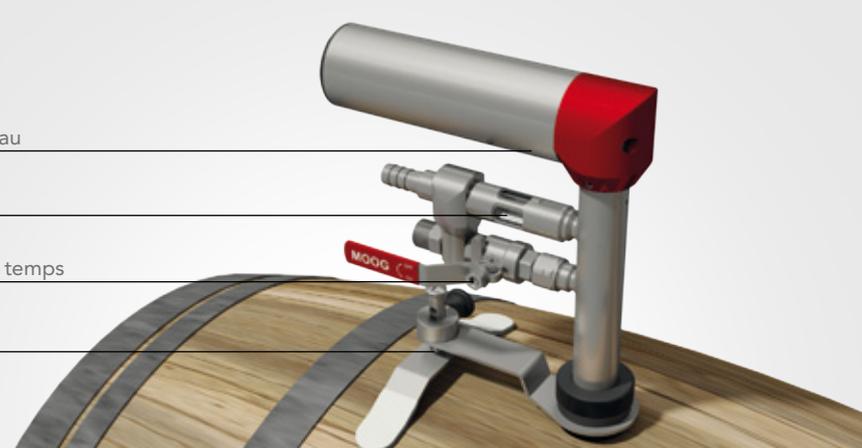
**Nettoyeurs de fûts  
de MOOG Cleaning Systems**

Entraînement électrique ou hydraulique à eau

Verre indicateur intégré

Nettoie le fût et aspire l'eau usée en même temps

Appui de fûts amélioré, réglable et stable



**Le nettoyeur de fûts par excellence sur le marché**

Visitez notre site Internet  
[www.moog.ch](http://www.moog.ch)

Visitez nous au salon AGROVINA  
**AGROVINA**  
CERM, MARTIGNY  
du 26 au 29 janvier 2016



**La pépinière romande à votre disposition**



**Europlant S.à.r.l.**

**Scions fruitiers**  
toutes espèces fruitières

hautes tiges  
arbres formés

**greffage sous contrat**

Présent à AGROVINA Stand 3215



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

# Production de framboises sur substrat: choix du volume du pot et du type de substrat

André ANÇAY et Christoph CARLEN, Agroscope, 1964 Conthey

Renseignements: André Ançay, e-mail: andre.ancay@agroscope.admin.ch, tél. +41 58 481 35 50, www.agroscope.ch



## Introduction

Près de 20 % des surfaces de framboises sont cultivées sur substrat en Suisse (FUS 2015) et ce mode de production est en pleine expansion. Un de ses principaux avantages est de permettre de programmer les cultures et de prolonger ainsi la période de production (Kriehoff 2011) – notamment de la variété Tulameen – pour répondre à la demande du marché. De plus, la culture sur substrat permet de s'affranchir des problèmes liés au plein champ, comme les maladies et la qualité des sols, de réduire les risques de gel et de garantir la stabilité du rendement (FUS 2007). La production annuelle de framboises sur substrat permet également d'améliorer le débourrement, le potentiel de rendement et le

calibre des fruits ainsi que la vitesse de cueillette. Toutefois, cette technique a des coûts de production élevés et exige de très bonnes connaissances techniques (Linnemannstöns 2008).

La production se déroule en deux phases. La première année, les plants sont élevés en pépinière (phase végétative) pour obtenir des tiges de 180 à 200 cm dites «long canes» avec des entre-nœuds les plus courts possible. Cette phase d'élevage a lieu chez le producteur ou chez des pépiniéristes spécialisés. Durant le courant de novembre, les plants sont préparés pour l'hivernage, qui s'effectue soit au frigo à températures négatives ( $-2^{\circ}\text{C}$ ), soit directement en pépinière. Dans ce cas, les plantes doivent être protégées du gel (Koester et Pritts 2004). La deuxième année, les plants sont mis en

culture, sous tunnel généralement, et la récolte intervient de mi-mai à fin août selon l'itinéraire de production choisi (FUS 2012).

La réussite économique de la production sur substrat dépend de la qualité des cannes utilisées, mais aussi du volume et de la qualité du substrat. Du point de vue pratique et économique, le producteur pourrait opter pour des pots plus petits, qui nécessitent moins de substrat et sont plus légers à déplacer. Toutefois, un volume de substrat réduit augmente le risque de stress hydrique.

La stabilité et la grande capacité de rétention d'eau de la tourbe en font le principal composant des substrats pour les petits fruits (Lieten *et al.* 2003). Cependant, son défaut est d'être non renouvelable et l'exploitation des tourbières constitue un problème écologique lié à une perte de biodiversité. Des alternatives à la tourbe ont ainsi été développées. Pour la framboise, des substrats à base d'écorces de pin ou de fibres de coco existent depuis plusieurs années sur le marché. Plus récemment, d'autres ont été développés à base de compost.

Agroscope a mis en place deux essais: le premier visait à déterminer le volume idéal des pots et le deuxième à évaluer l'impact des différents substrats sur le potentiel de rendement, la qualité et le calibre des fruits. Les substrats testés ont été choisis en tenant compte de leur coût et de l'impact écologique de leur production.

## Matériel et méthodes

### Production de framboises sur substrat

Les différents essais ont été mis en place au centre de recherche d'Agroscope à Conthey sous serre plastique.

La variété Tulameen a été choisie pour ses qualités agronomiques et gustatives, qui en font la référence pour la production de framboises sur substrat (Kempfer *et al.* 2001). Les plants pour les essais ont été produits par nos soins à Conthey: des plants mottés ont été mis en place en pépinière à mi-juin selon les directives du *Guide des petits fruits* (FUS 2012).

La fertilisation et l'irrigation sont assurées par deux goutteurs autorégulés d'un débit de 2 l/h. La fréquence des irrigations a été gérée par solarimètre, à raison de une à dix irrigations de deux à huit minutes par jour en fonction du volume des pots, du type de substrat, du développement des plantes et des conditions climatiques. Pour permettre aux substrats de se ressuyer et garantir ainsi une bonne aération des racines, les irrigations sont stoppées en fin de journée à partir de 18 h et reprennent le matin à 7 h. La fumure est identique

**Résumé** Ces dernières années, la production de framboises sur substrat s'est fortement développée en Suisse. Cette technique a un fort potentiel de production, mais sa réussite économique dépend de la qualité des plants et d'une gestion optimale de la culture. Le choix d'un substrat adapté et un bon volume des pots sont ainsi des facteurs déterminants. Les résultats d'Agroscope montrent que le rendement par pot et le calibre des fruits augmentent avec le volume de substrat à disposition des plantes. Dans cet essai, les pots de 10 l se sont révélés les plus adaptés à la production de framboises sur substrat. À côté des critères économiques, l'origine et l'impact environnemental de la production des substrats jouent un rôle déterminant dans le choix du producteur. Les essais ont montré que la tourbe ou les fibres de coco peuvent être remplacées sans péjorer le rendement et la qualité des fruits. En particulier, un substrat issu du compostage de débris de végétaux, de fibres de bois et de coco, produit en Suisse, semble très prometteur.

dans toutes les variantes, seule la fréquence et la durée des irrigations ont été adaptées afin d'avoir, dans tous les cas, un taux de drainage de 15 %. La fertigation en système ouvert est conduite selon les recommandations pour la culture des framboises sur substrat (FUS 2012). Pour l'essai sur le volume des pots, le substrat utilisé, spécifique pour la framboise, est à base de tourbe (< 50 %), de compost d'écorces, de fibres de bois et de coco.

Les plants pour ces essais ont été hivernés dans le tunnel pépinière à la fin de novembre, avec les tiges couchées sur les pots et recouvertes d'une double couche d'Agryl P17.

Début mars, les pots ont été placés dans le tunnel de production. Une densité de 3 pots/m linéaire a été adoptée dans le but d'avoir 6 tiges/m linéaire, la densité recommandée par Linnemannstøns (2009a) pour garantir un rendement optimal en gardant une vitesse de récolte élevée. La densité des tiges est identique en pépinière et en phase de production.

### Dispositif expérimental et statistique

#### Volume des pots

Le coût élevé des «long canes» est un facteur prépondérant dans les coûts de production de framboises sur

substrat. Si le producteur achète ses plants «long canes», leur prix dépend de l'origine, du mode d'hivernage et du volume du pot. Généralement, les plants sont livrés en pots de 2 l chez les producteurs au printemps. Sur le site de production, les plantes sont transplantées dans des pots de 10 l. Kopp *et al.* (2015) estiment les coûts engendrés par cette opération à 1 franc par pot. Pour les réduire, certains pépiniéristes proposent des «long canes» cultivées directement dans des pots de 3 ou 5 l qui n'auraient plus besoin d'être transplantées pour la production. Lorsque le producteur produit ses plants, le volume des pots agit sur le coût du substrat et les frais de manutention. Dans ce cas, le choix se porte plutôt sur des pots de 7,5 ou 10 l. Afin d'étudier le potentiel de production des «long canes» dans différents volumes de substrat, le rendement obtenu avec des pots de 3, 5, 7,5 et 10 l a été comparé, avec deux variantes pour le pot de 10 l: dans la première, les plantes ont été plantées directement dans le pot de 10 l et dans la seconde, des «long canes» élevées dans des pots de 2 l ont été transplantées dans les pots de 10 l. Les modalités détaillées de l'essai sont présentées dans le tableau 1.

**Tableau 1 | Dispositif expérimental de l'essai volume des pots**

| Volume des pots          | Nombre de tiges par pot | Nombre de pots au m <sup>2</sup> | Durée irrigation (secondes) | Déclenchement solarimètre (wh/m <sup>2</sup> ) |
|--------------------------|-------------------------|----------------------------------|-----------------------------|--|
| 3 l                      | 2                       | 1,35                             | 120–240                     | 1600–750                                       |
| 5 l                      |                         |                                  | 120–360                     | 1600–850                                       |
| 7,5 l                    |                         |                                  | 120–420                     | 1600–950                                       |
| 10 l                     |                         |                                  | 120–480                     | 1600–1050                                      |
| Pots de 2 l puis de 10 l |                         |                                  | 120–480                     | 1600–1050                                      |



**Figure 1 | Substrat standard à base de tourbe.**

### Type de substrat

Dans cet essai ont été testés les principaux substrats commerciaux adaptés à la production de framboises. Les racines du framboisier étant très sensibles à l'asphyxie (Edin *et al.* 1999), seuls les substrats les plus drainants ont été pris en compte. Les substrats à base de tourbe blonde sont les plus utilisés pour la production de framboises en Suisse et en Allemagne; nous avons pris un substrat à base de tourbe de la firme Oekohum comme standard (fig. 1) dans notre essai. Le substrat à base de fibres de coco (fig. 2) a été retenu comme substrat le plus utilisé aux Pays-Bas. Comme il peut être compressé, il présente également l'avantage d'être plus économique pour le transport. Le substrat à base d'écorces de pin (fig. 3), très utilisé en France, est intéressant pour ses caractéristiques physico-chimiques et son prix. Les deux substrats sans tourbe à base de compost ont été choisis pour valoriser des produits élaborés dans la région.

Le tableau 2 présente les principales caractéristiques physico-chimiques des différents substrats. Pour cet essai, la durée et la fréquence des irrigations ont été modulées selon la capacité de rétention en eau des différents substrats, suivant les consignes présentées dans le tableau 3.



**Figure 2 | Substrat à base de fibres de coco.**



**Figure 3 | Substrat à base d'écorces de pin.**

Le dispositif expérimental des deux essais comportait quatre répétitions (bloc aléatoire complet).

Les différences des effets des procédés ont été calculées par analyse de variance (SigmaStat, SPSS), en utilisant le test de Fischer (LSD) lorsqu'elles étaient significatives.

### Mesures et observations

#### Rendement

Les fruits ont été récoltés trois fois par semaine et triés par appréciation visuelle sur leur aspect extérieur: couleur hétérogène, problèmes sanitaires, déformation. Les fruits déclassés ont été pesés et inscrits dans les déchets. Seuls les fruits commercialisables ont été pris en compte pour le calcul du rendement. Les fruits ont été récoltés en barquettes de 250g. Le poids moyen des fruits a été mesuré chaque semaine sur la récolte du mercredi, en pesant séparément 25 fruits prélevés au hasard.

#### Qualité analytique

Les paramètres qualitatifs analysés étaient la teneur en sucres et en acidité, mesurées dans des jus de framboises préparés au mixer. La teneur en sucres (exprimée en °Brix) a été évaluée au réfractomètre. L'acidité titrable (exprimée en g acide citrique/l) a été déterminée sur un échantillon de 10g à un pH final de 8,1 avec une solution 0,1 N de soude (NaOH) à l'aide du titrateur.

#### Qualité organoleptique

L'incidence des différents types de substrat sur les paramètres organoleptiques a été évaluée lors de dégustations organisées en 2014, à l'aide du test «2 sur 5» qui permet de détecter des différences avec un nombre restreint de dégustateurs (Lespinasse *et al.* 2002) et de déterminer de manière fiable les différences entre les variantes. Une assiette avec cinq framboises est déposée devant le dégustateur. Trois de ces fruits font partie d'une variante et les deux autres d'une autre variante. Le dégustateur doit trouver quelles framboises appartiennent à quel groupe.

## Résultats et discussion

#### Volume des pots

Le volume des pots a une incidence significative sur le rendement par pot (tabl.4) et sur le poids moyen des fruits (tabl.5).

De manière générale, le rendement et le poids des fruits augmentent avec le volume du substrat. Parmi les quatre variantes de pots comparées en 2012 et 2013, ceux de 3 et 5l ont fourni des rendements (tabl.4) et un calibre des fruits (tabl.5) significativement plus faibles que ceux de 7,5 ou 10l. Les rendements des pots de 3 et 5l étaient similaires et de 30 % inférieurs à ceux des pots de 10l pour les deux années d'essai. Boonen *et al.* (2012) ont observé la même tendance en culture

Tableau 2 | Caractéristiques physico-chimique des substrats testés

| Variante   | Composition du substrat   |
|--|---|
| Standard: substrat pour baies type framboisiers (Ækohum) | Substrat de référence pour la framboise en Suisse, composé de tourbe blonde (50 %), d'écorces de bois compostées (25 %), de fibres de coco et de perlite. Capacité de rétention de l'eau de 600 ml/l, pH de 5,5 et salinité de 0,3 mS/cm                      |
| Fibres de coco (Nucea)                                   | Fibres de noix de coco originaire du Sri Lanka. Renouvelable par son origine naturelle. Capacité de rétention de l'eau de 540 ml/l, pH de 5,8 et salinité de 0,3 mS/cm  |
| Ecorces de pin (Dumona)                                  | Ecorces de pin compostées de fraction 0–10 mm. Capacité de rétention de l'eau de 650 ml/l, pH de 5,1 et salinité de 0,2 mS/cm   |
| Substrat baies sans tourbe type I                        | Ecorces de conifères et débris de végétaux compostés (32 %), fibres de coco (38 %), fibres de bois (18 %) avec faible apport d'argile expansée concassée. pH de 6,0 et salinité de 0,4 mS/cm. Disponibilité en eau de 470 ml/l de substrat                    |
| Substrat baies sans tourbe type II                       | Ecorces de conifères et débris de végétaux compostés (30 %), fibres de coco (23 %), fibres de bois (21 %) avec apport de sable d'argile expansée et de glumes de riz. pH de 6,0 et salinité de 0,4 mS/cm. Disponibilité en eau d'environ 520 ml/l de substrat |

Tableau 3 | Dispositif expérimental de l'essai comparatif de substrats

| Variante    |                     | Nombre de tiges par pot/sac | Nombre de pots/sacs au m <sup>2</sup> | Durée irrigation (secondes) | Déclenchement solarimètre (wh/m <sup>2</sup> ) |
|-------------|---------------------|-----------------------------|---------------------------------------|-----------------------------|--|
| Pot de 10 l | Standard            | 2                           | 1,35                                  | 120–480                     | 1600–1050                                      |
|             | Fibres de coco      |                             |                                       | 120–240                     | 1600–7500                                      |
|             | Ecorces de pin      |                             |                                       | 120–420                     | 1600–9500                                      |
|             | Sans tourbe type I  |                             |                                       | 120–420                     | 1600–950                                       |
|             | Sans tourbe type II |                             |                                       | 120–400                     | 1600–900                                       |
| Sac de 10 l | Sac fibres de coco  |                             |                                       | 120–60                      | 1600–850                                       |

forcée de Tulameen aux Pays-Bas, avec un rendement de 1880 g par pot de 10 l contre 1661 g avec des pots de 5 l. La différence de rendement entre les pots de 7,5 litres et de 10 l a été significative trois années sur quatre (tabl. 4). Entre les deux variantes en pot de 10 l, le rendement de 1745 g obtenu avec les plants élevés en pots de 2 l en pépinière puis en pots de 10 l équivaut à celui obtenu par les plants en pots de 10 l. En moyenne des quatre années d'essai, les pots de 10 l ont permis un gain de rendement de 180 g par pot, une différence qui permet facilement de compenser le supplément de

coût du substrat, de l'ordre de 20 ct. par pot. Ce résultat confirme les observations de Poldervaart (2007), qui montrait que si l'on réduisait trop le volume des pots, le rendement et le calibre des fruits diminuaient.

Les rendements moyens des quatre années d'essai de 2,5 kg/m<sup>2</sup> pour la variante en pots de 10 l coïncident avec ceux de Krieghoff (2011), qui mentionne des rendements de 2,3 à 2,7 kg/m<sup>2</sup> selon les itinéraires de production.

Les différents volumes des pots n'ont pas influencé les paramètres qualitatifs des fruits que sont le taux de sucres ou l'acidité.

**Tableau 4 | Rendement en fruits commercialisables (g/pot) des différents volumes de pots selon l'année**

| Volume des pots          | Rendement par pot (g) |                    |                   |                   |                    |
|--------------------------|-----------------------|--------------------|-------------------|-------------------|--------------------|
|                          | 2012                  | 2013               | 2014              | 2015              | Moyenne            |
| 3 l                      | 946 <sup>b</sup>      | 1480 <sup>c</sup>  | –                 | –                 | 1213 <sup>c</sup>  |
| 5 l                      | 924 <sup>b</sup>      | 1510 <sup>c</sup>  | –                 | –                 | 1217 <sup>c</sup>  |
| 7,5 l                    | 1227 <sup>a</sup>     | 1920 <sup>b</sup>  | 1755 <sup>b</sup> | 1705 <sup>b</sup> | 1627 <sup>b</sup>  |
| 10 l                     | 1424 <sup>a</sup>     | 2128 <sup>a</sup>  | 1839 <sup>a</sup> | 1841 <sup>a</sup> | 1808 <sup>a</sup>  |
| Pots de 2 l puis de 10 l | 1414 <sup>a</sup>     | 2016 <sup>ab</sup> | –                 | –                 | 1715 <sup>ab</sup> |

Les valeurs suivies de la même lettre ne se distinguent pas significativement à P < 5% (Fischer LSD).

**Tableau 5 | Poids moyen des fruits (g/fruit) des différents volumes de pots selon l'année**

| Volume des pots          | Poids des fruits (g) |                   |                  |      |                   |
|--------------------------|----------------------|-------------------|------------------|------|-------------------|
|                          | 2012                 | 2013              | 2014             | 2015 | Moyenne           |
| 3 l                      | 4,0 <sup>b</sup>     | 4,2 <sup>bc</sup> | –                | –    | 4,1 <sup>b</sup>  |
| 5 l                      | 4,0 <sup>b</sup>     | 4,1 <sup>c</sup>  | –                | –    | 4,1 <sup>b</sup>  |
| 7,5 l                    | 4,2 <sup>a</sup>     | 4,4 <sup>ab</sup> | 4,1 <sup>b</sup> | 4,2  | 4,2 <sup>ab</sup> |
| 10 l                     | 4,2 <sup>a</sup>     | 4,6 <sup>a</sup>  | 4,4 <sup>a</sup> | 4,3  | 4,4 <sup>a</sup>  |
| Pots de 2 l puis de 10 l | 4,2 <sup>a</sup>     | 4,5 <sup>a</sup>  | –                | –    | 4,3 <sup>a</sup>  |

Les valeurs suivies de la même lettre ne se distinguent pas significativement à P < 5% (Fischer LSD).

**Tableau 6 | Rendement en fruits commercialisables (g/pot) et poids moyen des baies (g/fruit) des différents substrats selon l'année**

| Variante types de substrat | Rendement par pot (g) |                   |                   | Poids des fruits (g) |                   |                   |
|----------------------------|-----------------------|-------------------|-------------------|----------------------|-------------------|-------------------|
|                            | 2014                  | 2015              | Moyenne           | 2014                 | 2015              | Moyenne           |
| Standard                   | 1775 <sup>a</sup>     | 1763 <sup>a</sup> | 1769 <sup>a</sup> | 4,3 <sup>b</sup>     | 4,5 <sup>ab</sup> | 4,4 <sup>b</sup>  |
| Fibres de coco             | 1325 <sup>c</sup>     | 1521 <sup>b</sup> | 1423 <sup>b</sup> | 3,9 <sup>c</sup>     | 4,0 <sup>c</sup>  | 4,0 <sup>c</sup>  |
| Ecorces de pin             | 1595 <sup>b</sup>     | 1922 <sup>a</sup> | 1758 <sup>a</sup> | 4,2 <sup>b</sup>     | 4,1 <sup>c</sup>  | 4,2 <sup>bc</sup> |
| Sans tourbe type I         | 1514 <sup>b</sup>     | 1791 <sup>a</sup> | 1653 <sup>a</sup> | 4,5 <sup>a</sup>     | 4,0 <sup>c</sup>  | 4,3 <sup>b</sup>  |
| Sans tourbe type II        | 1726 <sup>a</sup>     | 1868 <sup>a</sup> | 1797 <sup>a</sup> | 4,5 <sup>a</sup>     | 4,7 <sup>ab</sup> | 4,6 <sup>a</sup>  |
| Sac fibres de coco         | 1644 <sup>ab</sup>    | 1761 <sup>a</sup> | 1656 <sup>a</sup> | 4,4 <sup>a</sup>     | 5,0 <sup>a</sup>  | 4,7 <sup>a</sup>  |

Les valeurs suivies de la même lettre ne se distinguent pas significativement à P < 5% (Fischer LSD).

### Comparaison de substrat

Sur les deux années d'essai, la composition des substrats a peu influencé le potentiel de rendement (tabl. 6). Seul le substrat à base de fibres de coco a eu en moyenne des deux années un rendement significativement plus bas, avec 1423 g par pot. Des deux substrats à base de compost, le type II (fig. 4) offre le rendement le plus intéressant, avec 1797 g en moyenne des deux années d'essai, soit le même rendement que le substrat standard, mais avec un calibre des fruits significativement plus élevé. Le rendement de la variante écorces de pin était significativement plus bas que la variante standard en 2014 mais, en moyenne des deux années, les différences s'estompent et ne sont plus significatives. En 2014, les variantes compost sans tourbe type I avec 1514 g et écorces de pin avec 1595 g se sont montrées significativement moins productives que la variante standard (1775 g) ou compost sans tourbe type II (1726 g). La variante avec fibres de coco en sac a eu un rendement significativement supérieur à la variante fibres de coco en pot mais, avec une moyenne de 1656 g sur la durée de l'essai, un rendement légèrement inférieur à celui de la variante standard de 1762 g, cette différence n'étant pas significative. Comparés aux différentes variantes de substrat en pot, les sacs de fibres de coco présentent plusieurs avantages: plus faciles à

manipuler et plus rapides à mettre en place, ils sont aussi moins volumineux, car les fibres sont compressées. Ils sont également plus intéressants si les «long canes» sont hivernées au frigo, car ils prennent moins de place dans les palox. Par contre, ce système est moins drainant que les pots, moins stable et risque donc plus facilement de verser en pépinière. Les sacs sont aussi un peu plus coûteux et plus difficiles à vider que les pots après la culture, des frais supplémentaires venant encore s'ajouter pour le recyclage du plastique.

Linnemannstöns (2009b) indique dans son étude économique que, pour que la production de framboises sur substrat soit rentable, le rendement doit être au minimum de 1300g par plante. Il mentionne, dans les différentes régions de production d'Allemagne, des rendements de 1200 à 1900g par plante (2 tiges par plante) en fonction des systèmes de culture. Les résultats obtenus avec les différentes variantes dans nos essais se situent dans cette fourchette.

Sur la moyenne des deux ans d'essai, les sacs de fibres de coco sont ceux qui ont produit les fruits les plus gros (tabl. 6), avec un poids moyen de 4,7g, suivis de la variante compost type II, avec 4,6g. Les fruits des autres variantes ont un calibre significativement plus faible, les plus petits provenant du substrat à base de fibres de coco en pot.

Les différents types de substrat n'ont pas influencé significativement les paramètres qualitatifs des fruits que sont le taux de sucres ou l'acidité (tabl. 7). Toutefois, les fruits produits sur fibres de coco tendent à être légèrement plus acides que les autres et ceux produits sur le substrat standard et compost type II ont tendance à être plus sucrés.

En 2014, au milieu de la période de récolte, 17 personnes ont participé à une dégustation de framboises produites sur les différents types de substrat. Cette dégustation, basée sur le test «2 sur 5», a montré que les différents substrats n'avaient aucune incidence sur la qualité gustative des framboises.



Figure 4 | Substrat sans tourbe à base de compost de type II.

La gestion de la fertigation, quant à elle, n'a pas posé de problèmes avec les différents substrats, car la durée et la fréquence des irrigations étaient adaptées à la capacité de rétention en eau des différents substrats. Les relevés d'électro-conductivité effectués dans les pots ou les sacs au niveau du drainage n'ont pas montré de différences significatives entre les différents procédés.

## Conclusions

- Les pots de 10l sont ceux qui conviennent le mieux à la production de framboises sur substrat.
- Les pots de 3, 5 et 7,5l sont trop petits et ont une incidence négative sur le rendement et le calibre des fruits.
- L'utilisation de substrats sans tourbe et renouvelables, tels que des fibres de coco, du compost, des fibres de bois ou des écorces de pin, n'a pas d'effet significatif sur le rendement et la qualité des fruits.
- Les substrats à base de compost sans tourbe constituent une alternative intéressante aux substrats à base de tourbe, en particulier le type II, qui a eu une incidence positive sur le calibre des fruits. ■

## Remerciements

L'auteur remercie les firmes Oekohum et Palmeco pour la mise à disposition des différents substrats, ainsi que M. Reto Rutishauser pour la planification des essais, de même que M<sup>mes</sup> Eliane Filliez, Marilou Epiney, Dominique Pavillard et Lucia Da Col Christen ainsi que Christophe Auderset pour leur précieuse collaboration aux très nombreuses mesures nécessaires à la réalisation de ce travail.

## Bibliographie

- Boonen M., Bylemans D. & Vandeput M., 2012. Proeftuin aardebeien en houtig kleinfruit «Jaarverslag 2012 Houtig kleinfruit» Sint-Truiden, 162 p.
- Edin M., Gaillard P. & Massardier Ph., 1999. Le framboisier. Editions Centre technique interprofessionnel des fruits et légumes, Paris, 208 p.
- FUS, 2007. Guide des petits fruits. Fruit Union Suisse, Zug, 137 p.
- FUS, 2012. Guide des petits fruits. Fruit Union Suisse, Zug, 149 p.
- Linnemannstöns L., 2008. Viability of the "Long canes" production of raspberries. *Fruiteelt nieuws* 21 (24), 20–21.
- Linnemannstöns L., 2009a. Terminkultur mit Long Canes im geschützten Anbau. 5. Bundesbeerenobstseminar 27.28.01.2009, Weinsberg Tagungsband, 67–70. ➤

Tableau 7 | Types de substrat et paramètres qualitatifs des fruits teneur en sucres et acidité. Moyenne de deux analyses par année

| Variante types de substrat | Teneur en sucres des fruits (°Brix) |      |         | Acidité (g acide citrique/l) |      |         |
|----------------------------|-------------------------------------|------|---------|------------------------------|------|---------|
|                            | 2014                                | 2015 | Moyenne | 2014                         | 2015 | Moyenne |
| Standard                   | 11,6                                | 10,6 | 11,1    | 22,4                         | 20,6 | 21,5    |
| Fibres de coco             | 10,6                                | 10,7 | 10,6    | 20,3                         | 16,9 | 18,6    |
| Ecorces de pin             | 10,6                                | 10,7 | 10,6    | 20,7                         | 17,6 | 19,1    |
| Sans tourbe type I         | 10,5                                | 10,3 | 10,4    | 23,0                         | 17,2 | 20,1    |
| Sans tourbe type II        | 10,8                                | 11,5 | 11,1    | 20,3                         | 19,8 | 20,1    |
| Sac fibres de coco         | 11,1                                | 11,3 | 11,2    | 21,6                         | 21,7 | 21,7    |

**Summary**

**Raspberry production on substrate: Influence of pot volume and substrate**

These days the raspberry production on substrate has grown strongly in Switzerland due to its high production potential. The economic success depends on the quality of seedlings and on optimal management of the crop. In this context, the use of a suitable substrate and an adapted pot volume are important factors. The results obtained in this project showed that the pot volume was very important for the berry yield and fruit size. For the raspberry production on substrate the assumed optimal pot volume is of 10 liters. For choosing a substrate, in addition to economic criteria, the origin and the environmental impact of its production has to be considered. Based on the tests carried out, alternatives exist to the use of peat or coconut fibers, without affecting negatively the yield and fruit quality. In particular, a substrate manufactured in Switzerland consisting of composted plant residues, wood and coconut fibers is very promising.

**Key words:** fruit weight and quality, raspberry, *Rubus idaeus* L., substrate production, yield.

**Zusammenfassung**

**Himbeerproduktion auf Substrat: Einfluss des Topfvolumens und des Substrats**

In den letzten Jahren hat die Himbeerproduktion auf Substrat in der Schweiz stark an Bedeutung gewonnen, da diese Produktionstechnik ein hohes Produktionspotenzial aufweist. Der wirtschaftliche Erfolg hängt von der Qualität der Setzlinge und einer optimalen Kulturführung ab. In diesem Zusammenhang spielt die Wahl eines geeigneten Topfvolumens und des Substrats eine entscheidende Rolle. Die in diesem Projekt erhaltenen Ergebnisse zeigen, dass das Topfvolumens für den Beerenertrag und die Fruchtgrösse von grösster Bedeutung ist. Für die Himbeerproduktion auf Substrat kann von einem optimalen Topfvolumen von 10l ausgegangen werden. Bei der Wahl der Substrate sind neben wirtschaftlichen Kriterien, auch die Herkunft und die Umweltauswirkungen bei deren Herstellung zu berücksichtigen. Aufgrund der durchgeführten Tests kann geschlossen werden, dass Alternativen zur Verwendung von Torf oder Kokosfasern bestehen, ohne den Ertrag und die Fruchtqualität negativ zu beeinflussen. Insbesondere ein in der Schweiz hergestelltes Substrat bestehend aus kompostierten Pflanzenresten, Holz- und Kokosfasern ist sehr vielversprechend.

**Riassunto**

**Produzione di lamponi su substrato: scelta del volume del vaso e del tipo di substrato**

Negli ultimi anni la produzione di lamponi su substrato in Svizzera si è fortemente sviluppata. Questa tecnica di produzione ha un importante potenziale di produzione, ma la sua riuscita economica dipende dalla qualità delle piante e da una gestione ottimale della coltura. In quest'ambito la scelta di un substrato adattato al giusto volume del vaso sono dei fattori determinati. I risultati ottenuti da Agroscope mostrano che più ampio è il volume di substrato a disposizione delle piante, più la resa per vaso e il calibro dei frutti sono elevati. Da questa prova scaturisce che i vasi del volume di 10 litri sono i più idonei per la produzione di lamponi su substrato. Per il produttore, al di là dei criteri economici, l'origine e l'impatto ambientale della produzione di substrati ricoprono un ruolo determinante nella scelta dello stesso. Le prove realizzate a Agroscope Conthey hanno mostrato che esistono delle alternative all'utilizzo della torba o delle fibre di cocco che non peggiorano la resa e la qualità dei frutti. In particolare il substrato prodotto in Svizzera, ottenuto dal compostaggio di scarti vegetali, di fibre di legno e di cocco, sembra essere molto promettente.

- Linnemannstons L., 2009b. Wirtschaftlichkeit der Produktion von Himbeeren mit "Long Canes". *Obstbau* 6, 338–340.
- Kempler C., Harding B. & Ehret D., 2002. Out-of-season raspberry production in British Columbia. *Acta Horticulturae* 585, 629–632.
- Koester K. & Pritts M., 2003. Greenhouse Raspberry Production Guide. Cornell University, Departement of Horticulture, Publication 23, 38 p.
- Kopp M., Ançay A., Berthod N., Dietiker D., Gilg R., Sandrini F., Schibli H., Thoss H. & Tischhauser M., 2014. Beerenkost 2014. Produktionskostenberechnung für Erd- und Strauchbeeren. Agridea 2015, Fichiers Excel sur CD.

- Kriehoff G., 2011. Himbeeranbau im Foliengewächshaus. *Schriftenreihe des LFULG* 21, 29 p.
- Poldervaart G., 2007. Effect of container size on production of raspberries. *Fruiteelt (den Haag)* 97 (15), 9–10
- Sonstebly A., Myrheim U., Heiberg N. & Heide O., 2009. Production of high yielding red raspberry long canes in a Northern climate. *Scientia Horticultura* 121, 289–297.

# VITICULTEURS HORTICULTEURS ARBORICULTEURS

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

Ne passez pas commande avant de nous demander une offre!

WWW.AGROVINA.CH



## AGROVINA

26-29 JANVIER 2016

Halle 22 - Stand 2210.1

### Jean-François Kilchherr

Grand-Rue 8 – 1297 Founex  
Tél. 022 776 21 86 – Fax 022 776 86 21  
Natel 079 353 70 52

# Irrigation goutte à goutte de la vigne



**NETAFIM<sup>™</sup> UniWine**  
HOW WINE YOUR LIFE

## Goutte à goutte PROFESSIONNEL

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

Pilotage et contrôle par sondes Watermark

Web

R<sub>2</sub>-Dx

Connecté GPRS - Wifi  
Communication radio

Présent à AGROVINA Stand 1408

**CCD SA**  
IRRIGATION

Chemin de l'Autoroute 5, 1926 FULLY  
Tél. 027 746 33 03 - Fax. 027 746 33 11  
[www.ccdsa.ch](http://www.ccdsa.ch) Mail : [ccdsa@bluewin.ch](mailto:ccdsa@bluewin.ch)

## Pépinières Ph. Borioli

### Partenaire de votre réussite

**Planter c'est prévoir!**  
Réservez l'assemblage idéal cépage - clone / porte-greffe  
Pieds de 30 à 90 cm



**Nouvel encépagement?**  
Vinifera ou Interspécifique, demandez nos conseils et services

**Raisins de table: votre nouvelle culture fruitière!**  
Choix de variétés adaptées à vos labels




**CH-2022 BEVAIX**  
Tél. 032 846 40 10 Fax 032 846 40 11  
E-mail: [info@multivitis.ch](mailto:info@multivitis.ch) [www.multivitis.ch](http://www.multivitis.ch)

# ELTEL SA

Entretien de zones naturelles  
Mobile 079 463 29 64  
[www.eltel-sa.ch](http://www.eltel-sa.ch)

## RENOUVELLEMENT DE VERGERS

- broyage de l'arbre et de la souche en un seul passage
- broyage des souches en tas

## PAILLE DES MARAIS

- balles, largeur 120 cm ou 60 cm
- paille compostée, prête à l'emploi



## Le livre Cépages

Principales variétés de vigne  
cultivées en Suisse

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

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

Réservez dès aujourd'hui votre livre Cépages:

AMTRA, Antoinette Dumartheray, route de Duillier 50, 1260 Nyon 1  
Tél. +41 79 659 48 31 [www.revuevitiarbohorti.ch](http://www.revuevitiarbohorti.ch)

Suisse 

**Plantes**

**Flours coupées**

**Bourse aux fleurs bernoise**

Vos plus grands marchés spécialisés pour plantes et fleurs coupées

**Nouveau point de vente à Heimberg!**

Berner Blumenbörsen – Löchliweg 27 – 3014 Berne  
Berner Blumenbörsen – Niesenstr. 22 – 3627 Heimberg

 **Blumig**  
**Besonders**  
**Beeindruckend**

**Votre partenaire pour la qualité**



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

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

Fraîcheur des arômes  
Finesse  
Neutralité  
Sécurité  
Pas de goût de bouchon



Présent à AGROVINA Stand 1806



**JEAN-PAUL GAUD SA**

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

[www.gaud-bouchons.ch](http://www.gaud-bouchons.ch)



Présent à AGROVINA Stand 1401

**DUVOISIN**  
Puidoux

Tracteurs **HOLDER** viticoles



Importateur - Vente - Réparation - Pièces détachées  
**DUVOISIN & Fils SA - Machines viticoles - 1070 Puidoux**  
Tél. 021 946 22 21 [duvoisin.puidoux@bluewin.ch](mailto:duvoisin.puidoux@bluewin.ch)

**PANECO TECH GMBH**

MACHINES ET INSTALLATIONS DE CAVE

PATRICK NEHER  
079 301 76 43

 **de franceschi**  
ADVANCED BEVERAGE EQUIPMENT WORLDWIDE

 **METALINOX**

Produits œnologiques

Présent à AGROVINA Stand 1107

[patrick.neher@panecotech.ch](mailto:patrick.neher@panecotech.ch) / [www.panecotech.ch](http://www.panecotech.ch)

# Minéralité du Chasselas: une notion sensorielle partagée par les professionnels?

Pascale DENEULIN<sup>1</sup>, Eve DANTHE<sup>1</sup>, Agnès MASSOL<sup>1</sup>, Guillaume LE BRAS<sup>2</sup>, Alexia JAUNIAU<sup>3</sup> et Yves LE FUR<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Changins | Haute Ecole de viticulture et œnologie, 1260 Nyon

<sup>2</sup>Institut œnologique de Champagne, 71640 Mellecey

<sup>3</sup>Centre des sciences du goût et de l'alimentation, AgroSup Dijon, 21065 Dijon

Renseignements: Pascale Deneulin, e-mail: pascale.deneulin@changins.ch, tél. +41 22 363 40 55, www.changins.ch



## Introduction

Les références à la minéralité sont de plus en plus courantes pour décrire la perception sensorielle d'un vin. Ce terme est plus fréquemment associé à des vins blancs produits en région septentrionale ou à certains cépages comme le Chardonnay (Ballester *et al.* 2013), le

Riesling (Douglas *et al.* 2001) ou le Sauvignon blanc (Green *et al.* 2011). En Suisse, de nombreux commentaires de dégustation font appel à la minéralité pour le Chasselas et, dans une moindre mesure, pour la Petite Arvine. Les deux commentaires qui suivent illustrent la diversité de cette perception, en se référant à des sensations à la fois olfactives et gustatives: «avec une

«touche minérale qui vient stimuler la finale», «déploie une finale finement minérale (pierre à fusil) et saline» (Guide Hachette des vins 2014).

Dans un précédent article, Deneulin *et al.* (2014) ont déjà mis en évidence la polysémie de ce terme. Ainsi, plusieurs sens et définitions ont été identifiés chez les consommateurs: la minéralité paraît associée au lieu où pousse la vigne, qui lui donne des odeurs et des arômes particuliers, dont les plus cités sont la pierre à fusil ou le silex. Les commentaires des professionnels comportent une dimension gustative plus importante sur l'acidité, la fraîcheur, la tension et la salinité, tout en évoquant des critères purement hédoniques tels que la finesse, l'élégance et la subtilité (Deneulin et Bavaud 2015).

L'étape suivante de ce projet est de déterminer s'il existe, en dehors des mots, une perception sensorielle commune de la minéralité. En d'autres termes, de voir si les professionnels tombent d'accord pour dire qu'un vin est le plus minéral parmi plusieurs. En effet, s'il est parfois difficile de mettre des mots sur des perceptions sensorielles, il pourrait s'avérer plus facile de noter le niveau de minéralité d'un vin. Cet article a pour objectif de mesurer le consensus qui peut s'établir entre des professionnels suisses et bourguignons sur l'image sensorielle de la minéralité dans le Chasselas. Il cherche également à voir s'il est possible de faire émerger deux groupes de vins significativement différents en termes de minéralité.

## Matériel et méthodes

### Choix des vins

L'étude a porté, pour la partie suisse (des expérimentations similaires ont été effectuées en France: Bourgogne, Savoie et Jura), sur le cépage Chasselas, jugé le plus représentatif de la minéralité et cultivé sur l'ensemble du vignoble de la zone étudiée. Quatre-vingts vins ont été sélectionnés afin de couvrir au mieux la diversité du cépage. Tous les vins étaient issus du millésime 2012 et répartis de manière équilibrée entre quatre des cantons romands (Vaud, Valais, Genève et Neuchâtel, auxquels s'ajoutait le Vully fribourgeois).

Une première sélection des vins a été faite sur plusieurs critères: cépage et millésime, mais également selon leur réputation de vins minéraux ou non minéraux en se basant sur les commentaires des guides techniques ou la connaissance des professionnels de la région. Ainsi, dix vins a priori «minéraux» et dix vins a priori «non minéraux» de chaque canton ont été choisis pour l'étude. Les vins ont été codés selon cette sélection avec le nom du canton puis «M» pour a priori minéral et «A» pour a priori autre que minéral suivi d'un numéro de 01 à 80.

**Résumé** Les commentaires de dégustation utilisent de plus en plus la notion de minéralité pour décrire les vins. Toutefois, la définition de ce facteur n'est pas fixée et s'appuie souvent sur des descripteurs sensoriels divers. Cet article vise à savoir si, au-delà de la définition, les professionnels arrivent à accorder leur perception sensorielle de la minéralité. 62 professionnels suisses et 19 professionnels bourguignons ont noté le niveau d'exemplarité de la minéralité de 80 Chasselas. Il apparaît que les jugements des professionnels suisses et français ne sont pas en opposition, bien qu'aucun vin ne fasse l'unanimité. La représentation sensorielle de la minéralité semble influencée par l'origine des experts, les dégustateurs genevois retrouvant plus de minéralité dans les Chasselas valaisans et les professionnels vaudois dans les vins de leur canton. Les professionnels bourguignons, bien que peu ou pas habitués à ce cépage, s'accordent avec les professionnels suisses sur cinq des sept vins jugés de bons exemples de minéralité.

### Dégustateurs

Afin de garantir la bonne représentativité du panel de professionnels, les dégustations ont été organisées dans chacun des cantons à raison de deux jours consécutifs permettant d'évaluer 2 x 40 vins. Les 62 professionnels qui ont ainsi pris part à l'étude entre avril et mai 2014 se répartissaient comme suit:

- 10 du canton de Genève;
- 22 du canton du Valais;
- 16 du canton de Neuchâtel;
- 14 du canton de Vaud.

Les Chasselas ont également été dégustés par 19 professionnels bourguignons afin d'étudier si la minéralité était perçue de manière identique dans une autre région viticole.

### Protocole de dégustation

Ce protocole consistait en une seule et unique question pour chacun des 80 vins:

*Imaginez que vous deviez expliquer à un ami ce qu'est la minéralité dans un vin. Pour lui expliquer, vous avez la possibilité de lui en faire déguster. Pour*

chaque vin qui vous est présenté, nous vous demandons de répondre à la question suivante:

*Considérez-vous que ce vin soit un bon ou un mauvais exemple pour expliquer à votre ami ce qu'est un vin «minéral»?*

Les dégustateurs devaient mettre une coche sur la ligne allant du moins bon exemple de minéralité à gauche au meilleur exemple de minéralité à droite (fig. 1). Ils pouvaient nuancer leur évaluation comme ils le souhaitaient.

Les vins ont été servis dans des verres INAO transparents (30ml) et rendus anonymes par un code à trois chiffres. L'ordre était différent pour chaque dégustateur et les vins servis l'un après l'autre (pas de possibilité de comparer) à une température de  $15 \pm 2^\circ\text{C}$ . Chaque personne ne dégustant pas le même vin au même moment, les échanges étaient limités voire inexistant. Chaque évaluation a ensuite été transcrite par une note allant de 0 (mauvais exemple) à 10 (bon exemple). Lors de la présentation préalable, l'attention des dégustateurs a été attirée sur le fait qu'un mauvais exemple de minéralité n'était pas synonyme de mauvais vin et qu'à l'inverse un très bon vin pouvait être non minéral.



Figure 1 | Echelle d'exemplarité utilisée pour évaluer le niveau de minéralité dans les vins.

## Résultats et discussion

### Cette étude poursuivait trois objectifs:

- mesurer le degré d'accord entre les professionnels sur la notion de minéralité;
- comparer les images sensorielles de la minéralité en fonction de la provenance des dégustateurs;
- sélectionner des vins contrastés en termes de minéralité afin de les décrire plus précisément. Cette description sensorielle fera l'objet d'un prochain article.

### Consensus entre dégustateurs professionnels

Chaque dégustateur a bien utilisé l'ensemble de l'échelle de notation de 0 à 10. Ainsi, la note minimale par dégustateur est comprise entre 0 et 0,8 (sauf pour un dégustateur valaisan dont la note minimale est de 3,5) et la note maximale entre 8,3 et 10 (sauf pour deux dégustateurs vaudois dont les notes maximales sont de 5,6 et 7,7). Chaque dégustateur a donc considéré au moins un ou plusieurs vins comme de bons exemples et à l'inverse un ou plusieurs vins comme de mauvais exemples de minéralité.

Aucun vin n'a fait l'unanimité et n'a été jugé minéral par l'ensemble des dégustateurs. En effet, la répartition des notes pour chacun des vins est illustrée par les boîtes à moustaches de la figure 2: 50 % des notes sont contenues dans la boîte, puis 25 % dans chacune des «moustaches» (trait pointillé au-dessus et au-dessous).

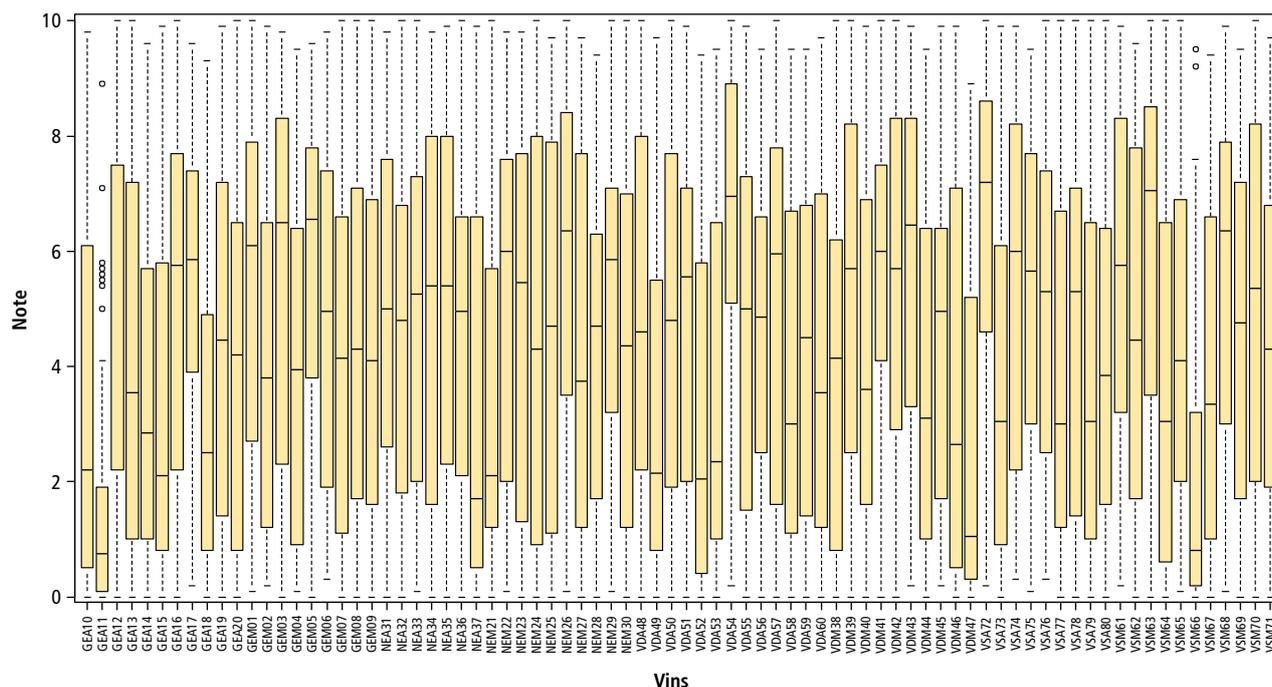


Figure 2 | Boîtes à moustaches illustrant la diversité des notes attribuées par les professionnels suisses pour chacun des vins.

sous). Nous voyons qu'aucun vin ne recueille un consensus parfait, chaque vin ayant obtenu des notes allant de 0 à 9 ou 10. Il n'existe donc pas de vin parfaitement représentatif d'une forte minéralité pour tous les professionnels.

Ceci montre que la minéralité a plusieurs définitions (Deneulin *et al.* 2014) mais aussi plusieurs représentations sensorielles que le dégustateur (re)cherche à reconnaître dans les vins.

### Bipolarisation entre vins minéraux et non minéraux

La deuxième étape consiste à isoler deux groupes de vins fortement contrastés en termes de minéralité, selon la majorité des dégustateurs. Ordonnés selon leur moyenne d'exemplarité, les vins se répartissent dans un continuum allant des mauvais exemples (moyenne de 1,6/10) aux bons exemples de minéralité (moyenne maximale de 6,6/10) (fig. 3). Parmi ces derniers, deux vins semblent se distinguer avec des notes supérieures à 6. L'accord limité obtenu entre les dégustateurs ne permet pas d'avoir des moyennes supérieures à 6,6.

Une comparaison deux à deux des moyennes permet de distinguer un groupe de sept vins (VDA54, VSA72, VSM63, NEM26, VDM43, VSM68 et GEM05) parmi les plus minéraux avec des moyennes allant de 5,7 à 6,58. Pour les vins les moins minéraux, il s'agissait de ne

conserver que des vins sans défauts œnologiques et sans caractéristiques particulières (boisé par exemple) pour éviter d'opposer vins minéraux à vins défectueux ou atypiques. Ainsi, les vins ont été dégustés à nouveau et les sept vins considérés comme les moins minéraux sont mentionnés en bleu dans la figure 3 (VSA79, VDA60, GEM04, VDA53, GEA14, NEM21 et VDA52). Leurs notes se répartissent de 3,14 à 4. Ces deux groupes de vins se distinguent significativement en termes de minéralité. Il est intéressant de constater que les quatre cantons sont représentés dans les «bons» comme dans les «mauvais» exemples de vins minéraux.

Dans le cadre du projet Interreg, ces 14 vins ont été analysés sensoriellement afin d'identifier les descripteurs sensoriels spécifiques à chacun des deux groupes. Ce volet de l'étude fera l'objet d'un prochain article.

### Minéralité et origine des dégustateurs

Il est intéressant de regarder si la perception sensorielle de la minéralité est la même chez les professionnels de chaque canton. Les dégustateurs ont donc été répartis en fonction de leur provenance et de nouvelles moyennes ont été calculées (tabl. 1).

Pour les dix professionnels genevois, les cinq vins les plus minéraux sont des vins du Valais. Le vin le plus minéral obtient une note moyenne de 7,52. Ces profes-

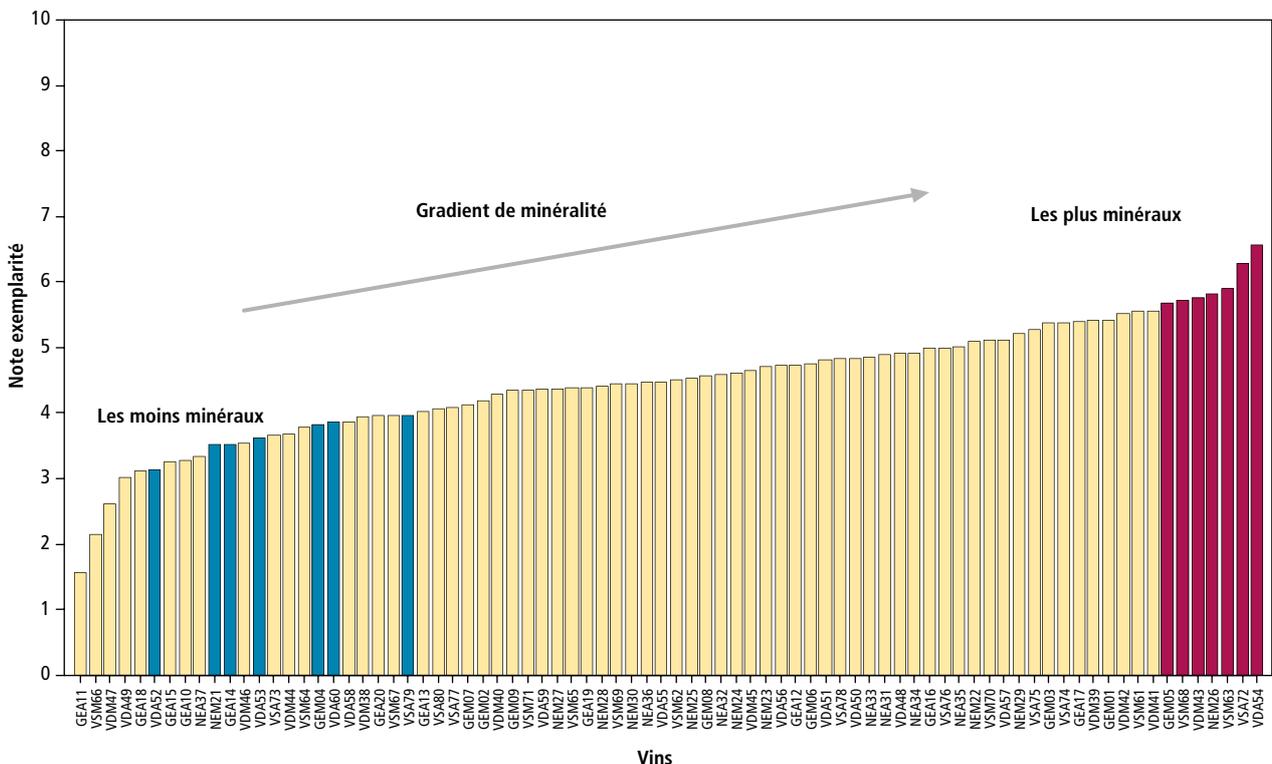


Figure 3 | Gradient d'exemplarité de la minéralité selon les dégustateurs suisses. En rouge, les sept vins les plus minéraux et, en bleu, les sept vins les moins minéraux exempts de défauts ou de caractéristiques particulières.

sionnels étaient d'avis que la minéralité n'est pas une caractéristique majeure des vins de Genève, mais plutôt des vins valaisans, ce qui se retrouve dans leurs notations d'exemplarité.

Les 16 professionnels neuchâtelois, après quatre des vins les plus minéraux selon l'ensemble (bonne similitude avec l'évaluation globale), ont choisi ensuite trois vins de Genève. Le vin le plus minéral reste un vin de Neuchâtel/Vully fribourgeois (NEM26 avec une moyenne de 7,16).

Pour les 14 professionnels vaudois, les six vins les plus minéraux sont des vins du canton de Vaud situés à l'est de Lausanne et plus précisément sur les appellations Chardonne (deux vins), Saint-Saphorin, Lavaux, Dézaley ou encore Aigle. Ceci corrobore le fait que la minéralité est un descripteur souvent utilisé dans ce canton notamment pour décrire les vins de ces régions. Pour autant, le vin le plus minéral à l'issue du consensus général (vin vaudois VDA54 en appellation La Côte) n'obtient qu'une note moyenne de 4,95 (rang 18) et les deux vins valaisans VSA72 et VSM68, jugés minéraux par l'ensemble, des notes respectives de 4,3 et 4,1. Les notes moyennes restent relativement faibles avec 6,14

comme moyenne la plus haute. Ainsi, les dégustateurs vaudois ont décelé moins de minéralité que les autres professionnels dans les vins proposés, notamment par le fait que deux d'entre eux n'ont pas mis de notes très élevées (maximums de 5,6 et 7,7).

Pour les vingt-deux professionnels valaisans, tous les cantons sont représentés parmi les sept vins les plus minéraux. Il existe une bonne similitude avec le consensus général, qui s'explique aussi par le fait que leur groupe représente un tiers des dégustateurs totaux.

Il est ensuite intéressant de regarder si le clivage entre les sept vins minéraux et les sept vins non minéraux est similaire dans tous les cantons. La figure 4a illustre les moyennes des sept vins les plus minéraux pour chacun des cantons. Seuls les professionnels du canton de Vaud ont attribué des notes inférieures à trois des sept vins (VDA54, VSA72 et VSM68). Concernant les moins bons exemples de minéralité (fig.4b), seule une moyenne dépasse la note de 5. Les professionnels valaisans ont attribué une moyenne de 5,45 au fendant valaisan VSA79. Ainsi, globalement, il existe bien deux bipôles, indépendamment de la provenance des professionnels.

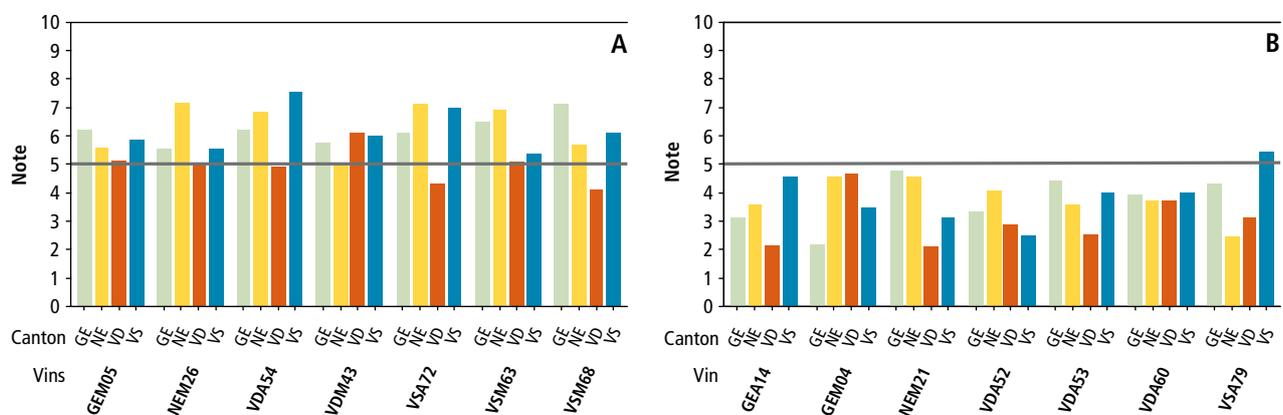


Figure 4 | Moyennes des vins par canton. A. Les sept vins les plus minéraux. B. Les sept vins les moins minéraux.

Tableau 1 | Comparaison des sept vins les plus minéraux en fonction de la provenance des dégustateurs (10 professionnels de Genève, 16 de Neuchâtel, 14 de Vaud et 22 du Valais). En jaune, les vins considérés comme les plus minéraux par l'ensemble des 62 dégustateurs suisses

| Genève |         | Neuchâtel |         | Vaud  |         | Valais |         |
|--------|---------|-----------|---------|-------|---------|--------|---------|
| Vins   | Moyenne | Vins      | Moyenne | Vins  | Moyenne | Vins   | Moyenne |
| VSA74  | 7,52    | NEM26     | 7,16    | VDM43 | 6,14    | VDA54  | 7,57    |
| VSA75  | 7,15    | VSA72     | 7,12    | VDA48 | 5,63    | VSA72  | 7       |
| VSM68  | 7,12    | VSM63     | 6,92    | VDA57 | 5,5     | GEM03  | 6,63    |
| VSM63  | 6,5     | VDA54     | 6,88    | VDA55 | 5,46    | VDM39  | 6,52    |
| VSM61  | 6,41    | GEM01     | 6,57    | VDM41 | 5,39    | VSM61  | 6,32    |
| NEA35  | 6,22    | GEA17     | 6,43    | VDA51 | 5,3     | VSM68  | 6,12    |
| VDA54  | 6,22    | GEM03     | 6,09    | NEA34 | 5,28    | NEM22  | 6,09    |

### Minéralité des Chasselas et professionnels bourguignons

La figure 5 illustre le continuum de la minéralité dans les 80 Chasselas évalués par les 19 professionnels bourguignons. La moyenne maximale se situe en dessous de celle donnée par les dégustateurs suisses. Aucun vin n'obtient une moyenne supérieure à 6,2. De même, la moyenne la plus basse est de 2,4 contre 1,6 pour les dégustateurs suisses. Les professionnels bourguignons n'ont pas utilisé toute l'étendue de l'échelle de notation, certainement par manque de connaissance du cépage et des vins (certaines notes maximales ne dépassant pas 6).

Les dégustateurs bourguignons ont une image relativement proche de celle des dégustateurs suisses de la minéralité dans le Chasselas. Parmi les sept vins jugés minéraux par les dégustateurs suisses, cinq le sont également pour les dégustateurs bourguignons. De même, les vins jugés peu minéraux le sont globalement aussi pour les dégustateurs bourguignons. Seuls deux vins valaisans n'ont pas été jugés très minéraux par les dégustateurs bourguignons (VSA72 et VSM63) avec des moyennes inférieures à 5. Enfin, le coefficient de corrélation entre les moyennes des 80 vins attribuées par les dégustateurs suisses et les dégustateurs bourguignons est de 0,6, ce qui témoigne d'une bonne relation entre les deux évaluations.

### Conclusions

- Parmi les 80 Chasselas testés, chaque dégustateur a jugé au moins un ou plusieurs vins comme de bons exemples de minéralité. Toutefois, aucun ne fait l'unanimité, chaque vin obtenant des notes allant de 0 à 9 ou 10.
- Il est possible de distinguer deux groupes de sept vins significativement contrastés en termes de minéralité (bons ou mauvais exemples de minéralité). Des vins des quatre cantons (GE, NE, VD, VS) sont représentés dans chacun des deux groupes.
- Selon la provenance des professionnels, les sept vins jugés les plus minéraux peuvent varier. Ces différences sont en adéquation avec ce que pensent les dégustateurs de chaque canton. Ainsi, ils arrivent à retrouver en dégustation à l'aveugle les vins qu'ils citent en exemple ou l'image commune des vins de la région. De plus, dans chaque groupe, les sept vins les plus minéraux obtiennent globalement des notes supérieures à 5 et les sept vins les moins minéraux des notes inférieures à 5.
- Les professionnels bourguignons, bien que peu ou pas habitués au Chasselas, notent également cinq des sept vins les plus minéraux parmi les meilleurs exemples. Leur perception est relativement proche de celle des dégustateurs suisses. ■

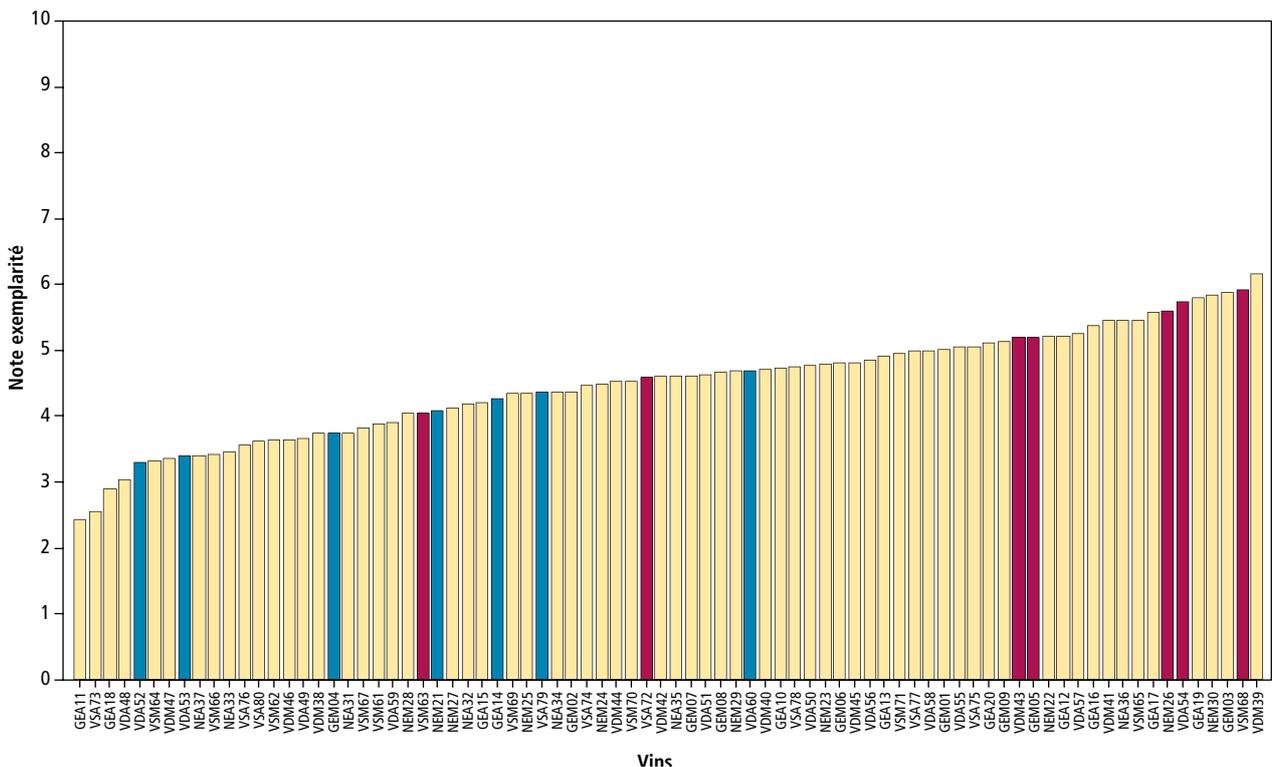


Figure 5 | Gradient d'exemplarité de la minéralité selon les dégustateurs bourguignons. En rouge, les sept vins les plus minéraux et, en bleu, les sept vins les moins minéraux issus de l'évaluation des dégustateurs suisses.

**Summary** ■ **Minerality in Chasselas: a sensory notion shared by wine professionals?**

Tasting notes make more and more reference to minerality when describing wines. Moreover, many definitions exist and often refer to different sensory descriptors. The goal of this article was to know if wine professionals reach the same sensory perception, despite the diversity of definitions that are possible. 62 Swiss wine professionals and 19 Burgundian wine professionals evaluated the exemplarity level of minerality of 80 Chasselas. They tasted and quoted the intensity of minerality on a linear scale for each wine they perceived (without explanations). Professionals who judged the wines were not in perfect agreement with one another. Each wine obtained at least one mark from 0 to 10. Minerality perception seems affected by the tasters' origin. Tasters from Geneva found more minerality in wines from the Valais. Professionals from Vaud found it in wines of their canton. Burgundian professionals' judgments, despite their lack of knowledge of Chasselas wines, fitted those of Swiss professionals for five out of seven wines judged as good examples of minerality.

**Key words:** Chasselas, minerality, exemplarity, wine tasting, professionals.

#### Remerciements

Le projet «Minéralité des vins: étude et valorisation d'un concept en vogue mais méconnu» a été sélectionné dans le cadre du programme de coopération territoriale européenne Interreg IV A France-Suisse 2007–2013.

Nous tenons à remercier tous les vignerons et professionnels de cette étude qui ont soit fourni des vins, soit participé aux dégustations.

#### Bibliographie

- Ballester J., Mihnea M., Peyron D. & Valentin D., 2013. Exploring minerality of Burgundy Chardonnay wines: a sensory approach with wine experts and trained panellists. *Australian Journal of Grape and Wine Research* 19, 140–152.

**Zusammenfassung** ■ «Mineralität» im Chasselas: ein sensorischer Begriff, der von Fachleuten einheitlich gebraucht wird?

In Kommentaren während Verkostungen wird der Begriff «Mineralität» immer häufiger verwendet, um Weine zu beschreiben. Die Definition dieses Begriffes ist jedoch unklar und stützt sich oft auf verschiedene sensorische Deskriptoren. Dieser Bericht versucht neben der Definition der «Mineralität» herauszufinden, ob Fachleute dem Begriff einheitliche Sinneswahrnehmungen zugrunde legen. 62 Schweizer Fachleute und 19 Fachleute aus dem Burgund haben für 80 Chasselas das Niveau des Beispielcharakters von «Mineralität» bewertet. Es scheint, dass die Urteile der Schweizer und Französischen Fachpersonen nicht gegensätzlich ausgefallen sind, dass aber auch bei keinem Wein Einstimmigkeit herrschte. Die sensorische Vorstellung für «Mineralität» scheint von der Herkunft der Verkoster beeinflusst zu sein, Verkoster aus der Region Genf fanden mehr «Mineralität» in Walliser Chasselas, wohingegen Verkoster aus der Waadt mehr in Weinen ihres eigenen Kantons gefunden haben. Die Verkoster aus dem Burgund, obwohl kaum vertraut mit Chasselas-Weinen, stimmten bei fünf von sieben Weinen, mit hohem Beispielcharakter für «Mineralität», mit den Schweizer Fachleuten überein.

**Riassunto** ■ **Mineralità dello Chasselas: una nozione sensoriale condivisa dai professionisti?**

I commenti di degustazione utilizzano sempre più la percezione di mineralità per descrivere i vini. Tuttavia, la definizione di questo fattore non è fissata e si accosta spesso a dei descrittori sensoriali diversi. Questo articolo vuole sapere se, al di là della definizione di mineralità, i professionisti sono in grado di uniformare la loro percezione sensoriale. 62 professionisti svizzeri e 19 professionisti della Borgogna hanno preso atto del livello d'esemplarità della mineralità di 80 Chasselas. È emerso che i giudizi dei professionisti svizzeri e francesi non erano contrastanti, malgrado nessun vino abbia fatto l'unanimità. La rappresentazione sensoriale della mineralità pare essere influenzata dall'origine dei degustatori; mentre i degustatori ginevrini ritrovano più mineralità nei Chasselas vallesani, quelli vodesi la ritrovano nei vini del loro cantone. I professionisti della Borgogna, sebbene siano poco o per nulla abituati a questo vitigno, concordano con i professionisti svizzeri sul fatto che cinque su sette vini giudicati siano buoni esempi di mineralità.

- Deneulin P., Le Bras G., Le Fur Y. & Gautier L., 2014. Minéralité du vin: représentations mentales de consommateurs suisse et français. *Revue suisse Vitic., Arboric., Hortic.* 43 (3), 174–180.
- Deneulin P. & Bavaud F., 2016. Analyses of open-ended questions by renormalized associativities and textual networks: A study of perception of minerality in wine. *Food Quality and Preference* 47, 34–44.
- Douglas D., Cliff M. A. & Reynolds A. G., 2001. Canadian terroir: characterization of Riesling wines from the Niagara Peninsula. *Food Research International* 34, 559–563.
- Green J. A., Parr W. V., Bretmeyer J., Valentin D. & Sherlock R., 2011. Sensory and chemical characterisation of Sauvignon Blanc wine: influence of source of origin. *Food Research International* 44, 2788–2797.



L'ÈRE DU FROID

# FRIALP<sup>sa</sup>

REFRIGÉRATION - CLIMATISATION

PRÉSENT À AGROVINA STAND N°2115

Sion : 027 203 61 00 | Villars-Ste-Croix : 021 601 61 00 | Genève : 022 731 12 22  
 info@frialp.ch ou www.frialp.ch

## NOTRE MÉTIER: VOUS AIDER À FAIRE LE VÔTRE.

Frialp conçoit, réalise et assure la maintenance de tout type d'installation de froid.

Nous sommes à même d'équiper tous les modèles de cuves en utilisant différentes technologies, afin que tous les souhaits de l'œnologue soient satisfaits et que chacun de vos vins puisse naître dans les conditions les plus appropriées à ses caractéristiques.

Frialp et ses techniciens sont également à vos côtés pour étudier, réaliser et garantir que les aliments que vous allez proposer à votre clientèle n'aient jamais à souffrir d'un « coup de chaud ».



### HAUSWIRTH

Maîtrise fédérale

BURSINS S.A.

Machines viticoles

021 824 11 29 - info@hauswirthsa.ch



# PÉPINIÈRES VITICOLES

**PAUL-MAURICE BURRIN**

ROUTE DE BESSONI 2

1955 ST-PIERRE-DE-CLAGES

TÉL. 027 306 15 81

NATEL 079 220 77 13

www.burrin-pepinieres.ch

burrin@burrin-pepinieres.ch



Sélection  
Valais



Agrovina 26 - 29.01.2016 - Stand 2113

FELCO 801



FELCO®  
SWISS + MADE

FELCO 820



Outils électroportatifs idéals pour la viticulture, l'arboriculture et le paysagisme

FELCO SA - Marché Suisse - 2206 Les Geneveys-sur-Coffrane - T. 032 737 18 80 - www.felco.ch

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

JEAN-CLAUDE

FAY

PÉPINIÈRES  
VITICOLES

Qualité, conseil, service

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

Rencontrons-nous :

Plus d'informations :

00 33 (0)4 79 28 54 18

www.pepinieres-viticoles-fay.fr

Bouchons en liège

Capsules à vis · Bouchons couronne

Capsules de surbouchage · Bondes silicone

Barriques · Supports porte-barriques · Tire-bouchons

LIÈGE RIBAS S.A.

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

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

e-mail: ribas@bouchons.ch

www.bouchons.ch

Présent  
à AGROVINA  
Stand  
2202

SNOPEX ... professionnalisme à votre service  
www.snopex.com



M  
P  
5  
5  
0



Présent  
à AGROVINA  
Stand  
2316

Presses pour motofaucheuses, motoculteurs et chenilles

# Conducta

Systèmes modulaires



## Un espace en 24 heures chrono.

Conducta vous offre des solutions efficaces, rapides et économiques (location, achat ou leasing):

- Containers de chantier
- Bureaux d'atelier et de contremaître
- Bâtiments bureaux et administratifs
- Jardins d'enfants et écoles
- Sanitaires et vestiaires

Conducta SA  
Chemin de la Clopette 30, CH-1040 Echallens  
Tél. +41 (0)21 886 34 00, contact@conducta.ch

[www.conducta.ch](http://www.conducta.ch)

## Pépinières viticoles



### FAVRE Daniel

Des plants de vignes soignés  
pour vous satisfaire !

Ch. de LA PRA 17 1170 Aubonne

Tel. 021 808 72 27 Fax. 021 807 43 39 E-mail: favre.vitipep@bluewin.ch

AGROVINA – 26-29.01.2016 – Halle 15 – Stand 1503



Filtration de vins



Traitement d'eau



Micro-oxygénation

[www.keller.ch](http://www.keller.ch)

KELLER FLUID PRO AG • 8049 Zürich • ☎ 044 341 09 56



depuis 1982



[www.zimmermannsa.ch](http://www.zimmermannsa.ch)

Présent  
à AGROVINA  
Stand  
3115

**NOUVEAU**  
**PIQUETS  
DE VIGNE**  
**ZIGI MAC 4**

**TOUT POUR LE PALISSAGE**

Echalas-tuteurs, amarres, fils Crapo et Crapal,  
tendeurs, écarteurs de fils, attaches  
et protections diverses pour les plantes

**CMZimmermann SA**  
**1268 BEGNINS**

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



## 2015, le millésime du siècle?

Olivier VIRET<sup>1</sup>, Jean-Laurent SPRING<sup>2</sup> et Vivian ZUFFEREY<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Agroscope, 1260 Nyon – <sup>2</sup>Agroscope, 1009 Pully

Renseignements: Olivier Viret, e-mail: olivier.viret@agroscope.admin.ch, tél. +41 58 460 43 82, www.agroscope.ch



Jeune vigne marquée par le fort stress hydrique de l'été 2015.

Le millésime 2015 se distingue par ses températures estivales exceptionnelles dont les moyennes, pendant six mois consécutifs, ont été au-dessus de la norme. La vigne a débourré à mi-avril avec quelques jours de retard par un printemps doux et humide. L'été caniculaire et très sec a favorisé une maturation rapide des raisins, avec des stress hydriques modérés à forts selon les régions se traduisant par des sondages records dans des vendanges en parfait état sanitaire. En cave, les vins sont riches, les acidités équilibrées, avec des structures tanniques complexes qui laissent présager de superbes développements en bouteille.

Le débourrement de la vigne s'est déroulé dans la norme, avec un léger retard de quatre jours pour le Chasselas par rapport à la moyenne de 1925 à 2013 à Pully et des températures nettement supérieures à la norme en mars, qui ont perduré durant les six mois consécutifs. La floraison du Chasselas a débuté le 8 juin à Pully et s'est poursuivie de manière optimale. En raison des températures caniculaires et du stress hydrique de l'été, les stades phénologiques se sont succédé rapidement jusqu'au début de la véraison le 30 juillet, soit quinze jours plus tôt que la date moyenne (1925–2013). Du point de vue phytosanitaire, le millésime est marqué par une forte pression de l'oïdium, l'absence de dégâts économiques dus à la drosophile du cerisier

(*Drosophila suzukii*), qui fut dévastatrice en 2014, et par de faibles rendements.

### Comportement de la vigne

La vigne s'est bien développée jusqu'à la floraison. A partir de mi-juin, la canicule et la sécheresse l'ont mise à rude épreuve en lui infligeant des contraintes modérées à fortes selon les régions. Par manque d'humidité, les éléments minéraux du sol ont été moins bien absorbés, menant entre autres à des indices de formol plus bas à Pully que lors de millésimes plus humides (tabl. 2).

Les bonnes conditions météorologiques ont permis à la vigne de gagner à chaque stade phénologique quelques jours par rapport à la moyenne à long terme (tabl. 1). La teneur en sucre du Chasselas le 20 septembre à Pully était de 85,7°Oe, soit près de 25 % de plus que le sondage moyen à long terme (tabl. 1). Les vendanges se sont déroulées dans d'excellentes conditions

Tableau 1 | Date moyenne des principaux stades phénologiques du Chasselas à Pully et sondages du 20 septembre, en moyenne de 1925 à 2014 et en 2015

| Stades de développement   | 2015         | Date moyenne 1925–2014 | Différence |
|---|--------------|------------------------|------------|
|  Pointe verte (09)     | 17 avril     | 13 avril               | +4 jours   |
|  Début floraison (61)  | 8 juin       | 15 juin                | -7 jours   |
|  Fin floraison (67-69) | 13 juin      | 29 juin                | -16 jours  |
|  Début véraison (81)   | 30 juillet   | 13 août                | -14 jours  |
|  Vendanges (89)        | 16 septembre | 8 octobre              | -22 jours  |
| Sondage moyen le 20 septembre   | 85,7°Oe      | 68,8°Oe                |            |

dès la mi-septembre, avec des maturités record et des acidités relativement basses et proches de celles du millésime 2003 (tabl. 2). Les sondages du Chasselas à Pully aux vendanges sont parmi les plus élevés depuis nonante ans, proches des millésimes 1945 et 1947. Le pH des moûts est demeuré assez bas avec une consommation presque totale de l'acide malique, phénomène connu avec des millésimes chauds et secs, et des teneurs en acide tartrique équilibrées. L'acide malique est transformé par néoglucogenèse en glucose, mais c'est surtout la photosynthèse qui a permis une rapide progression de la teneur en sucre des baies. En général, une contrainte hydrique progressive, modérée à forte, entraîne l'arrêt de la croissance végétative et la redistribution des sucres issus de la photosynthèse vers les raisins et le bois (organes de mise en réserve), favorisant ainsi la production de raisins riches en sucres, en anthocyanes et en composés phénoliques, garants de vins de haute qualité.

La question prédominante des millésimes précoces reste la définition de la date optimale des vendanges en fonction de la composition chimique des baies et des risques météorologiques et sanitaires encourus. Le taux de sucre et l'acidité ne suffisent pas à déterminer le moment de cueillir les raisins. La maturité physiologique souvent énoncée par les professionnels peut fluctuer selon les itinéraires de production choisis.

Le bémol de ce millésime 2015 se situe dans les faibles rendements car les baies de toutes les variétés étaient petites, sans compter les pertes dues à l'avortement des inflorescences dans les parcelles traitées au fluopyram en 2014 (fig. 1 et 2).

## Repères climatiques

### Un printemps doux et sec

L'année 2015 a débuté avec un printemps doux et sec, après un hiver qui a affiché des températures record de novembre 2014 à janvier 2015 sous l'influence du foehn, qui laissaient présager un nouveau millésime inscrit dans la tendance du réchauffement climatique >



**Figure 1A** | Déformation foliaire de type herbicide hormonal au stade E-F apparue après l'application de fluopyram contre la pourriture grise en 2014.

**Figure 1B** | Ce dégât a parfois touché des rameaux entiers qui sont restés chétifs, ainsi que les inflorescences.



**Tableau 2** | Date des vendanges, rendement et composition des moûts (sucre, acidités, pH et indice formol) de 2003 à 2015 du Chasselas (Cl. 31/3309) à Pully, plantation 1999, Guyot simple (150 x 80 cm)

| Année | Date vendange | Rendement (kg/m <sup>2</sup> ) | °Oe  | pH   | Acidité totale (g/l) | Acide tartrique (g/l) | Acide malique (g/l) | Indice formol |
|-------|---------------|--------------------------------|------|------|----------------------|-----------------------|---------------------|---------------|
| 2003  | 10.09         | 1,1                            | 79,3 | 3,59 | 3,3                  | 4,8                   | 1,3                 | 8             |
| 2004  | 18.10         | 1                              | 72   | 3,45 | 5,6                  | 5,5                   | 2,8                 | 11            |
| 2005  | 07.10         | 1,3                            | 79,6 | 3,36 | 4,6                  | 5                     | 2,2                 | 7,7           |
| 2006  | 08.10         | 0,9                            | 68,9 | 3,38 | 6                    | 5,9                   | 2,8                 | 14,8          |
| 2007  | 08.10         | 1,2                            | 70,7 | 3,4  | 5                    | 4,9                   | 2,4                 | 14,4          |
| 2008  | 14.10         | 1,4                            | 67,4 | 3,28 | 7                    | 5,9                   | 3,3                 | 11,6          |
| 2009  | 29.09         | 1,7                            | 77,7 | 3,4  | 4,7                  | 4,8                   | 1,9                 | 9,7           |
| 2010  | 11.10         | 1,4                            | 78,7 | 3,33 | 6                    | 5,7                   | 2,4                 | 11,2          |
| 2011  | 26.09         | 1,5                            | 70,5 | 3,36 | 4,7                  | 5                     | 2                   | 9,7           |
| 2012  | 08.10         | 1,3                            | 75   | 3,47 | 4,7                  | 5,1                   | 2                   | 9,2           |
| 2013  | 18.10         | 0,8                            | 68,6 | 3,27 | 6,3                  | 5,9                   | 2,8                 | 10,1          |
| 2014  | 02.10         | 1,2                            | 68,9 | 3,31 | 3,7                  | 5,2                   | 3,5                 | 12,5          |
| 2015  | 28.09         | 0,9                            | 85,3 | 3,41 | 4,5                  | 4,9                   | 1,5                 | 10,4          |

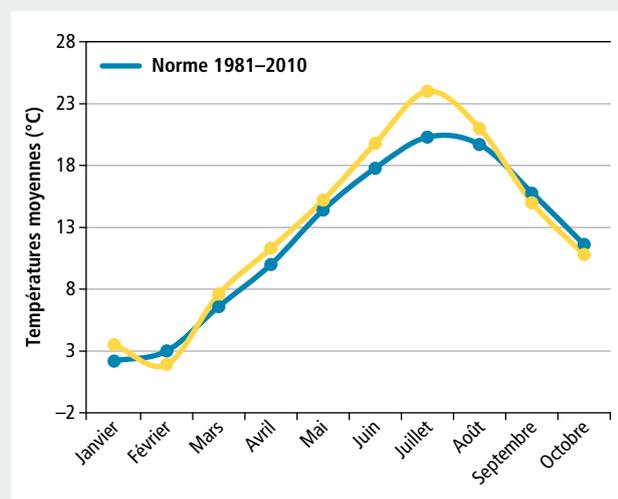
de ces derniers trente ans. Les températures des mois de novembre, décembre et janvier étaient supérieures à la norme de près de 3°C (fig.3). L'hiver s'est finalement installé à partir de fin janvier, avec un mois de février froid et neigeux au sud des Alpes et plutôt sec au nord des Alpes. Les précipitations abondantes des mois d'avril et mai ont permis de remplir les réserves en eau des sols (fig. 4), qui ont été fortement consommées par la vigne durant l'été qui a suivi.



**Figure 2A** | En juillet 2015, certaines grappes ou parties de grappes des parcelles traitées avec du fluopyram en 2014 ne se sont pas développées, provoquant ainsi d'importantes pertes de rendement.



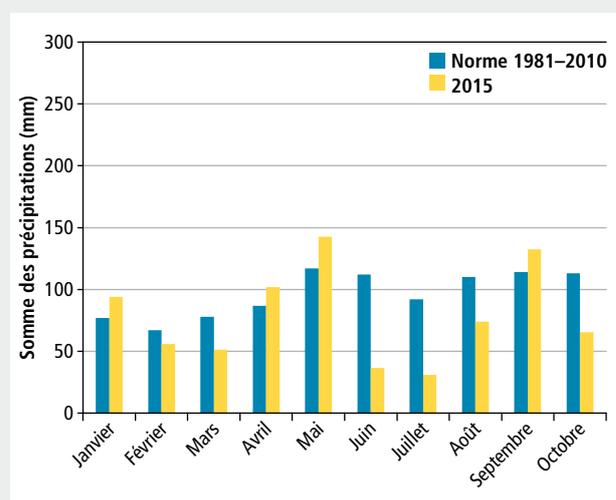
**Figure 2B** | Les feuilles principales à la base des rameaux ont gardé leur déformation de type hormonal.



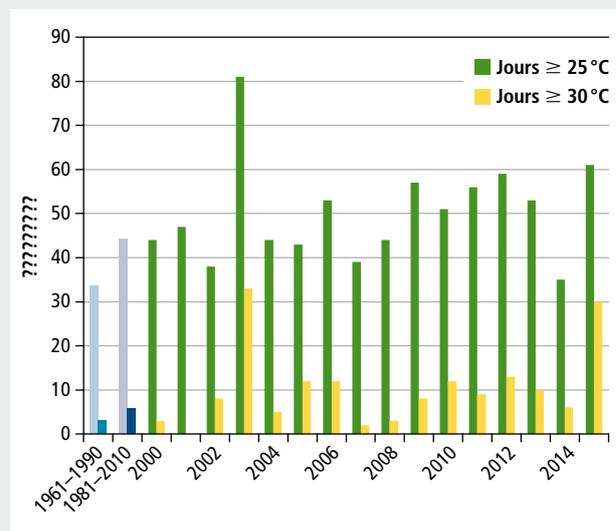
**Figure 3** | Températures moyennes mensuelles du 1<sup>er</sup> janvier au 31 octobre 2015 à Pully, comparées à la référence de 30 ans (1981-2010).

### Un été caniculaire et sec

Avec 61 jours estivaux (température max  $\geq 25^\circ\text{C}$ ) et 30 jours tropicaux (température max  $\geq 30^\circ\text{C}$ ), 2015 se démarque des années précédentes et de la moyenne de 30 ans (moyenne 1981-2010: 44,2 jours estivaux et 5,7 jours tropicaux), sans toutefois égaler le score de 2003 (respectivement 81 et 33 jours) (fig. 5). Les températures sont encore plus extrêmes lorsqu'elles sont mesurées au niveau de la vigne. Des feuilles exposées à plus de  $40^\circ\text{C}$  ont été mesurées en juillet à Pully pendant les heures les plus chaudes de la journée. Dans ces conditions, la réaction de la plante est de diminuer sa transpiration afin de préserver les tissus foliaires de la déshydratation et son activité photosynthétique est nettement réduite.



**Figure 4** | Somme des précipitations mensuelles du 1<sup>er</sup> janvier au 31 octobre 2015 à Pully, comparées à la moyenne de 30 ans (1981-2010).



**Figure 5** | Nombre de jours estivaux (T. max  $> 25^\circ\text{C}$ ) et tropicaux (T. max  $> 30^\circ\text{C}$ ) de 2000 à 2015, comparé aux moyennes de 30 ans (1961-1990 et 1981-2010).

Les précipitations ont été faibles dans toutes les régions viticoles de Suisse, avec un déficit cumulé à fin septembre de 133 mm à Pully par rapport à la norme de 30 ans (fig. 4). Quelques violents orages ont suscité des inquiétudes ici ou là, mais sont restés sans conséquences. La sécheresse qui a sévi de juin à août a localement nécessité l'arrosage de parcelles en production, tandis que toutes les plantations ont dû être irriguées plusieurs fois pour garantir leur bon développement.

### Excellentes conditions de maturation

La véraison du Chasselas a débuté fin juillet à Pully, soit environ quinze jours plus tôt que la date moyenne (tabl. 1 et fig. 6), et le mois d'août a fourni des conditions exceptionnelles à la maturation des raisins, dont la récolte a pu commencer dès mi-septembre dans d'excellentes conditions.

### Maladies fongiques et ravageurs

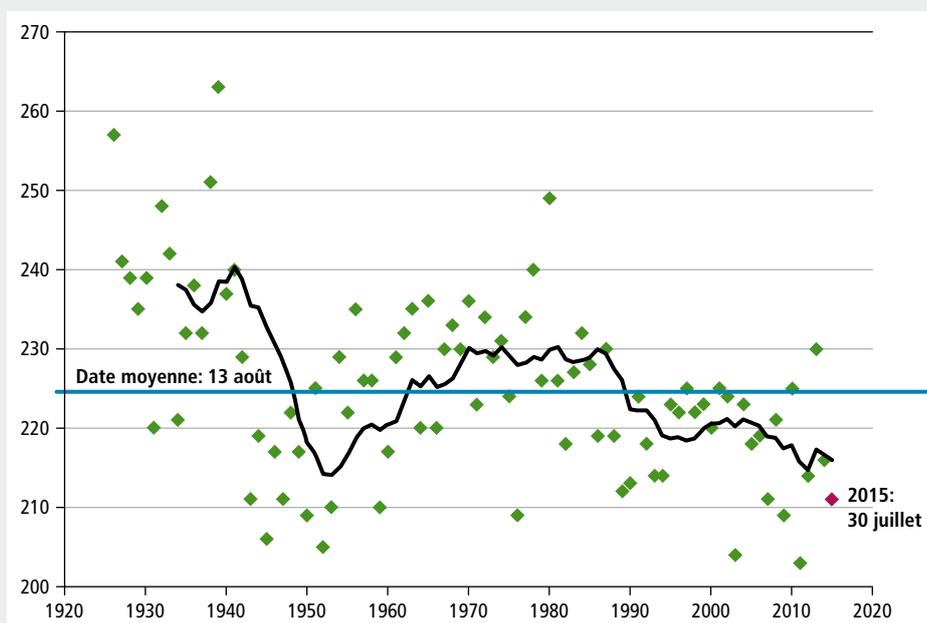
L'oïdium s'est montré particulièrement virulent en 2015. Les infections ont débuté dès la mi-mai pour s'intensifier autour de la floraison en juin. Dans certains vignobles insuffisamment protégés, les grappes ont été rapidement infectées et le feuillage fortement touché durant la période post-florale. La résistance ontogénique des grappes était flagrante en août, avec les agrès à peine noués couverts de mycélium gris et les grappes principales de la même plante entièrement saines au stade post-véraison.

Le mildiou, freiné en début de saison par des conditions relativement sèches, s'est intensifié à la fin de l'été. Les œufs d'hiver ont atteint leur maturité à partir

du 4 mai à Changins, avec un feuillage déjà bien développé (4–5 feuilles étalées, BBCH 14-15). A la fin de l'incubation le 11 mai, les premières taches d'huile ont été observées sur un stock de feuilles mildiousées déposées au sol l'automne précédent. Les premières taches d'huile ont été observées le 12 mai à Lavaux, le 16 mai dans le Chablais et le 20 mai à la Côte. En juillet et août, les conditions particulièrement sèches et la canicule ont été nettement défavorables au développement de ce pathogène. Ce n'est qu'à la suite de précipitations orageuses localement importantes que le mildiou s'est maintenu dans certains secteurs du vignoble, où il s'est bien installé sur les hauts du feuillage en fin de saison.

La **pourriture grise** a été largement absente cette année dans l'ensemble des vignobles du pays, laissant une grande souplesse dans le choix de la date des vendanges.

La **drosophile du cerisier (*Drosophila suzukii*)**, dévastatrice en 2014, a été pratiquement absente des vignobles cette année, à l'exception de quelques cas isolés sur des cépages rouges précoces comme le Dunkelfelder et le Dornfelder. Il était impossible d'imaginer que les populations seraient aussi basses en été et que l'insecte ne se manifesterait pas au même degré que l'an dernier, d'autant plus qu'à la sortie d'un hiver très doux, l'insecte était abondant dans les piègeages installés dans toute la Suisse. Cependant, on sait qu'au-dessus de 30 °C, l'activité de *D. suzukii* est nettement réduite et nos essais ont montré que les raisins ne sont pas ses fruits préférés. La campagne de surveillance des vignobles a été parfaitement organisée dans toutes les régions. Les stratégies élaborées dès le printemps et décrites dans une fiche



**Figure 6 |** Evolution de 1925 à 2015 de la date du début de la véraison (BBCH 81) du Chasselas à Pully. La courbe noire correspond à la moyenne mobile de 10 ans, la ligne bleue à la date moyenne pour toute la période, soit le 13 août (dates des jours courants: 200 = 19 juillet; 263 = 20 septembre). En 2015, la véraison a débuté le 30 juillet (losange rouge).

technique d'Agroscope en accord avec les instances cantonales ont été très largement suivies, évitant l'application de traitements inutiles tant que les pontes étaient absentes. Les près de 90 000 baies contrôlées dans plus de 500 parcelles dans toute la Suisse ont montré un taux moyen de ponte de 0,5 %.

Le vol des **vers de la grappe** a débuté à fin avril pour eudémis et, à l'instar des dernières années, la première génération a été très discrète, donnant lieu à de très faibles populations en deuxième génération. Comme en 2014, aucun adulte de cochylis n'a été piégé cette année.

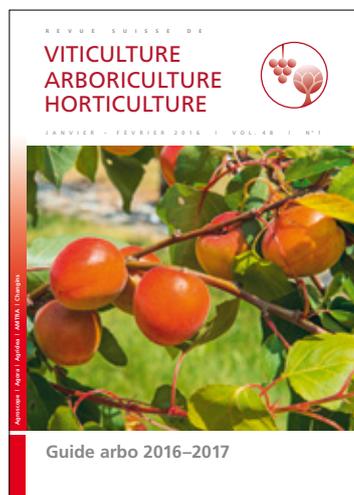
#### Autre problème sanitaire

L'année 2015 se distingue encore par les importantes pertes de rendement liées à l'application de la matière active fluopyram contre la pourriture grise en 2014. Les vignes touchées ont présenté des déformations foliaires similaires à celles engendrées par un herbicide hormonal à la base des rameaux peu après le débournement (fig. 1). Ces symptômes ont alarmé les viticulteurs et les dégâts ont ensuite pris de l'ampleur avec l'avortement partiel ou total des inflorescences (fig. 2).

Après un travail fastidieux de reconstitution et de comparaison, ces dégâts initialement imputés à des embruns d'herbicide de parcelles céréalières voisines ont pu être mis en lien avec l'application du fongicide fluopyram contre la pourriture grise l'année précédente. La Suisse n'est pas le seul pays concerné, puisque des dégâts identiques ont été observés au Tyrol du Sud, en Autriche et en Allemagne. De nombreuses investigations ont permis d'exclure la contamination du fongicide par un herbicide lors du conditionnement et d'incriminer la matière active elle-même. Celle-ci serait absorbée par le végétal et pourrait interférer dans le comportement hormonal de la vigne dans certaines conditions climatiques et physiologiques. Lors du processus d'évaluation du produit dans les différents vignobles d'Europe et en Suisse, de tels symptômes n'étaient jamais apparus, ce qui explique qu'aucune mise en garde n'ait pu être communiquée par les instances officielles. La matière active a été immédiatement suspendue par l'Office fédéral de l'agriculture et des essais ont été mis en place par Agroscope pour mieux comprendre le phénomène. ■

## Guide ARBO d'Agroscope 2016–2017

- + Index phyto arboricole 2016
- + Index phyto viticole 2016



## À NOS ANNONCEURS

La **Revue suisse de Viticulture, Arboriculture, Horticulture** éditera dans son premier numéro en février 2016 les trois documents mentionnés ci-contre.

**Le NOUVEAU «Guide ARBO d'Agroscope» sera valable durant deux années (2016 et 2017).**

Très connu en Suisse et à l'étranger (France), ce guide reste la référence pour les arboriculteurs, les enseignants, le conseil agricole, le commerce, les firmes de produits phytosanitaires et les étudiants.

**Afin de faire connaître vos produits, nous vous suggérons de placer une ou plusieurs annonces dans ce numéro (VITI 1/2016). Veuillez d'ores et déjà réserver vos emplacements auprès de notre régie de publicité:**

Inédit Publications SA (M. Serge Bornand)  
Case postale 900, 1001 Lausanne  
Tél. 021 695 95 67 ou fax 021 695 95 51  
E-mail: serge.bornand@inedit.ch

**Parution: mi-février 2016**  
**Ultime délai pour les commandes: 11 janvier 2016**



# GIGANDET SA 1853 YVORNE

Atelier mécanique

Tél. 024 466 13 83

Machines viticoles, vinicoles et agricoles

Fax 024 466 43 41

Votre spécialiste **BUCHER-VASLIN** depuis plus de **35 ans**

**VENTE  
SERVICE  
RÉPARATION  
RÉVISION**

**PRESSOIR  
PNEUMATIQUE  
5 hl / 8 hl  
X Pro 5  
X Pro 8**



**Pressoirs**

**Pompes**

**Egrappoirs**

**Fouloirs**

**BUCHER**  
vaslin

**Réception  
pour  
vendange**



**Martin Auer Rebschulen  
Pépinières Viticoles**

Lisilostrasse, 8215 Hallau / SH

E-mail: auer@rebschulen.ch

www.rebschulen.ch

Tél. 052 681 26 27 / Fax 052 681 45 63



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

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

**AGROVINA** du 26 au 29 janvier 2016  
Retrouvez-nous sur le stand N° 2314



# bovet sa

**Large gamme d'atomiseurs  
neufs portés et traînés**



**Présent  
à AGROVINA  
Stand  
3201**

Nombreuses occasions :

- \* 200 | VITI 60
- \* 1000 | OVS 50
- \* 600 | ARBO 80

\*donnant droit à la subvention spéciale PA 14.19

**fayaro**

Bovet SA | machines agricoles

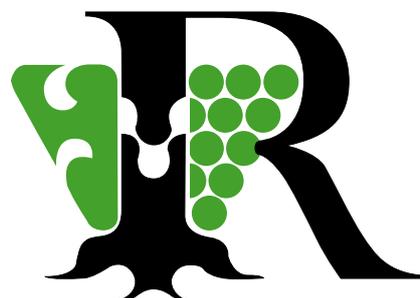
1566 Les Friques | tél. 026 677 11 48 | www.bovet-sa.ch

# Pépinières Viticoles - Ph. Rosset

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

## Qualité et Service font notre différence

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



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

nous importons des machines de qualité

**Tecnoma**   
technologies

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

**FALC**

- Bêcheuses de 1 m à 4 m



Présent  
à AGROVINA  
Stand  
1108

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

**Sailet + eic** Import + Service

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



**JACQUES ISELY**

MATÉRIEL VITI-VINICOLE

**Le spécialiste de l'armature**



- Piquets métalliques
- Fil nylon, BAYCO (ne se tend qu'une seule fois)
- Amarres
- Engrais

Présent  
à AGROVINA  
Stand  
3222

Chemin de Jorattez 3 Tél. 021 653 67 66  
1052 Le Mont-sur-Lausanne Fax 021 652 20 24  
jacques.isely@bluewin.ch Natel 079 206 54 14  
www.jacquesiselymaterielviticolearboricole.ch

THE LINDE GROUP

**PanGas**

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



ICEBITZZZ™ de la glace carbonique  
et plus encore.

Pellets 3 mm  
Pellets 16 mm

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

[www.pangas.ch](http://www.pangas.ch)



## Macrowine 2016 à CHANGINS

**CHANGINS, haute école de viticulture et œnologie, développe ses relations internationales sous des formes variées: échanges de classes, notamment avec les Summer Universities, participation à des projets de recherche européens, rédaction d'articles dans des revues scientifiques internationales ou encore participation de ses enseignants-chercheurs à des conférences, qui demeurent ainsi à la pointe des connaissances.**

Congrès international, Macrowine a lieu tous les deux ans: Reims en 2006, Montpellier en 2008, Turin en 2010, Bordeaux en 2012 et Stellenbosch (Afrique du Sud) en 2014. Il réunit des scientifiques du monde entier actifs dans la recherche en viticulture et œnologie, plus particulièrement dans le domaine des macromolécules et des métabolites de la vigne et du vin. Ce congrès permet de partager les derniers résultats de recherche, de renforcer les réseaux de collaboration, de débattre des problèmes et de développer des solutions créatives.

La haute école de viticulture et œnologie de CHANGINS, en collaboration avec la HES-SO, se félicite d'avoir été choisie pour accueillir l'édition 2016 de Macrowine.

Les conférences, toutes en anglais, auront lieu à CHANGINS du 27 au 30 Juin 2016. De son côté, Agroscope participera au comité scientifique et aux conférences.

Pour son 10<sup>e</sup> anniversaire, nous rapprocherons Macrowine de ses préoccupations originales, soit l'amélioration des connaissances sur la structure, le rôle et les interactions physico-chimiques des macromolécules et métabolites de la vigne et du vin. Nous mettrons en valeur des sujets qui utilisent des connaissances et des outils scientifiques de pointe au service de la recherche appliquée et du développement, Ra&D.

Afin de couvrir toutes les étapes de l'élaboration du vin, nous aborderons les thématiques suivantes:

- *Life in the vineyard: influence of vineyard biological activity on the composition of grapes and wine;*
- *Macromolecules and metabolites: analysis, chemistry and functionality in wine;*
- *Process: influence of processing, technology and biotechnology on must and wine composition and sensory characteristics;*
- *Modulators of aroma and taste: impact of macromolecules on sensory perception.*

Votre intérêt et votre contribution au congrès sont fondamentaux. N'hésitez pas à consulter notre site internet [www.macrowine2016.ch](http://www.macrowine2016.ch) ou à prendre contact avec nous ([macrowine2016@hes-so.ch](mailto:macrowine2016@hes-so.ch)) pour assister aux conférences, proposer une présentation ou soutenir la manifestation en devenant sponsor. ■

*Dr Julien Ducruet, professeur  
Président du comité d'organisation  
de Macrowine 2016.*



## Centre agromécanique Racine: entreprise familiale en pleine expansion

Il y a déjà 81 ans que l'entreprise Racine présente ses produits et services.

Aujourd'hui, Marc Racine, petit-fils du fondateur, est aux commandes, secondé par son fils Dylan et par son épouse dans le domaine administratif. Une affaire de famille qui prend de l'expansion avec, au total, un staff de six personnes. Toujours soucieuse de répondre aux besoins des clients, l'entreprise offre des produits de marques et un service après-vente personnalisé.

### Produits et services

Dans l'éventail à disposition, on peut notamment trouver des produits tels que des châssis réglables et des étoiles de désherbage mécanique, des rouleaux Rolo-faca, ainsi que tous les produits d'utilisation standard pour un viticulteur.

Si le marché des machines de jardin est plutôt local, le marché viticole couvre lui toute la Suisse romande.

On trouve également de nombreux renseignements sur le site [www.mecaniqueracine.ch](http://www.mecaniqueracine.ch), qui présente une version complète de tout l'assortiment. Une mine de renseignements tenue à jour par Olga Racine.

L'entreprise familiale s'investit également dans la formation d'apprentis.



### Et pour l'avenir

Le développement de l'entreprise a conduit Marc Racine à envisager d'étendre sa surface avec une nouvelle construction, l'espace actuel ayant déjà été agrandi trois fois. Il s'agissait d'avoir à disposition un outil de travail performant répondant aux besoins actuels. La réalisation a cependant pris du temps, car deux projets différents ont dû être étudiés afin d'avoir la meilleure adaptation permettant d'élargir la gamme de produits, ainsi qu'une meilleure présentation de tout le matériel en exposition. La nouvelle construction est donc prévue aux Prés Bugnons pour une ouverture à fin 2016. ■

### Centre agromécanique Racine

Rue de Soleure 18 – 2525 Le Landeron  
Tél. 032 751 21 57 – Fax 032 751 49 59  
[www.mecaniqueracine.ch](http://www.mecaniqueracine.ch)

## Publicité

1955 chamoson/vs  
mobile 079 310 59 51  
tél. + fax 027 306 49 44  
tél. atelier 027 306 28 63

YVES  
MARTIN

PÉPINIÈRE  
VITICOLE

[www.chamoson.ch/pepiniere-martin](http://www.chamoson.ch/pepiniere-martin)  
e-mail [pepiniere-martin@bluwin.ch](mailto:pepiniere-martin@bluwin.ch)

## L'assortiment énorme un de nos atouts!

- plus de 3000 espèces et variétés de plantes ornementales, fruitières, vivaces et rosiers
- assortiment classique, spécialités et raretés
- arbres et arbustes solitaires jusqu'à 12 m
- transport avec camion grue au chantier

1899-2015  
**125**  
JAHRE

**Hauenstein  
Rafz**

BAUMSCHULEN · GARTEN-CENTER

Tel. +41 (0)44 879 11 22  
info@hauenstein-rafz.ch  
[www.hauenstein-rafz.ch](http://www.hauenstein-rafz.ch)

**BOTANICA**  
RESTAURANT

EIGENPRODUKTION  
**SUISSE**  
GARANTIE

## Entrepreneurs romands: focus sur Oeno-Pôle Sàrl et Dupenloup SA

### SMILE: la pompe «Swiss made»

Dupenloup SA, créée à Genève en 1888, conçoit et fabrique des pompes depuis les années 1940. Aujourd'hui encore, l'usinage et l'assemblage se font dans son atelier de Genève (photo ci-dessous).

Durant ces trente dernières années, Dupenloup SA n'a cessé de perfectionner ses produits, en proposant différentes motorisations, en généralisant l'acier inoxydable (pour les pompes et la robinetterie de cave) et en utilisant l'électronique là où elle sert l'utilisateur.

Nos idéaux de développement sont:

- Gain qualitatif et fiabilité;
- Maintien de l'hygiène;
- Recherche de l'ergonomie idéale.

En 2014, afin de répondre aux demandes les plus exigeantes des œnologues, la nouvelle pompe SMILE INOX H (comme hygiénique) est présentée. Pour la première fois, une pompe à membranes excentrées peut être ouverte pour son nettoyage et son séchage.

Dans le même esprit, lors d'Agrovina 2016, un nouveau modèle destiné à la mise en bouteille et aux opérations fines, doté d'un débit de 0 à 50 hl/h, sera présenté.

### Partenariat avec Oeno-Pôle Sàrl

Depuis dix ans, Oeno-Pôle propose une large gamme de matériel vinicole. Une collaboration naturelle s'est établie entre Dupenloup SA et Oeno-Pôle dès 2008.

Le partenariat technique et commercial a permis de développer des synergies bénéfiques à notre clientèle:

- Compétences techniques et œnologiques réunies;
- Vente et SAV unifiés;



- Travail en réseau avec des partenaires (frigoristes, électriciens, bureaux d'études, etc.).

Durant Agrovina, et pour la troisième édition consécutive, ce partenariat sera concrétisé par un stand commun de 180m<sup>2</sup> permettant de présenter de manière détaillée l'assortiment: cuves inox, régulation thermique, matériel de réception et de pressurage, pompes, filtres, échangeurs de chaleur, étiqueteuses, cartonneuses et nombreux accessoires et outils vinicoles. Le personnel des deux sociétés sera heureux de vous y accueillir du 26 au 29 janvier 2016. ■

#### Dupenloup SA

9, chemin des Carpières  
1219 Le Lignon-Genève  
Tél. 022 796 77 66  
E-mail: contact@dupenloup.ch

#### Oeno-Pôle Sàrl

Case postale 57  
1183 Bursins  
Tél. 078 716 40 00  
E-mail: info@oeno-pole.ch

**Consultez régulièrement le site [www.oeno-pole.ch](http://www.oeno-pole.ch), qui détaille activités et occasions du moment.**



Revue suisse de

**VITICULTURE, ARBORICULTURE, HORTICULTURE**

Table des matières – Volume 47 – 2015

| N <sup>os</sup>   | Pages      | Auteurs – Titres  |
|---|------------|---|
| <b>Editoriaux</b>   |            |   |
| 1   | 9          | <b>Kehrli Patrik:</b> Les organismes invasifs: un défi pour nos vignobles   |
| 2   | 85         | <b>Fischer Serge:</b> Lutte biologique sous abri: à nouveaux défis, nouvelles approches   |
| 3   | 149        | <b>Baroffio Catherine:</b> Petits fruits: la recherche met le cap au nord   |
| 4   | 213        | <b>Jermi Mauro:</b> Combiner les modes d'échantillonnage pour affiner les stratégies de lutte   |
| 5   | 277        | <b>Auer Judith et Rohrer Eliane:</b> Notre ouvrage «Maladies fongiques» couronné par le prix de l'OIV 2015                                      |
| 6   | 341        | <b>Auer Judith et Rohrer Eliane:</b> Collection LA VIGNE: <i>Ravageurs et Auxiliaires</i> paraîtra au printemps                                 |
| <b>Guide phytosanitaire pour la viticulture 2015–2016</b> |            |   |
| 1   | 14–16      | <b>Spring Jean-Laurent:</b> Entretien du sol et types d'enherbements viticoles  |
| 1   | 17–19      | <b>Spring Jean-Luc, Zufferey Vivian et Siegfried Werner:</b> Nutrition de la vigne: carences et accidents physiologiques                        |
| 1   | 20–21      | <b>Bohren Christian:</b> Stratégies de désherbage chimique  |
| 1   | 22–29      | <b>Dubuis Pierre-Henri et Siegfried Werner:</b> Application des produits phytosanitaires  |
| 1   | 30–33      | <b>Dubuis Pierre-Henri et Siegfried Werner:</b> Produits phytosanitaires: risques et précautions  |
| 1   | 34–39      | <b>Dubuis Pierre-Henri, Siegfried Werner, Schaerer Santiago, Linder Christian et Kehrli Patrik:</b> Maladies de la vigne                        |
| 1   | 40–47      | <b>Linder Christian, Kehrli Patrik et Kuske Stefan:</b> Principaux ravageurs de la vigne  |
| 1   | 48–50      | <b>Linder Christian, Kehrli Patrik et Kuske Stefan:</b> Autres ravageurs  |
| 1   | 51–52      | <b>Linder Christian et Kuske Stefan:</b> Auxiliaires  |
| 1   | 53–55      | <b>Dubuis Pierre-Henri et Siegfried Werner:</b> Accidents climatiques   |
| <b>Actualités arboricoles</b>                             |            |   |
| 1   | 59–60      | <b>Linder Christian, Kehrli Patrik et Kuske Stefan:</b> Drosophile du cerisier dans les vignes: bilan de l'année 2014                           |
| 1   | 63–64      | <b>Linder Christian:</b> VitiMeteo Rust Mite: un nouveau modèle de prévision pour l'acariose  |
| 1   | 67–69      | <b>Dubuis Pierre-Henri, Viret Olivier, Bloesch Bernard et Fabre Anne-Lise:</b> Le dosage adapté: facile, économique et bon pour l'environnement |
| 1   | 71–73      | <b>Dubuis Pierre-Henri:</b> Les strobilurines en viticulture  |
| 1   | 75–78      | <b>Spring Jean-Laurent et Reynard Jean-Sébastien:</b> Sélection clonale d'Agroscope   |
| <b>Index viticole et index arboricole 2015</b>            |            |   |
| 1   | Supplément | <b>Bohren Christian, Dubuis Pierre-Henri, Kuske Stefan, Linder Christian et Naef Andreas:</b> Index phytosanitaire pour la viticulture 2015     |
| 1   | Supplément | <b>Bohren Christian, Dubuis Pierre-Henri, Kuske Stefan, Kuster Thomas et Linder Christian:</b> Index phytosanitaire pour l'arboriculture 2015   |

| N <sup>os</sup>                | Pages   | Auteurs – Titres  |
|--------------------------------|---------|---|
| <b>Viticulture</b>             |         |   |
| 5                              | 300–307 | <b>Belcher Sandrine et Kuyumcuyan Sevan:</b> Evaluation d'appareils destinés à la pratique pour la mesure de l'acide malique dans les moûts et les vins   |
| 4                              | 232–237 | <b>Cleroux Marilyn, Pernet Arnaud, Mira de Orduña Heidinger Ramón, Riedo Anik, Mertenat Muriel, Jackowetz Nick et Li Erhu:</b> Effet des levures et des paramètres de vinification sur la dynamique des concentrations en acétaldéhyde  |
| 5                              | 310–314 | <b>Cléroux Marilyn, Pernet Arnaud, Riedo Anik, Mertenat Muriel, Jakowetz Nick et Mira de Orduña Heidinger Ramón:</b> Incidence de la fermentation malolactique sur le taux de composés carbonylés et le SO <sub>2</sub> combiné   |
| 6                              | 374–380 | <b>Deneulin Pascale, Danthe Eve, Massol Agnès, Le Bras Guillaume, Jauniau Alexia et Le Fur Yves:</b> Minéralité du Chasselas: une notion sensorielle partagée par les professionnels?   |
| 2                              | 116–122 | <b>Deneulin Pascale, Jaggi Valentin, Danthe Eve, Beutler Edith, Rebenaque Pierrick et Piccinalli Patricia:</b> Vins et fromages suisses: un heureux mariage   |
| 3                              | 192–197 | <b>Pernet Arnaud, Mira de Orduña Heidinger Ramón, Widmer Danielle, Riedo Anik, Mertenat Muriel, Cléroux Marilyn, Bourgeois Jean-Pascal, Vorlet Olivier et Frohmann Charles:</b> Dosage en continu des sucres et de l'alcool pendant les fermentations par spectroscopie proche infrarouge   |
| 3                              | 186–191 | <b>Reynard Jean-Sébastien, Brodard Justine et Viret Olivier:</b> Distribution des maladies virales dans le vignoble de La Côte (VD)   |
| 3                              | 178–183 | <b>Spring Jean-Laurent, Verdenal Thibault, Zufferey Vivian et Viret Olivier:</b> Fumure azotée en viticulture: influence de la période d'application  |
| 4                              | 216–222 | <b>Trivellone Valeria, Cara Corrado et Jermini Mauro:</b> Répartition spatio-temporelle de la cicadelle <i>Scaphoideus titanus</i> Ball dans l'agroécosystème viticole  |
| 2                              | 96–101  | <b>Verdenal Thibault, Zufferey Vivian, Lorenzini Fabrice, Dienes-Nagy Agnes, Spangerberg Jorge, Spring Jean-Laurent et Viret Olivier:</b> Distribution de l'azote dans la vigne: impact de la période d'application de l'urée foliaire  |
| 4                              | 244–230 | <b>Zufferey Vivian, Spring Jean-Laurent, Voinesco Francine, Viret Olivier et Gindro Katia:</b> Etude du folletage des grappes sur le cépage Humagne rouge   |
| <b>Fiches techniques</b>       |         |   |
| 4                              | 241–244 | <b>Baroffio Catherine et Carron Claude-Alain:</b> Pyrrolizidines dans les plantes, est-ce un danger?  |
| 2                              | 103–114 | <b>Kehrli Patrik, Pasquier Denis, Kuske Stefan, Reynard Jean-Sébastien, Viret Olivier, Siegfried Werner, Gindro Katia, Linder Christian et Dubuis Pierre-Henri:</b> Fiches techniques viticoles: eudémis, court-noué, esca, pourriture grise, cicadelle verte, mildiou  |
| 3                              | 161–166 | <b>Linder Christian, Kehrli Patrik, Kuske Stefan, Viret Olivier, Baroffio Catherine, Huber Benno, Kopp Max, Marazzi Cristina et Mariéthoz Jimmy:</b> <i>Drosophila suzukii</i> en viticulture: recommandations 2015 / Stratégie de lutte contre <i>Drosophila suzukii</i> dans les fruits à noyau / <i>Drosophila suzukii</i> : stratégie 2015 pour les petits fruits |
| <b>Arboriculture</b>           |         |   |
| 6                              | 356–362 | <b>Gabioud Rebeaud Séverine, Cotter Pierre-Yves et Christen Danilo:</b> Influence du stade de maturité, de la température et du traitement au 1-MCP sur la qualité des abricots   |
| 3                              | 168–175 | <b>Knieling Sven et Monney Philippe:</b> Optimisation de l'irrigation des jeunes vergers  |
| <b>Agroécologie</b>            |         |   |
| 4                              | 252–258 | <b>Vonlanthen Olivier, Fleury Dominique et Delabays Nicolas:</b> Influence du mode de production sur les carabes en verger de pommiers  |
| <b>Protection des végétaux</b> |         |   |
| 3                              | 152–158 | <b>Baroffio Catherine, Borg-Karlsson Anna, Cross Jerry, Fountain Michelle, Guibert Virginie, Hall David, Ralle Baiba, Richoz Pauline, Rogivue Aude, Sigsgaard Lene, Trandem Nina et Wibe Atle:</b> Comment attirer deux ravageurs des framboises dans un même piège?  |

| N <sup>os</sup>            | Pages   | Auteurs – Titres   |
|----------------------------|---------|--|
| 6                          | 344–352 | <b>Gindro Katia, Lecoultré Nicole, De Joffrey Jean-Pierre, Schnee Sylvain, Voinesco Francine, Viret Olivier et Dubuis Pierre-Henri:</b> Un outil moléculaire pour détecter précocement le mildiou, l'oïdium et la pourriture grise dans les tissus de la vigne |
| 5                          | 318–322 | <b>Vonlanthen Olivier et Kehrli Patrik:</b> Caractérisation et apparition des formes hivernale et estivale de <i>Drosophila suzukii</i>  |
| <b>Cultures sous serre</b> |         |  |
| 2                          | 88–93   | <b>Fischer Serge et Klötzli Françoise:</b> Gestion d' <i>Aculops lycopersici</i> (Acari, Eriophyidae), agent de l'acariose bronzée de la tomate  |
| 4                          | 244–250 | <b>Gilli Céline, Camps Cédric et Fleury Yannick:</b> Economie d'énergie pour la culture de tomates en serre avec la déshumidification par condensation   |
| <b>Baies</b>               |         |  |
| 6                          | 364–370 | <b>Ancay André et Carlen Christoph:</b> Production de framboises sur substrat: choix du volume du pot et du type de substrat   |
| <b>Horticulture</b>        |         |  |
| 5                          | 290–297 | <b>Camps Cédric et Gilli Céline:</b> Utilisation de la spectroscopie FT-NIR pour prédire l'élasticité superficielle et globale de la tomate lors de l'évolution en shelf-life  |
| 2                          | 124–130 | <b>Fleury Yannick, Lefort François, Camps Cédric et Sigg Pascal:</b> Effets de micro-organismes contre <i>Pythium</i> spp. et sur la croissance de jeunes plants de lisianthus   |
| <b>Plantes médicinales</b> |         |  |
| 5                          | 280–288 | <b>Carron Claude-Alain, Kindlovits Sarà, Baroffio Catherine et Carlen Christoph:</b> Densité de semis et date de récolte: effet sur le rendement et la qualité de <i>Pimpinella peregrina</i> L.   |
| <b>Actualités</b>          |         |  |
| 3                          | 198–201 | <b>Bravin Esther et Dietiker Dominique:</b> SOA 2014: régulation de la charge et comparaison des variétés  |
| 5                          | 324–328 | <b>Bravin Esther, Perren Sarah et Naef Andreas:</b> La production de pommes sans résidus est-elle rentable?  |
| 4                          | 266–269 | <b>Kuster Thomas et Schweizer Simon:</b> Eclaircissage des pommiers et des poiriers au métamitron  |
| 4                          | 260–263 | <b>Marchand David:</b> Résultats de l'enquête vaudoise « <i>Drosophila suzukii</i> et pourriture acide en 2014»  |
| 2                          | 134–137 | <b>Schweizer Simon, Höhn Heinrich, Kuske Stefan et Naef Andreas:</b> Influence des mesures de réduction de la dérive   |
| 5                          | 329     | <b>Viret Olivier et Dupraz Philippe:</b> Hommage à Jean-Jacques Brugger  |
| 6                          | 384–388 | <b>Viret Olivier, Spring Jean-Laurent et Zufferey Vivian:</b> 2015, le millésime du siècle?  |
| <b>La page de CHANGINS</b> |         |  |
| 3                          | 205     | <b>Briguet Conrad:</b> Ecole supérieure (ES) de technicien/ne vitivinicole   |
| 2                          | 141     | <b>Briguet Conrad:</b> Heureuse retraite, Philippe Dupraz!   |
| 4                          | 270     | <b>Cellery Romain:</b> Enfin un diplôme officiel pour les sommeliers suisses   |
| 6                          | 391     | <b>Ducruet Julien:</b> Macrowine 2016 à CHANGINS   |
| 5                          | 333     | <b>Riesen Roland:</b> Un nouveau professeur de viticulture à CHANGINS  |
| <b>Portraits</b>           |         |  |
| 2                          | 139     | <b>Enz Carole:</b> Simon Schweizer: de l'électronique à la pomologie   |
| 3                          | 203     | <b>Rohrer Eliane:</b> Jean-Sébastien Reynard: les pieds sur terre, la tête dans le microscope  |
| 5                          | 331     | <b>Rohrer Eliane:</b> Ramón Mira de Orduña Heidinger, à l'écoute du monde micro-organique  |



## Agrovina, votre prochain rendez-vous avec la recherche Agroscope

Du 26 au 29 janvier 2016, Agroscope vous donne rendez-vous à Agrovina, Martigny (VS). Vous pourrez rencontrer les chercheurs-euses Agroscope, prendre connaissance de leurs travaux remarquables en arboriculture et viticulture et découvrir les publications éditées en collaboration avec l'AMTRA.

### 14<sup>e</sup> Journée suisse de l'arboriculture fruitière – mardi 26 janvier 2016, 8h30–11h30

Au programme de cette matinée: nouvelles variétés de poires et de pommes, méthodes prometteuses d'éclaircissage, irrigation goutte à goutte, protection des végétaux (notamment contre la tavelure) et techniques de conservation. Un intérêt particulier sera porté à la promotion de la qualité avec l'exemple du Limousin (F).

Une table ronde sur le marketing et la commercialisation des nouvelles variétés arboricoles en Suisse clora la matinée.

### Journée suisse de viticulture – mercredi 27 janvier 2016, 8h30–11h30

Les présentations reviendront sur les faits marquants de l'année viticole 2015. Les orateurs tenteront d'expliquer pourquoi les dégâts de *D. suzukii* sont peu nombreux en 2015 et débattront de l'avenir du fluopyram en viticulture. Il sera aussi question de climat et d'influence de l'alimentation en eau sur la qualité des raisins. Les travaux sur l'irrigation de précision menés à Montpellier (F), la biodiversité de la Petite Arvine et le comportement du Cornalin en fonction du terroir seront présentés sous l'angle de la qualité des vins.

Les conférences font l'objet d'une traduction simultanée français-allemand. ■

Programme détaillé sur [www.agrovina.ch](http://www.agrovina.ch)



## Nouveau – à commander dès maintenant! Principes de la fertilisation des cultures agricoles en Suisse

### PRIF 2016

Cette nouvelle publication sera disponible au printemps 2016 et la souscription est désormais ouverte!

Edités par Agroscope, les «PRIF 2016» 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 2016 paraîtront comme numéro hors-série de Recherche Agronomique Suisse, disponible sans majoration de prix pour les abonnés.

Pour les autres intéressés, le document peut être commandé au prix indicatif de CHF 16.– pour la version papier et CHF 6.– pour la version électronique à l'adresse:

[www.agroscope.ch/prif](http://www.agroscope.ch/prif)



Schweizerische Eidgenossenschaft  
Confédération suisse  
Confederazione Svizzera  
Confederaziun svizra

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

## Semoir étroit VT pour semis direct et simplifié disponible chez Alphatec

### Semis direct de plantes ou d'herbages

Améliore la structure du sol par les racines et la rétention d'eau – Evite l'érosion – Décompacte le sol par les racines entre les rangs de vigne ou d'arbres fruitiers – Augmente la portance du sol – Recherche des qualités du raisin via la propriété de certaines plantes (goût, vinification, etc.) – Système peu coûteux en énergie.

### Décompactage du sol

Deux opérations en un seul passage, semis et travail vertical du sol – La structure du sol est décompactée



verticalement par les disques Turbo® – Rétention de l'eau de pluie et meilleur échange capillaire – Activité naturelle du sol améliorée (coléoptères, vers de terre, capillarité, etc.) – Contact terre-graines idéal au semis.

### Modèle vergers

Tous les semoirs VT sont fabriqués sur mesure dans nos ateliers à Orbe. Chaque client peut choisir le montage approprié à ses besoins. Après quelques années d'expérience, le produit est commercialisé sous une forme aboutie depuis 2013–2014. ■

### Alphatec SA

Granges Saint-Martin 3 – 1350 Orbe  
Tél. 024 442 85 40 – Fax 024 442 85 45  
E-mail: [alphatec@alphatec-sa.ch](mailto:alphatec@alphatec-sa.ch)  
[www.alphatec-sa.ch](http://www.alphatec-sa.ch)

Publicité

# Alphatec

1350 Orbe  
Tél. 024 442 85 40

•  
Steinbruggstrasse 21  
8165 Oberweningen ZH  
Tél. 044 856 06 36



Présent  
à AGROVINA  
Stand  
1605



bogballe



HARDI

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



## PÉPINIÈRES VITICOLES CLAUDE & JACQUES LAPALUD

PLANTATION À LA MACHINE

1163 ÉTOY

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

mazout

Chauffage

refroidissement

Ventilation

climatisation

Sanitaire

Un seul partenaire

Depuis 1853, nous concevons et réalisons des systèmes thermiques, des réseaux d'eau et d'air dans les bâtiments répondant à toutes les attentes.

Actifs sur la partie vaudoise de l'Arc lémanique, nous vous conseillons et vous assistons très volontiers. Nous proposons notre service d'entretien en fonction de vos exigences.

Chez **Von Auw SA**, vous trouverez 85 professionnels attentifs à vos besoins de chaud, de froid ou d'installations sanitaires.



bureau technique • installations • entretien

1028 PRÉVERENGES • Route de Genève 3 • Tél. 021 804 83 00 • Fax 021 804 83 01 • www.vonauw.ch

bois

air

eau

gaz

géothermie

solaire

# Les Formes du passé

associées aux matières du futur

Cuvage  
Macération  
carbonique  
Elevage  
Assemblage  
Collage  
Affinage  
Stockage

Refroidir-réchauffer  
sans choc thermique  
(le soleil ou le vent  
du nord)

Tracé selon le  
Nombre d'Or

La dynamique  
des jus est  
favorisée en  
période de  
fermentation

Les lies sont  
maintenues en  
suspension

Micro  
oxygénation

Pied  
indépendant  
avec passage  
«palettes»

Fabrication  
suisse

Matière synthétique neutre PEHD (sans bisphénol)  
Couvercle et robinetterie inox 316L  
Vanne de vidange 11/2"  
Nettoyage simple  
Déplaçable plein (transpalette)

**Poids:** env. 40kg (à vide)

**Volume:** 580 litres

**Dimension:** hauteur avec pieds 180 cm

**Encombrement au sol:** 99 x 99 cm

**Option:** Ceinture de basculage

## Cuve Ovoïde Serex™

Poids plume pour un œuf



Construction Plastique

CH-1070 Puidoux [t] 021 946 33 34

[www.ovoide.ch](http://www.ovoide.ch) [cs@serex-plastics.ch](mailto:cs@serex-plastics.ch)



Présent à  
26-29 JANVIER 2016

[WWW.AGROVINA.CH](http://WWW.AGROVINA.CH)

**AGROVINA**