

# VITICULTURE ARBORICULTURE HORTICULTURE



J U I L L E T - A O Û T 2 0 1 9 | V O L . 5 1 | N ° 4



## Viticulture

Quelle protection contre les parasites? [Page 226](#)

Quel entretien du sol? [Page 233](#)

Bilan de trois années de lutte contre la flavescence dorée dans le canton de Vaud [Page 240](#)

## Arboriculture

Caractérisation génétique de la variété «Petite poire à grappe»  
utilisée pour la production de Poire à Botzi AOP [Page 248](#)



# Les Formes du passé

associées aux matières du futur

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

La dynamique des jus est favorisée en période de fermentation

Micro oxygénation

Tracé selon le Nombre d'Or

Les lies sont maintenues en suspension

Pied indépendant avec passage «palettes»

Fabrication suisse

Cuvage  
Macération carbonique  
Elevage  
Assemblage  
Collage  
Affinage  
Stockage



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)





**Photographie de couverture:**  
**Vignobles de Lavaux et de La Côte.**  
Photographies Carole Parodi,  
Agroscope.

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

#### Editeur

AMTRA (Association pour la mise en valeur des travaux de la recherche agronomique), avenue des Jordils 5, 1006 Lausanne, Suisse.  
www.revuevitiarbohorti.ch – ISSN 0375-1430

#### Rédaction

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

#### Comité de lecture

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

#### Publicité

Inédit Publications SA, Laura Di Stefano  
Avenue de Rumine 37, CP 900, 1001 Lausanne, tél. +41 021 695 95 83

#### Préresse

Inédit Publications SA, 1001 Lausanne

#### Impression

Stutz Medien AG, 8820 Wädenswil

#### Parution

6 fois par an

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

#### Tarifs des abonnements

	Simple	Tout compris
	Imprimé/En ligne et App	Imprimé + En ligne + App
Suisse	CHF 60.–	CHF 70.–
Europe	CHF 70.–	CHF 80.–
Etranger	CHF 72.–	CHF 82.–

#### Abonnements et commandes

AMTRA  
Avenue des Jordils 5, 1006 Lausanne  
Tél. +41 79 157 13 85  
E-mail: info@revuevitiarbohorti.ch  
ou www.revuevitiarbohorti.ch

#### Versement

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

#### Commande de tirés à part

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

# Sommaire

Juillet-Août | Vol. 51 | N°4

- 
- 221 **Editorial**
- 
- 225 **Viticulture: Information technique**  
**Les solutions simples sont rares,**  
**en viticulture comme ailleurs**  
Grégoire Nappey
- 226 **Quelle protection contre les parasites?**  
Richard Pfister, Louis-Philippe Bovard,  
François Murisier, David Rojard  
et Olivier Viret
- 233 **Quel entretien du sol?**  
Richard Pfister, Louis-Philippe Bovard,  
François Murisier, David Rojard  
et Olivier Viret

---

#### Viticulture

- 240 **Bilan de trois années de lutte**  
**contre la flavescence dorée**  
**dans le canton de Vaud**  
Santiago Schaerer, Michel Jeanrenaud  
et Christian Linder

---

#### Arboriculture

- 248 **Caractérisation génétique de la variété**  
**«Petite poire à grappe» utilisée**  
**pour la production de Poire à Botzi AOP**  
Nicolas Garnier, Dominique Ruggli,  
Julien Crovadore, Bastien Cochard,  
Romain Chablais et François Lefort

---

#### Arboriculture

- 256 **Entreposage frigorifique**  
**de la poire CH201 en atmosphère**  
**normale et contrôlée**  
Séverine Gabioud Rebeaud,  
Pierre-Yves Cotter et Danilo Christen

---

#### Information technique

- 262 **Problèmes d'affinité dans les cultures**  
**de cerises douces**  
Tanja Sostizzo, Beatrix Buchmann,  
Markus Bünter et Michael Petruschke



# Flavy FX ICS

## La filtration tangentielle Bourbes **et** Vins



### La solution "2 en 1" pour filtrer toute l'année.

Forte de son expertise en filtration des vins, Bucher Vaslin développe la technique de filtration tangentielle pour le traitement des bourbes pendant les vendanges.

Bourbes et Vins sont ainsi traités avec le même filtre, pour un fonctionnement toute l'année.

Cette nouvelle solution "2 en 1" présente plusieurs atouts : une valorisation du produit fini, un gain économique indéniable et une réelle valeur ajoutée pour la cave.

#### Nos concessionnaires agréés :

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

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

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

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

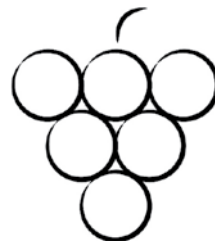
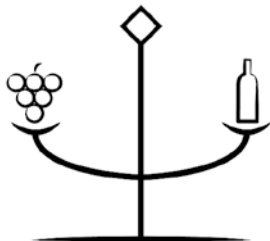
**Bucher Vaslin - Philippe Besse**  
CH-1787 Mur/Vully - Tél. 079/217 52 75  
philippe.besse@buchervaslin.com

**BUCHER**  
vaslin

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

# La Bourse des Vins

## Plateforme de courtage en ligne



[www.bourse-des-vins-suisse.ch](http://www.bourse-des-vins-suisse.ch)

Inscrivez-vous dès maintenant



## Préserver et innover en viticulture



**Olivier Viret**  
 Chef du centre de compétence  
 vitivinicole et cultures spéciales,  
 Etat de Vaud

La vigne se cultive dans le monde depuis la nuit des temps. Mentionnée dans la bible sous toutes ses formes, le raisin et le vin font partie de l'humanité. Cette plante pérenne et ses fruits évoquent le plaisir, la longévité, la fête sans oublier le sang du Christ symbolisé dans la religion chrétienne par le vin. De la famille des lianes, elle fait partie des plantes les plus plastiques face aux variations climatiques, aux types de sols, aux façons de la maîtriser par la taille, toujours disposées à mobiliser des bourgeons latents pour former de nouveaux rameaux. Sa capacité d'adaptation et les plaisirs qu'évoque le vin expliquent en partie les raisons de son extension mondiale sur 7,4 millions d'hectares (OIV, 2018), alors que le vin n'est pas une denrée alimentaire de première nécessité.

La vigne est exposée à un nombre important de pathogènes fongiques et de ravageurs pouvant lourdement compromettre la récolte en cas de fortes épidémies. De ce fait, l'homme s'est longtemps contenté de ce que la nature était en mesure de lui fournir, au risque de ne récolter que peu de raisins de piètre qualité. Il valorisait alors au mieux sa vendange pour obtenir une boisson alcoolisée généralement plus saine que l'eau contaminée de germes en tous genres. La fin du XIX<sup>e</sup> siècle voit une recrudescence de problèmes phytosanitaires qui mettent en danger la culture de la vigne en Europe. Avec l'oïdium, le phylloxéra, le mildiou et les vers de la grappe, venus s'ajouter à la pourriture grise des raisins, la culture de la vigne s'est non seulement considérablement compliquée, mais a vu ses surfaces diminuer massivement. Les premiers produits phytosanitaires – bouillie bordelaise et soufre – ont été salvateurs et ont redonné espoir aux vigneron. Depuis, la chimie moderne a proposé progressivement des molécules actives, plus efficaces, plus spécifiques, moins rémanentes, pouvant être sujettes à la résistance des pathogènes impliquant des stratégies d'alternance relativement complexes et pouvant laisser des traces infimes dans le raisin ou le vin. Les produits phytosanitaires doivent être homogènes, standardisés, formulés de manière à garantir leur efficacité et sont de ce fait issus de la synthèse chimique, comme la très large majorité des produits d'hygiène, de cosmétique, les médicaments, les détergents, les peintures ou les désinfectants. En agri-culture les produits de synthèses sont aujourd'hui dénigrés, bien qu'ils soient homologués par les offices fédéraux en charge de la santé publique, de l'environnement et de l'agriculture et que leur emploi soit strictement réglementé.

Comment imaginer dès lors la viticulture de demain sans l'usage de produits de protection contre les maladies fongiques et contre certains ravageurs ou sans l'usage ponctuel d'herbicides ? Les viticultures biologique et biodynamique offrent des itinéraires de cultures plus restrictifs en se limitant à l'usage de soufre et de cuivre en plus de préparations à base d'extraits de plantes. Ils relèvent toutefois de nouveaux défis en termes de frais de production, d'accumulation de métaux lourds dans les sols et de concurrence des adventices pour la vigne. Les initiatives populaires pour « une Suisse libre de pesticides de synthèse » qui concerne également les produits agricoles importés et « pour une eau potable propre et une alimentation saine » compromettent l'ensemble de la production agricole, notamment du fait que le cuivre et le soufre sont formulés à l'aide d'adjuvants issus de la synthèse. Les informations techniques de ce numéro dédiées à l'usage des produits phytosanitaires et à l'entretien des sols en viticulture ont pour objectif d'informer sur la nécessité de lutter contre les maladies et les ravageurs, d'expliquer les différentes façons de cultiver la vigne pour alimenter le débat de manière constructive.

GIGANDET SA

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

Notre expérience dans vos projets sur mesure

**Réception vendange****Pressoir****Filtre tangentiel****Oenopompe®****ADRESSES GÉNÉRALES**

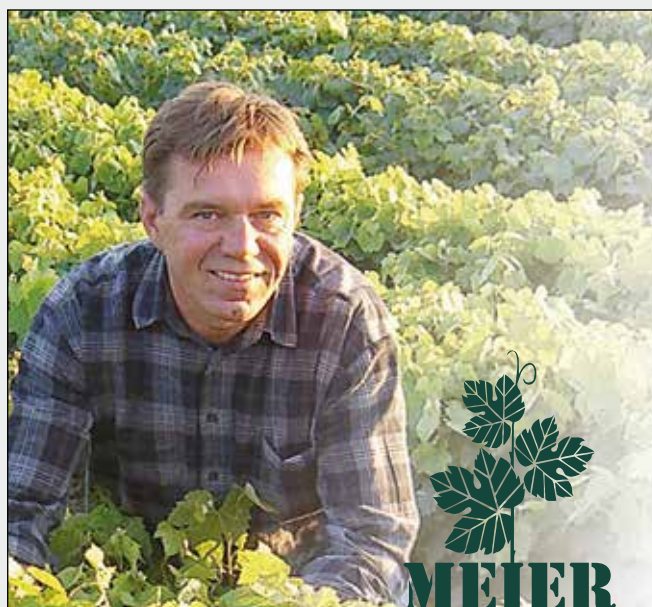
**Gigandet SA** Succursale de la Côte  
Les Jaccolats 1 1166 Perroy  
1853 Yvorne

**POUR NOUS CONTACTER**

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

**POUR PLUS D'INFORMATION**

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

**PLANTS DE VIGNE**

Pour une viticulture moderne  
couronnée de succès

**PÉPINIÈRES VITICOLES ANDREAS MEIER & Co.**  
5303 Würenlingen | T 056 297 10 00  
office@rebschule-meier.ch | [www.vignes.ch](http://www.vignes.ch)

**La glace carbonique de PanGas  
pour les vigneron**

Refroidissement des moûts – macération à froid



ICEBITZZZ™ de la glace  
carbonique et plus encore

Pellets 3 mm  
16 mm

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

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





**TOP**

## Merci beaucoup de votre collaboration

Nous vous souhaitons de  
belles vendanges



**Omya Agro**

[www.omya-agro.ch](http://www.omya-agro.ch)  
062 789 23 36

## NOS ARTICLES POUR LA VIGNE

Piquets vigne – Tuteurs – Fils de fer  
Ecarteurs toutes marques – Sécateurs  
Agraffes de palissage – Tendeurs fils  
Amares – Chaises viticoles – Filets latéraux  
Effaroucheurs d'oiseaux – Poudreuses  
Ficelles – Attacheuse Mage – etc.

POUR TOUS RENSEIGNEMENTS  
OU COMMANDES,  
UN SEUL NUMÉRO: 079 332 24 21

**LINIGER** agro  
SA  
PHYTOSANITAIRES - ENGRAIS  
1267 Vich

Contact: Jean-Yves Suardet, mobile 079 332 24 21

Route de l'Étraz 8, 1267 Vich  
Tél. 022 361 45 39  
E-mail: [info@linigeragro.ch](mailto:info@linigeragro.ch)

**Piquets de vigne en acier galvanisé**



**Zimmermann sa**

➔  
nouvelle gamme  
**en acier inox**  
**ZIGINOX**

**PaliSystem**  
Fabrication suisse

www.zimmermannsa.ch 

**CMZimmermann SA**  
**1268 Begnins**

**Un système de palissage complet et unique**

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

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



**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**

**FELCO®**  
SWISS+MADE



Swiss Precision. Made to Last.

**FELCO 14 NOUVEAUTÉ! FELCO 15**  
**avec poignée rotative**

Les sécateurs les plus compacts et les plus légers de la gamme FELCO

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



# Les solutions simples sont rares, en viticulture comme ailleurs

Grégoire NAPPEY, Prométerre, avenue des Jordils 1 et 3, 1001 Lausanne, Suisse

A la cave, au marché, au café ou entre amis: le sujet est omniprésent dans le quotidien de ceux qui travaillent la terre. « Et vous, qu'est-ce que vous mettez comme produits dans vos vignes ? » « Vous êtes bio ? Non ? Pourquoi ? » Plus que jamais, la population s'interroge sur la manière dont sont conçus les produits qu'elle consomme. Quelle intervention, quel bilan carbone, quelle implication sur l'environnement? L'intérêt est particulièrement fort lorsqu'il s'agit d'alimentation, solide ou liquide, plaçant l'agriculture en première ligne de ces débats.

Il est normal que ceux qui cultivent des plantes ou élèvent des animaux soient renvoyés à leur responsabilité envers la société. Affaire de santé publique, de qualité de vie, finalement. Il est moins normal que les vigneron·nes en particulier et les paysans en général deviennent les souffre-douleur d'un monde qui cultive, lui, les contradictions. Bien entendu que les professionnels du terroir ne sont pas là pour empoisonner leur environnement, humain et naturel. Et ils le savent, conscients qu'ils sont de leur mission de fournir à la population une alimentation saine et de qualité. Mais on ne peut pas leur laisser à eux seuls le devoir d'entretenir et de préserver la planète et ses habitants. Ce travail-là est absolument et définitivement collectif; l'ensemble des secteurs de l'économie sont concernés, en particulier certains dont on parle peu dans ce contexte, comme la santé ou la cosmétique. Sans oublier ceux qu'il faudrait peut-être mettre en tête de liste: les consommateurs. Car un marché existe autant par ce qui s'y produit et ce qui s'y fabrique que par ce qui s'y achète. C'est la bonne vieille loi de l'offre et de la demande, conférant à tous les acteurs des filières un rôle important.

## En quête de la meilleure durabilité possible

Revenons aux vigneron·nes et à leurs collègues paysans. Ils produisent ce que les gens ont envie de consommer, certes. Mais en même temps, ils ne cessent de réfléchir à la manière dont ils peuvent produire dans les meilleures conditions possibles, avec la meilleure durabilité possible;

ce qui implique non seulement l'environnement, mais aussi les dimensions économiques, on l'a vu, et sociales, à savoir la viabilité du monde agricole. Cette réflexion n'est pas nouvelle. Depuis des décennies maintenant, la viticulture comme les autres pratiques agricoles font l'objet de recherches, d'expériences et de nouvelles réglementations-cadres, à l'image des prestations écologiques requises (PER) qui, rappelons-le, remontent aux années 90 et déterminent l'octroi des paiements directs. Point de quête soudaine de bonne conscience verte ici, mais la conviction que la terre comme les animaux qui y sont élevés doivent être bichonnés: on ne va tout de même pas péjorer son principal outil de travail!

Quel que soit le mode de production, bio ou pas, la vigne doit être protégée contre les nuisibles. Mais ce travail peut s'envisager de différentes manières: tout est question d'équilibre et de pragmatisme. L'approche choisie par le professionnel n'est pas qu'une affaire de principe; elle dépend de contraintes naturelles, géographiques, techniques ou économiques.

Dans ce monde complexe, les solutions simples sont rares. Or beaucoup de conclusions simplistes circulent dans l'esprit de gens voulant dicter à l'agriculture ce qu'elle doit faire sans en connaître les nombreuses contraintes. Cette situation conduit à une stigmatisation des paysans et vigneron·nes qui, au final, ne servira personne. Il y a un bel avenir dans le développement d'une agriculture consciente des enjeux du monde. A condition de lui laisser la sérénité suffisante pour accomplir ce travail et de ne pas l'emprisonner dans des certitudes irréalistes. Il en va de notre durabilité et de notre identité à tous.

Page 226 : Viticulture lémanique: quelle protection contre les parasites?

Page 233: Viticulture lémanique: quel entretien du sol?

## Quelle protection contre les parasites?

Ce travail a été réalisé sous le patronat de la Fondation Louis-Philippe et Anne-Christine Bovard. Richard PFISTER<sup>1</sup>, Louis-Philippe BOVARD<sup>2</sup>, François MURISIER<sup>3</sup>, David ROJARD<sup>4</sup> et Olivier VIRET<sup>5</sup>

<sup>1</sup> Ingénieur œnologue consultant, 1623 Semsales, Suisse

<sup>2</sup> Domaine Louis Bovard, place d'Armes 2, 1096 Cully, Suisse

<sup>3</sup> Route du Tirage 29, 1806 Saint-Légier-La Chiésaz, Suisse

<sup>4</sup> Proconseil Sàrl, avenue des Jordils 1 et 3, 1080 Lausanne, Suisse

<sup>5</sup> Direction générale de l'agriculture, de la viticulture et des affaires vétérinaires (DGAV), 1110 Morges, Suisse



Figure 1 | Parcelles de vigne dans le Dézaley. (Grégoire Chappuis, gc-photo.ch)

### Introduction

La pollution et la protection de l'environnement sont des préoccupations importantes de la société d'aujourd'hui et le consommateur se soucie de la qualité des aliments qu'il consomme. Il cherche notamment à connaître et comprendre les conditions d'élaboration des vins qu'il déguste. Force est de constater qu'il est bien souvent confronté à de nombreux problèmes de compréhension.

Comment le consommateur peut-il apprécier à sa juste valeur le travail complexe du vigneron qui, selon les régions, cultive sa vigne dans des conditions très diverses? En ne considérant que le vignoble vaudois des bords du lac Léman, on comprendra aisément que

la culture de vignes escarpées et difficilement mécanisables du Dézaley (fig. 1) est fort différente de celle d'un coteau en faible pente à La Côte (fig. 2).

Comment le consommateur peut-il comprendre les enjeux de l'élaboration d'un vin issu d'une production intégrée, biologique ou biodynamique? Sachant que la pression des maladies fongiques et des ravageurs est étroitement liée aux conditions climatiques qui prévalent dans une région, le nombre d'applications phytosanitaires et le choix des produits de traitements varieront sensiblement entre une région humide et une région chaude et fraîche.

Le sol et le climat ne sont que deux éléments parmi beaucoup d'autres à prendre en considération avant





Figure 2 | Parcelles de vigne à La Côte. (Carole Parodi, [www.agroscope.ch](http://www.agroscope.ch))

de pouvoir disposer d'une bonne vision de la problématique. Aussi, il nous a paru important de présenter dans cet article les lignes directrices de la protection phytosanitaire des vignes selon les principes de production intégrée, biologique et biodynamique.

### Le problème des parasites

Cultivée depuis des millénaires, la vigne est subdivisée en trois groupes distincts: européen, américain et asiatique, avec, pour chacun, des caractéristiques différentes. Aujourd'hui, la grande majorité des cépages cultivés pour la production de vin est issue du groupe européen, *Vitis vinifera*.

### Le vignoble européen face à de nouveaux parasites

Vers la moitié du XIX<sup>e</sup> siècle, plusieurs parasites provenant d'Amérique du Nord ont fait leur apparition en Europe et ont failli anéantir les vignobles (fig. 3). Les cépages européens sont tous sensibles aux maladies et ravageurs provenant d'Amérique du Nord et ne sont pas en mesure de se défendre efficacement. Quelques années après le vignoble français, d'immenses dégâts ont été causés en Suisse par deux champignons, d'abord l'oïdium dès 1863, puis le mildiou à partir de 1886. Ces deux champignons sont toujours présents et

sont les principaux parasites contre lesquels les producteurs doivent lutter aujourd'hui. Un puceron, le phylloxéra, a été introduit en Europe en 1874 et a détruit près de la moitié du vignoble en quelques années.

### Sauvegarde du vignoble européen

Le monde viticole a donc dû réagir et trouver des solutions afin de sauver ses vignes.

Après une quinzaine d'années de tâtonnements, le phylloxéra a été jugulé grâce au greffage des vignes européennes sur des plants de vignes américaines, résistantes à la forme souterraine du puceron. L'oïdium et le mildiou ont été contrôlés par le traitement des feuilles et des grappes par des traitements à l'aide de soufre et de cuivre respectivement, appliqués à intervalles réguliers. Grâce à la découverte de ces moyens de lutte efficaces, la production viticole a pu être maintenue après des années très difficiles, beaucoup de vigneronnes ayant dû cesser leur activité, si bien que la viticulture suisse est passée de 32 000 ha en 1896 à 18 700 ha en 1918 et 14 800 actuellement.

De nombreux autres parasites menacent le vignoble et nécessitent aussi des traitements, comme la pourriture grise par exemple, présente avant l'arrivée de l'oïdium et du mildiou en Europe (fig. 3 et 4).

### Les nouveaux défis phytosanitaires

De nouveaux parasites sont apparus plus récemment, notamment la flavescence dorée, un organisme proche des bactéries et mortel pour la vigne, ainsi que la drosophile du cerisier (*Drosophila suzukii*), une petite mouche venue d'Asie qui pond ses œufs dans les raisins. Suite aux changements climatiques et aux nombreux échanges commerciaux internationaux, d'autres parasites feront presque inévitablement leur apparition ces prochaines dizaines d'années, dont les impacts sont aujourd'hui difficiles à prévoir.

### Lutte phytosanitaire

#### Lutte chimique

Jusqu'en 1955, cuivre et soufre sont les seuls produits de traitement utilisés pour lutter contre les champignons parasites de la vigne. Des produits plus spécifiques et performants, communément appelés de synthèse (voir encart), font leur apparition à partir de la fin des années 1950 et suscitent un grand intérêt auprès des vignerons. Certains ont un effet curatif permettant de guérir les plantes déjà atteintes, contrairement au cuivre et au soufre, qui n'ont qu'un effet préventif et n'éliminent pas les maladies lorsqu'elles sont déjà présentes.

La mise sur le marché d'un produit phytosanitaire suit une procédure stricte tenant compte de l'efficacité du produit et des risques pour l'environnement et la santé humaine. Certains produits naturels sont aussi soumis à des restrictions, comme le cuivre, qui est un

métal lourd s'accumulant dans les sols, ou le pyrèthre, un puissant insecticide très polyvalent extrait d'un chrysanthème. Relevons qu'il n'y a pas de différence fondamentale entre une molécule naturelle et une molécule synthétique en matière de toxicité.

Un nombre restreint de produits de traitement est autorisé pour l'ensemble des modes de production (production intégrée, biologique ou biodynamique). Les limites de concentration en résidus admissibles sont établies par l'Office fédéral de la santé publique pour chaque denrée alimentaire et pour le vin, en tenant compte de leurs effets spécifiques sur la santé humaine en accord avec les normes internationales. Les effets cumulatifs de plusieurs traces de résidus différents ne sont pas pris en considération, du fait que leur identification est non seulement compliquée, mais doit également tenir compte des multiples paramètres en lien avec l'hygiène générale de vie.

Le choix de la matière active relève des compétences du vigneron et leur application nécessite un soin particulier. Avant toute utilisation, le praticien dilue fortement tous les produits de traitement dans de l'eau avant de les appliquer sur les vignes. Aussi, sachant que les champignons peuvent développer des résistances envers des produits de synthèse très spécifiques, le producteur évitera une utilisation fréquente d'un même produit et privilégiera l'alternance des matières actives.

Grâce aux travaux de la recherche agronomique suisse, d'autres pistes existent aujourd'hui pour la protection de nos vignobles.

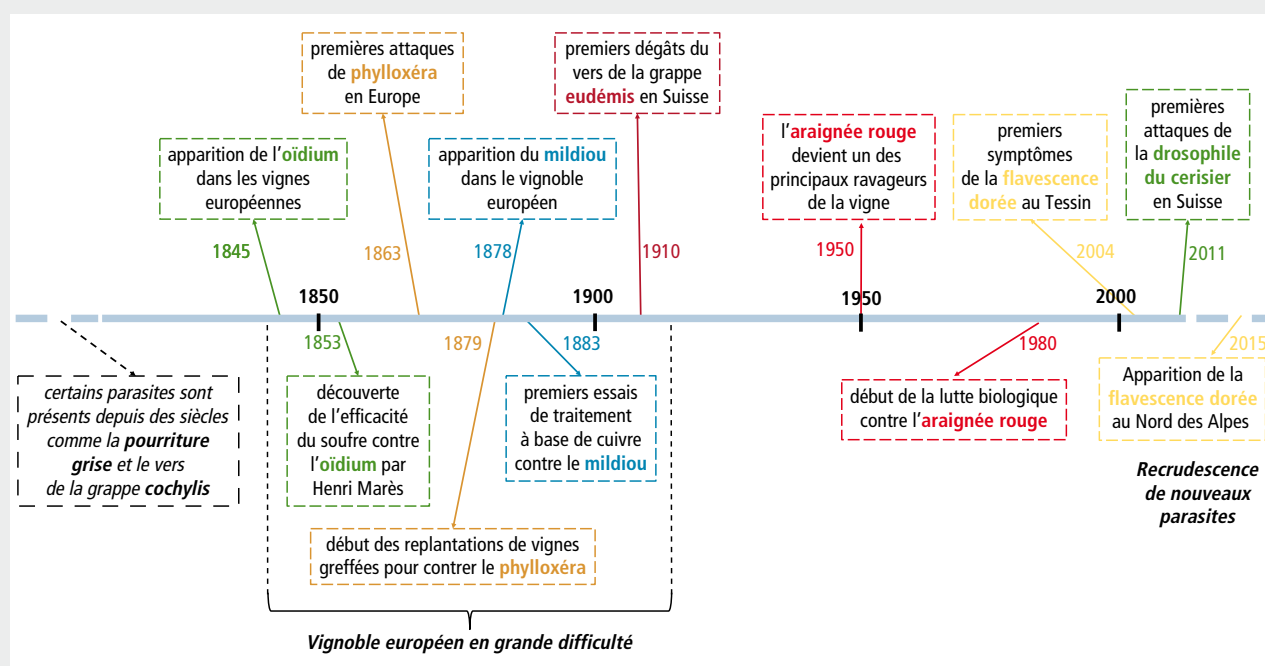


Figure 3 | Deux siècles d'attaques de parasites dans le vignoble suisse.

### Qu'est-ce qu'une synthèse?

De nombreuses synthèses ont lieu en permanence au sein des organismes vivants pour fabriquer les diverses substances constitutives, énergétiques ou fonctionnelles dont ils ont besoin pour subsister, croître et se multiplier. La vigne synthétise elle-même, par exemple, plusieurs composés afin de se défendre face aux attaques de parasites ou aux stress comme la sécheresse. Toutefois, ces composés ne sont le plus souvent pas assez actifs pour lui permettre de se défendre seule.

Une synthèse se définit comme un enchaînement de réactions chimiques mis en œuvre pour obtenir différents produits finaux. La synthèse peut être non combinatoire en reproduisant chimiquement un produit naturel ou combinatoire en vue de créer de nouveaux produits n'existant pas à l'état naturel.

### Lutte préventive

En Suisse, une part importante de la lutte contre les parasites est préventive afin de réduire les risques d'apparition et de limiter les dégâts, d'une part en créant des conditions défavorables à leur développement en entretenant les vignes (gestion du feuillage à proximité des grappes en vue d'améliorer leur aération, cisailage des sarments trop longs, etc.), d'autre part en aménageant des zones favorables aux prédateurs naturels des ravageurs. Les traitements contre ces ravageurs deviennent ainsi exceptionnels, puisqu'ils sont désormais essentiellement gérés par lutte biologique.

Une réduction des intrants phytosanitaires en viticulture passe par le développement de cépages résistants aux principales maladies fongiques (Spring 2019). De nouveaux cépages résistants à certaines

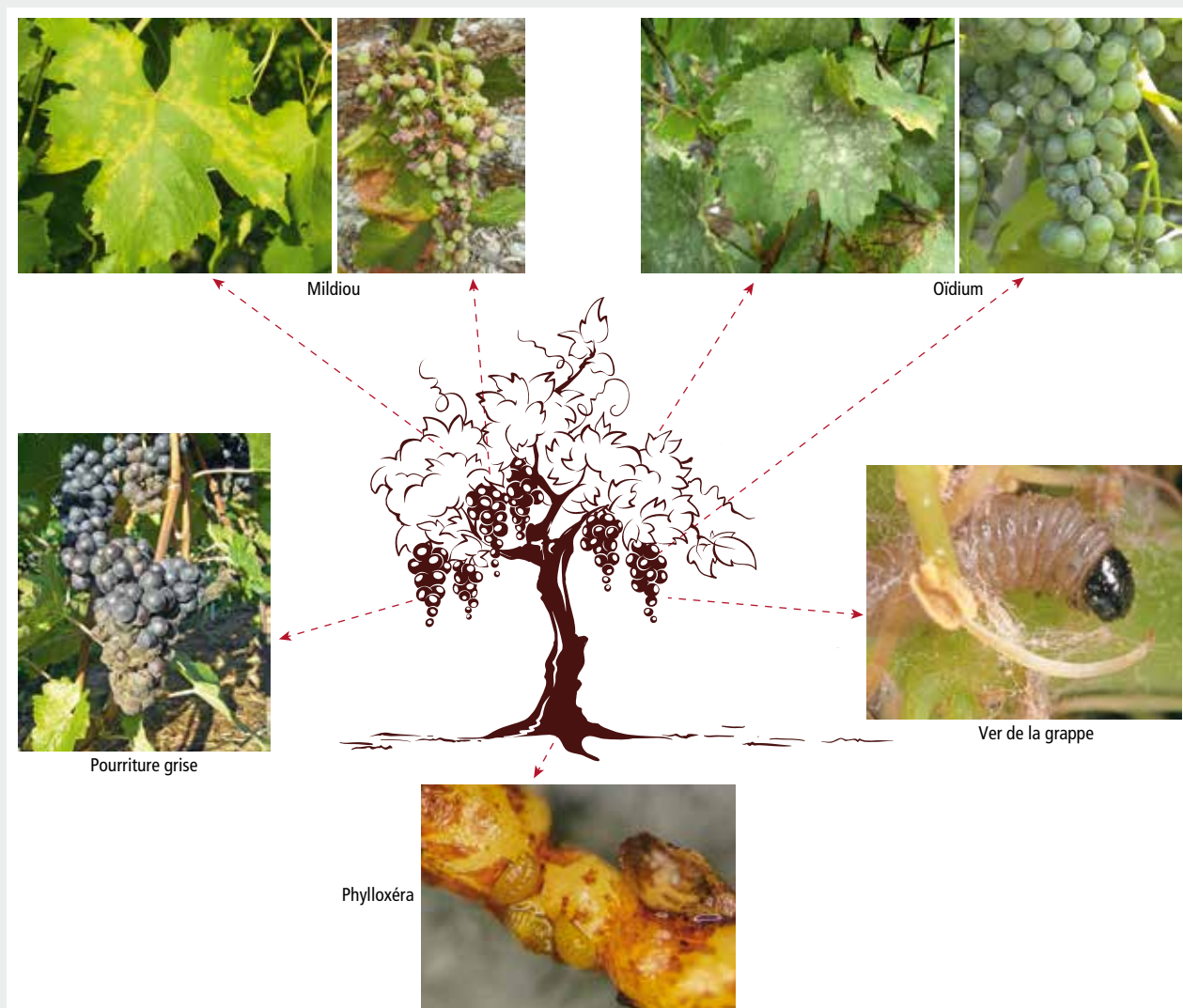


Figure 4 | Quelques parasites viticoles.






maladies fongiques (pourriture grise, mildiou, oïdium) ont fait leur apparition depuis la fin du XX<sup>e</sup> siècle. Obtenus par croisement entre une vigne européenne et une vigne américaine ou asiatique, ces cépages permettent de limiter le nombre de traitements. Le principe étant de garder les qualités sensorielles des cépages européens tout en bénéficiant des résistances naturelles de certains cépages américains ou asiatiques. Cette voie de recherche intéressante est en

pleine extension. Les viticulteurs disposent aujourd’hui de nouveaux cépages résistants à la pourriture du raisin, au mildiou et à l’oïdium (Spring 2019).

**Les différentes méthodes de production**

Le tableau 1 présente, dans les grandes lignes, les trois méthodes de production: intégrée, biologique et biodynamique. Il permet d’apprécier les contraintes imposées au viticulteur.

**Tableau 1 | Les différentes méthodes de lutte phytosanitaire autorisées et leurs contraintes.**

		 Production intégrée	 Production biologique	 Production biodynamique
<b>Contre les insectes (insecticides)</b>	Produits de synthèse	oui	–	–
	Huiles minérales/végétales	oui	oui	oui
	Bactéries	oui	oui	oui
	Extraits de plantes/minéraux, bactéries	oui	oui	oui
	Confusion sexuelle	oui	oui	oui
<b>Contre les champignons (fongicides)</b>	Cuivre/soufre	oui	oui	oui
	Produits de synthèse	oui	–	–
	Extraits de plantes/minéraux, bactéries	oui	oui	oui
		6-9 traitements annuels	7-15 traitements annuels	8-17 traitements annuels

**Production intégrée**

La Suisse est un précurseur en matière de production intégrée pour l’utilisation raisonnée des produits de traitement et l’alimentation des plantes. En dehors des productions biologique et biodynamique, la presque totalité du vignoble suisse y adhère. A l’échelle internationale, son cahier des charges fait office de référence pour une production durable. Plusieurs développements remarquables ont eu lieu sous son égide, comme la lutte par confusion sexuelle contre les vers de la grappe au moyen de phéromones (fig. 5) et la lutte biologique contre les araignées rouges et jaunes grâce à leurs prédateurs naturels, les typhlodromes.

D’autres développements majeurs concernent les bulletins phytosanitaires cantonaux envoyés aux viticulteurs et la plateforme Agrométéo (www.agrometeo.ch), qui rassemblent des outils d’aide à la décision de lutte contre les parasites. La plateforme Agrométéo est basée sur un réseau de plus de 170 stations météorologiques fournissant des données à des modèles de prévision des risques afin d’intervenir le moins souvent possible et au meilleur moment.

**Vitiswiss – Qui sommes-nous?**

Mise en place dans les années 1970 et en continuel développement depuis, la production intégrée prend en compte les aspects écologiques, éthiques et sociaux de la production agricole, de même que des aspects qualitatifs et indigènes (sécurité d’approvisionnement). Le principe est d’observer la vigne et son environnement, d’anticiper et d’identifier les éventuels problèmes pour n’appliquer les traitements que lorsque les maladies risquent de se développer, tout en privilégiant une approche durable et écologique.

Pour plus d’informations sur la production intégrée: <https://swisswine.ch/fr/professionnels/vitiswiss-qui-sommes-nous>

**Production biologique**

En production biologique comme en production intégrée et biodynamique, un fort accent est mis sur la protection des prédateurs naturels des ravageurs. Ils sont notamment protégés en choisissant des produits

de traitement neutres à leur égard. Compte tenu de la limitation des produits de traitement, le choix des cépages s'oriente plus vers ceux qui sont résistants aux maladies.

Sont principalement autorisés les produits à base de cuivre, le soufre, le bicarbonate de potassium, des extraits d'algue, des huiles minérales et végétales (par exemple, huile de pin, extrait d'huile de fenouil), des argiles et des extraits de prêle. Ces traitements étant souvent moins efficaces et plus facilement lessivés par la pluie que ceux effectués avec des produits de synthèse, il est nécessaire de traiter les vignes plus fréquemment. Les principaux produits utilisés sont le cuivre et le soufre.

#### Qu'est-ce que le bourgeon bio?

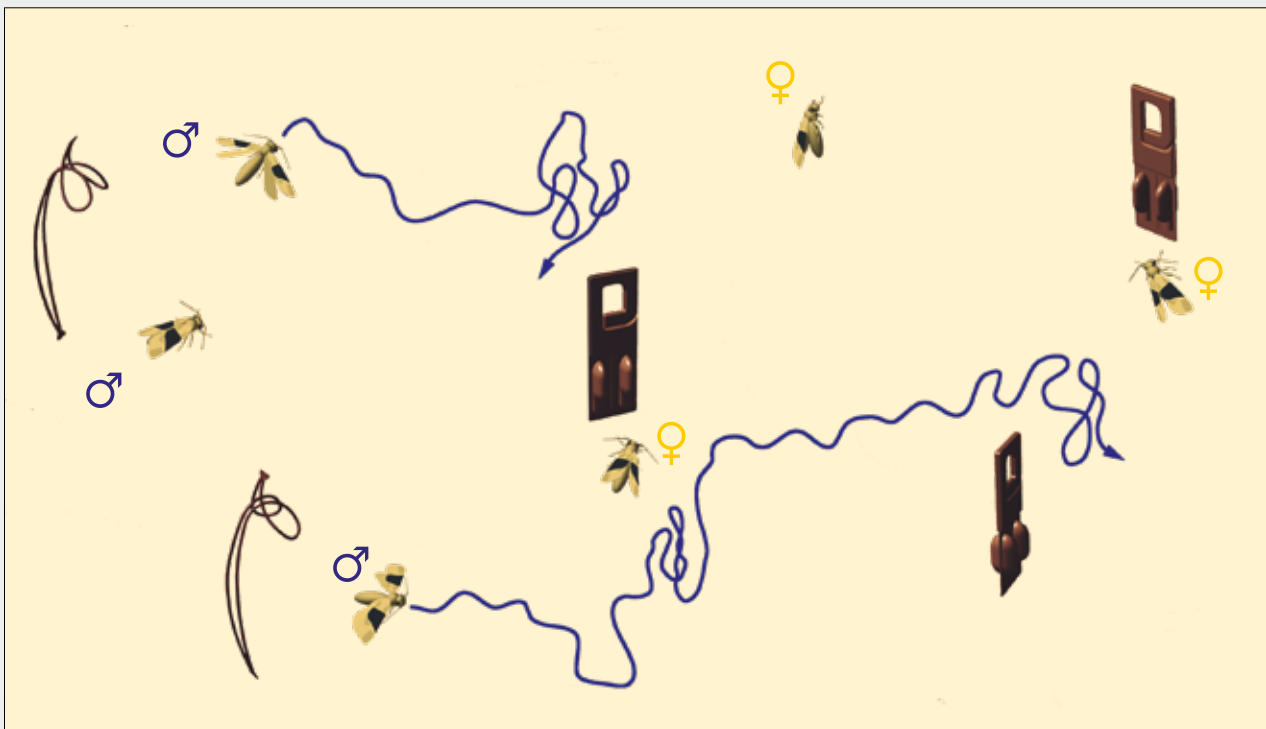
Comme la production intégrée, la production biologique est née d'une prise de conscience de la nécessité de respecter l'environnement et de réduire l'utilisation des intrants. Elle repose sur des mesures prophylactiques en favorisant par exemple les prédateurs des ravageurs par l'aménagement de haies et la couverture herbeuse. Elle renonce aux herbicides et utilise des produits de traitement en principe d'origine naturelle.

Pour plus d'informations sur la production biologique: <https://www.bio-suisse.ch>

#### Production biodynamique

Dans la lutte contre les maladies en production biodynamique, seules des préparations d'origine naturelle sont utilisées après dynamisation, une technique qui vise à augmenter l'effet des préparations en agitant l'eau de traitement d'une manière précise. Le produit agit de manière homéopathique et active les forces cosmiques des planètes afin de soutenir une croissance équilibrée et de limiter les maladies. En viticulture, les substances les plus couramment utilisées sont le cuivre et le soufre, accompagnés de préparations à base de prêle, d'ortie, d'osier ou de poudre d'algues contenant de la silice.

Comme en production biologique, ces traitements sont moins performants que ceux effectués avec des produits de synthèse, ce qui implique des passages plus fréquents dans les vignes qu'en production intégrée. De même, produire suivant le cahier des charges de la production biodynamique n'est pas toujours évident face à l'augmentation des coûts de production, aux contraintes météorologiques et aux risques de pertes de production qui en découlent.



**Figure 5** | Lutte par confusion sexuelle contre les vers de la grappe. Le papillon mâle n'arrive pas à trouver le papillon femelle à cause de la diffusion des phéromones de synthèse masquant celles produites par le papillon. Conséquence: forte réduction des pontes et donc de vers de la grappe.

### Biodynamique: bio et plus

La production biodynamique suit le concept philosophique développé par l'anthroposophe Rudolf Steiner. Il repose sur une entreprise qui doit être aussi autonome que possible afin de rechercher un tout harmonieux entre les règnes animal, végétal et minéral. L'aspect cosmique est important, en intervenant en fonction des rythmes synodiques (lune croissante et décroissante), tropiques (lune montante et descendante) et sidéraux (passage devant les constellations du zodiaque). Des jours feuille, fruit et racine sont définis et dictent au viticulteur les opérations à effectuer. Pour plus d'informations sur la production biodynamique: <https://demeter.ch/fr/>

### Les surfaces viticoles cultivées en Suisse en 2017 en fonction des modes de production

En Suisse, seuls 1003 ha, soit 6,8% du vignoble, suivent le cahier des charges des productions biologique et biodynamique (tabl. 2) en 2017. Cette faible proportion s'explique par le fait que le vigneron doit assumer de plus grandes difficultés techniques de production et prendre des risques supplémentaires. Il peut en découler des augmentations des frais de production sans que ces derniers puissent forcément être répercutés sur le prix du vin.

### Perspectives

La volonté de réduire les intrants phytosanitaires est une exigence importante en viticulture. Il n'y a pas de solution miracle face aux défis actuels et à venir, toutes les pistes doivent être étudiées. L'une n'exclut pas l'autre, si bien que la combinaison de différentes approches peut permettre d'obtenir les meilleurs résultats. Le réchauffement climatique et ses conséquences positives (plantations de vignobles plus septentrionaux) comme négatives (augmentation générale des températures, apparition de nouveaux parasites, modification de la répartition des pluies, etc.) doivent

être pris en considération. Diminution de la fréquence d'intervention, amélioration de l'efficacité des traitements, cépages naturellement résistants... les thèmes de travail actuels et futurs ne manquent pas. Le bon sens plaide pour une viticulture en harmonie avec son environnement. Son environnement naturel en premier lieu, mais aussi économique et social, car chaque viticulteur doit pouvoir produire des raisins de qualité tout en garantissant un revenu décent dans chaque situation, en vignoble de plaine comme escarpé. ■

### Articles de référence

- Agridea, 2008. Viticulture, fiches techniques. Service romand de vulgarisation agricole (SRVA), Lausanne (VD).
- Amar D., 2012. L'essentiel de ce qu'il faut savoir sur le vin. Editions Slatkine, Genève (CH). 71 p.
- Bohren Ch., Dubuis P.-H., Kuske S., Linder Ch., Gölles M. & Werthmüller J., 2018. Index phytosanitaire pour la viticulture 2018. *Revue Suisse de vitic., arboric., hortic.* 50 (1), 11-16.
- Brunel S., Plaidoyer pour nos agriculteurs. Editions Buchet-Chastel, Paris (F). 128 p.
- Carruzzo-Frey S. & Ferrari-Dupont P., 1998. Du labeur aux honneurs: quatre siècles d'histoire de la Confrérie des Vignerons et de ses Fêtes. Confrérie des vigneron de Vevey, Vevey (VD). 269 p.
- Eggenberger W., 1992. Les vins. Fédération suisse des cafetiers, restaurateurs et hôteliers, Zurich (ZH). 42 p.
- Johnson H. & Robinson J., 2002. Atlas mondial du vin. Editions Flammarion, Paris (F). 352 p.
- Linder Ch., Kehrl P. & Viret O., 2016. La vigne, ravageurs et auxiliaires. Amtra, Nyon (CH). 394 p.
- Spring J.-L., Zufferey V., Verdenal Th., Lorenzini F., Gindro K., Bourdin G., Carlen Ch., Schneider Ch., Merdinoglu D. & Viret O., 2019. Innovation variétale au service d'une viticulture durable. *Revue suisse Vitic., Arboric., Hortic.* 51 (3): 182-187.
- Viret O. & Gindro K., 2014. La vigne, maladies fongiques. Amtra, Nyon (CH). 255 p.

**Tableau 2** | Les surfaces viticoles cultivées en Suisse en 2017 en fonction des modes de production. (Sources: OFS, OFAG, Demeter)

	Surface	% surface viticole suisse
Production intégrée	12 376 ha	83,9%
Production biologique	638 ha	4,3%
Production biodynamique	365 ha	2,5%
Production conventionnelle	1369 ha	9,2%
Total	14748 ha	100%



## Quel entretien du sol?

Ce travail a été réalisé sous le patronat de la Fondation Louis-Philippe et Anne-Christine Bovard.  
Richard PFISTER<sup>1</sup>, Louis-Philippe BOVARD<sup>2</sup>, François MURISIER<sup>3</sup>, David ROJARD<sup>4</sup> et Olivier VIRET<sup>5</sup>

<sup>1</sup> Ingénieur œnologue consultant, 1623 Semsales, Suisse

<sup>2</sup> Domaine Louis Bovard, place d'Armes 2, 1096 Cully, Suisse

<sup>3</sup> Route du Tirage 29, 1806 Saint-Légier-La Chiésaz, Suisse

<sup>4</sup> Proconseil Sàrl, avenue des Jordils 1 et 3, 1080 Lausanne, Suisse

<sup>5</sup> Direction générale de l'agriculture, de la viticulture et des affaires vétérinaires (DGAV), 1110 Morges, Suisse



© Agroscope, CaroleParodi

### Introduction

Pilier du terroir avec le climat et le travail du vigneron, le sol joue un rôle majeur en viticulture. Il fait office de support aux plants de vigne et leur transmet les nombreux éléments indispensables à leur croissance et à leur équilibre par les racines. Celles-ci y puisent l'eau et les éléments nutritifs essentiels qui permettront de produire les raisins aptes à l'élaboration d'un bon vin. Un entretien des sols adapté à son environnement est donc primordial pour garantir une production de qualité.

Sa fertilité dépend de beaucoup de facteurs tels que sa composition, sa structure, son activité biologique, sa réserve en eau et sa capacité à respirer. De nombreuses espèces végétales se développent en sur-

face et croissent au fil des saisons. Elles doivent être gérées de manière à protéger le sol de l'érosion tout en évitant une concurrence trop importante pouvant péjorer l'équilibre des plants de vigne et la qualité de la récolte.

Les précipitations ainsi que certains éléments minéraux (azote) ont une grande influence sur la gestion des sols. Leur manque accroît les phénomènes de concurrence négative entre l'herbe et la vigne, alors que leur excès gêne les travaux du sol et de conduite du vignoble (protection contre les parasites).

Déterminer un mode d'entretien du sol optimal est un enjeu important en viticulture, à la fois pour des questions d'équilibre de la vigne et pour des raisons économiques. Travailler le sol sur une parcelle en forte





Figure 1 | Travail du sol en en pente modérée (Source: Proconseil).



Figure 2 | Travail du sol en forte pente (Source: mon-viti.com).



Figure 3 | Exemple d'enherbement de l'inter-rang (A) et sol dés herbé sous le cavaillon (B) (Source: Proconseil).



Figure 4 | Travail du sol du cavaillon avec une lame intercepts (Source: Proconseil).

pente, difficilement mécanisable (fig. 1) est nettement plus difficile qu'en situation de faible pente (fig. 2). Les coûts et la difficulté du travail peuvent être limitants pour certaines exploitations.

Le mode d'entretien du sol doit être pensé dès la plantation et ne peut que difficilement être changé, notamment dans les parcelles à haute densité de plantation, à forte pente et morcelées. Le choix est d'autant plus important qu'une vigne est appelée à vivre plus de trente ans. Des obstacles légaux, tels que l'interdiction d'effectuer des aménagements pour faciliter l'accès aux parcelles par des machines (Lavaux), peuvent également limiter ces choix.

#### Les différents modes d'entretien du sol

Depuis des siècles, les viticulteurs ont observé que l'herbe et les différentes plantes accompagnatrices

pouvaient entretenir une certaine concurrence avec la vigne durant sa croissance, si bien que l'entretien du sol a toujours fait l'objet de beaucoup d'attention. Le travail mécanique par des binages et des sarclages répétés a longtemps été le seul moyen d'entretien des sols. Vers le milieu du XX<sup>e</sup> siècle, les herbicides ont fait leur apparition et ont considérablement simplifié ce travail en supprimant certains travaux manuels des plus fastidieux. Leur usage abusif peut cependant avoir des conséquences néfastes sur la vigne. Ils peuvent induire une phytotoxicité, favoriser l'érosion des sols et perturber les organismes aquatiques, si bien que des limitations d'utilisation ont été mises en place dès 1980. Depuis, un retour au travail des sols a été observé, principalement dans les parcelles de vigne situées sur des coteaux à pente modérée et facilement mécanisables.

Dans une parcelle de vigne, on distingue généralement deux éléments principaux: l'inter-rang, soit la surface située entre les rangs de vignes et le cavaillon, soit l'espace situé sous les cepes plantés en ligne (fig. 3).

### Travail mécanique du sol

Différents buts sont recherchés lorsque le viticulteur travaille mécaniquement l'inter-rang (fig. 1): ameublissement du sol, enfouissement d'éléments fertilisants, désherbage ou réduction de l'enherbement. Plusieurs techniques sont utilisées, comme le bêchage, le griffage, le sous-solage ou le hersage. Il faut toutefois éviter de passer sur un sol travaillé lorsqu'il est humide, au risque de le compacter.

Le désherbage mécanique du cavaillon, par exemple au moyen de lames intercepts (fig. 4), nécessite beaucoup d'attention malgré les progrès techniques. En effet, cette opération peut provoquer des blessures aux vignes et parfois aux infrastructures (piquets). De



Figure 5 | Entretien du sol avec un rablet (Source: lamadura.com).



Figure 6 | Rampe de désherbage chimique (Source: dhugues.com).

plus, il peut favoriser certaines plantes particulièrement invasives comme le liseron ou le chiendent. Afin de réussir un bon désherbage mécanique, il est nécessaire de passer régulièrement pour éviter que les adventices (plantes indésirables) ne se développent excessivement.

Que ce soit dans l'inter-rang ou sur le cavaillon, le travail mécanique du sol représente des coûts souvent deux à trois fois plus élevés que l'utilisation d'un herbicide. Aussi, il augmente généralement l'érosion dans les vignobles en pente. Lorsque la mécanisation du travail du sol et du cavaillon est trop compliquée ou pas suffisamment efficace, il est nécessaire d'intervenir à la main au moyen d'une pioche ou d'un rablet (fig. 5). Ces travaux sont particulièrement pénibles et représentent un coût important dans l'exploitation d'une parcelle de vigne.

Les techniques de travail mécanique du sol sont pratiquées en production intégrée, biologique et biodynamique. Le travail de l'inter-rang est rarement effectué toute l'année. Il est souvent combiné à d'autres techniques comme l'enherbement.

### Désherbage chimique ou thermique

Le désherbage chimique consiste à éradiquer les adventices par un mélange fortement dilué d'une matière active agissant de manière globale ou spécifique sur les plantes visées (fig. 6). Il est appliqué durant la période de croissance de la vigne et doit être fait avec modération pour favoriser la couverture herbeuse durant l'hiver. Nécessitant peu de passages par année, le désherbage chimique permet de gérer efficacement les adventices avec un coût nettement plus faible que les autres techniques. Il n'est pas autorisé en production biologique et biodynamique.

Les matières actives autorisées en production intégrée doivent être utilisées de manière limitée afin de réduire les effets sur l'environnement. Le désherbage chimique est en général pratiqué strictement sous le cavaillon, sauf dans les cas où la mise en place d'autres techniques s'avère difficile, comme dans les vignes étroites en forte pente ou lorsque le manque d'accès rend la mécanisation impossible ou trop coûteuse.

Technique rarement utilisée, le désherbage thermique est une alternative au désherbage chimique autorisée tant en production intégrée que biologique ou biodynamique (fig. 7). Il permet de brûler les adventices au moyen d'une source de chaleur intense, généralement une flamme à base de propane. La plante se dessèche les jours suivant l'intervention, mais il est nécessaire de passer régulièrement pour obtenir une bonne efficacité. De plus, le coût de





Figure 7 | Désherbage thermique (Source: etrbreton.fr).

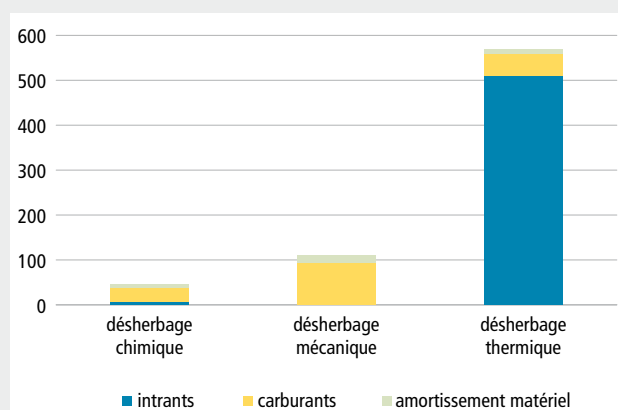


Figure 8 | Bilan carbone comparatif de trois méthodes de désherbage (Source: IFV).



Figure 9 | Enherbement total (Source Vinopole.com).

chaque intervention est élevée et l'impact environnemental du gaz brûlé très important (fig. 8).

### Enherbement

Cette technique consiste à faire pousser de l'herbe dans l'inter-rang ou sur toute la surface de la parcelle. Certains viticulteurs sèment des mélanges d'espèces végétales adaptées, alors que d'autres laissent la flore spontanée se développer. On maîtrise la croissance de l'herbe par fauchage, par passage de rouleaux écrasant l'herbe ou à l'aide d'une débrousailleuse. Effectué manuellement, ce travail est particulièrement éprouvant, surtout lorsqu'il faut intervenir sur le cavaillon, avec en plus le risque de blesser les ceps.

L'enherbement total (fig. 9) ou de l'inter-rang (fig. 3) sont possibles en production intégrée, biologique et biodynamique. Toutefois, seules les productions intégrée et biologique permettent le semis de mélanges spécifiques.

L'enherbement est un moyen très efficace pour lutter contre l'érosion. C'est aussi un réservoir de biodiversité intéressant qui permet une bonne portance des sols afin d'éviter de les tasser lors du passage des machines. Il est cependant nécessaire de le maîtriser, car des plantes invasives peuvent prendre le dessus et limiter ainsi la biodiversité. De manière plus générale, l'enherbement doit être raisonné en fonction des contraintes climatiques. Ainsi, la concurrence pour l'eau et les minéraux est nettement plus marquée dans les régions plus sèches, comme en Valais et dans les vignobles en pente sur des sols graveleux, où l'eau de pluie s'infiltrerait rapidement et n'est disponible pour la vigne que de manière limitée.

### Enherbement et qualité des vins

Il est capital de surveiller de près l'enherbement dès que les disponibilités en azote et en eau sont limitées, afin d'éviter une concurrence avec la vigne pendant sa croissance. En plus d'une potentielle baisse de récolte, une concurrence trop importante peut également agir négativement sur la qualité des vins, par des amertumes prononcées et des pertes d'intensité et de complexité aromatique qui peuvent s'associer à un vieillissement prématuré.

### Couverture du sol

Différentes matières telles que les pailles, les composts, les écorces ou les copeaux de bois peuvent être épanchées sur le sol de manière à contenir les adventices, limiter l'érosion et réduire l'évaporation du sol (fig. 10).

Souvent pratiquée dans les jeunes vignes, cette technique permet aussi d'apporter de la matière organique tout en facilitant l'infiltration de l'eau dans le sol. Il s'agit d'un travail dispendieux et astreignant, surtout dans les vignobles en pente.



Figure 10 | Paillage de toute la surface du sol (Source: Proconseil).



Figure 11 | Etoiles bineuses et disques émotteurs (Source: Proconseil).

La couverture du sol est autorisée en production intégrée, biologique et biodynamique.

**Approche mixte**

La gestion du sol dépend ainsi de nombreux facteurs (possibilité de mécanisation, nature du sol, exposition, précipitations annuelles, cépages, porte-greffe, vigueur de la vigne...). De ce fait, la connaissance des paramètres de chaque parcelle est importante afin de comprendre le comportement de la vigne tout au long de l'année et de décider des modalités d'entretien de l'inter-rang et du cavaillon. Souvent, plusieurs méthodes sont combinées durant la saison afin d'obtenir un résultat satisfaisant. Elles prennent en compte les aspects à la fois techniques, environnementaux et socioéconomiques. Le désherbage mécanique du cavaillon doit être effectué à intervalles réguliers en mettant en œuvre différents types de machines pour obtenir un résultat optimal (lames intercepts + étoiles bineuses et disques émotteurs par exemple, fig. 11). Dans les parcelles peu mécanisables, il est souvent nécessaire de compléter le travail manuellement au rablet ou à l'aide d'un herbicide.

**Modes d'entretien en fonction du type de production**

Le tableau 1 présente, selon les trois types de production (intégrée, biologique et biodynamique), les possibilités d'entretien du sol.

**Vignes de faible pente et vignes escarpées**

Les coûts d'entretien général du sol doublent presque entre une parcelle de faible pente travaillée au tracteur et une parcelle pentue qui peut être mécanisée, à l'aide d'une chenillette par exemple (tabl. 2). Ils triplent quasiment dans le cas d'une parcelle fortement pentue et non mécanisable.

Comme la majorité des inter-rangs ne sont aujourd'hui plus désherbés chimiquement, l'enjeu principal est l'entretien du cavaillon. Dans un vignoble de faible pente, il est relativement facile de le travailler mécaniquement, mais les coûts à l'hectare passent pratiquement du simple au double.

Tableau 1 | Modes d'entretien en fonction du type de production.

	Production intégrée	Production biologique	Production biodynamique
Enherbement	oui	oui	oui
Travail mécanique	oui	oui	oui
Désherbage chimique	oui	–	–
Désherbage thermique	oui	oui	oui
Couverture du sol	oui	oui	oui



Dans les parcelles en pente ou très escarpées, avec des coûts d'entretien du sol deux à trois fois plus élevés qu'en faible pente, il est aisé de comprendre qu'un entretien mécanique du cavaillon peut être difficile, voire impossible, et qu'il comporte en plus un important risque d'accident. Un travail du sol induit non seulement des coûts trop importants, mais génère également un travail physique extrêmement pénible, puisque seul le travail manuel (pioche ou rablet/binette) serait possible. Les parcelles pentues sont généralement très morcelées, exposées à l'érosion ou difficilement accessibles pour être travaillées mécaniquement, si bien que le désherbage chimique du cavaillon reste une des seules solutions acceptable.

**Différents outils sont à la disposition du vigneron pour travailler le cavaillon. Toutefois, tous ne sont pas forcément appropriés pour travailler chaque parcelle, surtout lorsque celle-ci est peu ou pas mécanisable. L'emploi modéré et ciblé de désherbants peut être nécessaire afin d'arriver à un résultat le plus durable possible d'un point de vue économique, environnemental et social.**

### Faisabilité de l'entretien du cavaillon

Le type d'entretien du cavaillon dépend de la pente des parcelles de vigne (tabl. 2). Comme l'indique le tableau, les possibilités d'entretien du cavaillon s'amenuisent avec l'augmentation de la pente des parcelles de vignes. L'enherbement et le travail mécanique du sol ne sont possibles qu'en situation de faible pente (<30%), alors que dans les pentes à plus de 50% le désherbage chimique ciblé reste la méthode la plus économique et efficace.

### Perspectives

Le consommateur cherche à mieux connaître les conditions d'élaboration des vins et il préconise les méthodes culturelles faisant le moins appel aux désherbants. En

Suisse, la majorité des vigneron sont attentifs à cette problématique et utilisent des alternatives à chaque fois que cela est possible. Toutefois, renoncer aux désherbants ne peut pas être un but en soi. Si de nombreux vignobles peuvent s'en passer, un nombre non négligeable de parcelles non mécanisables en sont dépendantes.

Les trois piliers du développement durable permettent d'approcher l'entretien des sols viticoles avec une vision appropriée. En effet, empêcher l'emploi de désherbants peut satisfaire le pilier environnemental, mais l'impact sur les piliers économique et social peut être négatif. L'augmentation des coûts et de la pénibilité du travail peuvent à l'extrême compromettre la survie économique de l'entreprise. ■

### Bibliographie

- Agridea, 2017. Frais de production en viticulture. Lausanne (VD).
- Amar D., 2012. L'essentiel de ce qu'il faut savoir sur le vin. Editions Slatkine, Genève (CH), 71 p.
- Amar D., 2018. Biodynamie, tradition et savoir-faire. Avenir (Enologie, Chaintré (F)). 175 p.
- Barlet S., 2019. Influences de différentes méthodes d'entretien du cavaillon sur le comportement agronomique de la vigne: étude sur cépage Chasselas. *Objectif* 90, 11-13.
- Bio Suisse, 2018. Cahier des charges pour la production, la transformation et le commerce des produits Bourgeon. Association suisse des organisations d'agriculture biologique, Bâle (CH). 291 p.
- Bohren Ch., Dubuis P.-H., Kuske S., Linder Ch., Gölles M. & Werthmüller J., 2018. Index phytosanitaire pour la viticulture 2018. *Revue Suisse de vitic., arboric., hortic.* 50 (1), 11-16.
- Boulanger-Fassier S., 2006. Paysages viticoles et évolution des pratiques culturales: les vignes hautes et larges et l'enherbement (France). *Revue géographique des Pyrénées et du Sud-Ouest* 20, 37-46.
- Burgat Ch., 2019. Alternatives au désherbage chimique du cavaillon: impacts sur les communautés végétales dans une vigne de la Côte. *Objectif* 90, 7-9.
- Demeter, 2017. Directives pour l'agriculture. Association pour la biodynamie, Liestal (CH). 37 p.
- Perrotet M., 2015. La réduction des herbicides a un coût. *Agrihebdo* 19, 23.
- Simon J.-L., W. Eggenberger W., Koblet W., Mischler M. & Schwarzenbach J., 1992. Viticulture, Editions Payot, Lausanne (CH). 224 p.

**Tableau 2 | Niveau de faisabilité de l'entretien du cavaillon (++: mise en œuvre facilement faisable; +: faisable; -: difficile; --: très difficile).**

Type de parcelle	Faible pente (tracteur) <30% pente	Pentue (mécanisation limitée) >30% pente	Très pentue (pas de mécanisation) >50% pente	Nombre d'interventions annuels
Enherbement	+	-	--	2-4 fauchages
Travail mécanique	+	-	--	3-7 interventions
Désherbage chimique	++	++	+	2-3 interventions
Désherbage thermique	++	+	--	2-3 interventions
Frais de main-d'œuvre	100%	175%	281%	



Landi

## Information

dès **65.-****Filet de protection**

Largeur de maille : 40 mm.

17259	Vert 1000 m <sup>2</sup>	<b>65.00</b>	17262	Bleu 1000 m <sup>2</sup>	<b>65.00</b>
17257	Vert 2000 m <sup>2</sup>	<b>99.00</b>	17261	Bleu 2000 m <sup>2</sup>	<b>99.00</b>
17256	Vert 4000 m <sup>2</sup>	<b>199.00</b>	17260	Bleu 4000 m <sup>2</sup>	<b>199.00</b>

**9.95****Sécateur à vendange Okay**

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

12263

dès **9.30****Piquet en métal Alsace**

Bon remplissage et avec une galvanisation individuelle de haute qualité.

33776	200 cm	<b>9.30</b>	33777	230 cm	<b>10.65</b>
33774	220 cm	<b>10.10</b>	33778	250 cm	<b>11.85</b>

**9.80**

Qualité supérieure

**Cageot en bois 60 × 40 × 30 cm**

Raboté.

74002

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

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

22017	3 × 6 échelons, hauteur de travail max. 4,85 m	<b>73.95</b>
22018	3 × 8 échelons, hauteur de travail max. 5,40 m	<b>99.00</b>

chaque **9.90****Caisse à vendanges**

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

18354	Jaune	<b>9.90</b>
18355	Orange	<b>9.90</b>

dès **85.-****Filet protection latérale 1 × 250 m**

La taille des mailles n'entrave pas l'application d'agent d'aspersion. Coloris : bleu.

17172

**16.95****Sécateur Classic Okay**

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

12265

**41.90****Echelle universelle Emporia**

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

22017	3 × 6 échelons, hauteur de travail max. 4,85 m	<b>73.95</b>
22018	3 × 8 échelons, hauteur de travail max. 5,40 m	<b>99.00</b>

chaque **9.90****Caisse à vendanges**

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

18354	Jaune	<b>9.90</b>
18355	Orange	<b>9.90</b>

**Réfractomètre**

Pour déterminer la teneur en sucre et en alcool.

16714

dès **16.95****Fût à fruits**

Avec couvercle. Plastique.

74350	30 l	<b>16.95</b>
74355	60 l	<b>24.95</b>
74360	120 l	<b>38.95</b>
74365	220 l	<b>84.95</b>





# Bilan de trois années de lutte contre la flavescence dorée dans le canton de Vaud

Santiago SCHAERER<sup>1</sup>, Michel JEANRENAUD<sup>2</sup> et Christian LINDER<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Agroscope, 1260 Nyon, Suisse

<sup>2</sup>Direction générale de l'agriculture, de la viticulture et des affaires vétérinaires, 1110 Morges, Suisse

Renseignements: Santiago Schaerer, tél. 058 460 43 60, e-mail: santiago.schaerer@agroscope.admin.ch, www.agroscope.ch

Michel Jeanrenaud, tél. 021 316 65 66, e-mail: michel.jeanrenaud@vd.ch, www.vd.ch/dgav



Périmètre de Puidoux-Rivaz – Marquage des souches positives, après contrôles et analyses au laboratoire. (Photo Michel Jeanrenaud)

## Introduction

Parmi les jaunisses de la vigne, la flavescence dorée (FD) est une maladie épidémique compromettant la pérennité des vignobles. D'origine européenne, elle apparaît en Suisse en 2004 au Tessin (Schaerer *et al.* 2007). Elle est présente depuis 2015 dans le vignoble vaudois. La FD est causée par un phytoplasme (*Candidatus Phytoplasma vitis*), bactérie Mollicute sans paroi confinée au phloème des vignes infectées. Les symp-

tômes de la maladie, identiques à ceux des autres jaunisses, sont visibles en période de végétation et de maturation des vignes: dessèchement des rafles ou flétrissement des grappes, décolorations et enroulement vers le bas des feuilles, lignification absente ou irrégulière des sarments à l'automne et vigueur diminuée des ceps (Jermini *et al.* 2014). La FD est transmise par un insecte piqueur-suceur de sève, la cicadelle *Scaphoideus titanus* Ball. Elle est acquise par les insectes venus se nourrir sur un cep infecté et se multiplie substantiel-

lement dans leurs tractus digestifs. Inféodé à la vigne, *S. titanus* transmet le phytoplasme de cep à cep lors de ses déplacements, ce qui explique le caractère épidémique de la maladie. En l'absence de FD, cet insecte n'est pas considéré comme un ravageur de la vigne. La forte mortalité des vignes infectées, le caractère épidémique de la maladie et son incurabilité confèrent à la FD un statut de maladie de quarantaine, réglementé par l'Ordonnance sur la santé des végétaux. La FD est soumise à la lutte obligatoire, car ses conséquences qualitatives et quantitatives sur les récoltes sont catastrophiques (Belli *et al.* 2010). Les mesures obligatoires de lutte incluent l'annonce de cas suspects et, dans des zones touchées par la FD et où *S. titanus* est présent, la destruction des ceps infectés, la lutte contre la cicadelle vectrice et l'introduction de matériel *Vitis* de remplacement portant un passeport phytosanitaire dit ZP-D4, attestant de sa production dans une zone indemne de FD ou ayant subi un traitement à l'eau chaude (50°C pendant 45 minutes). Cet article résume les mesures prises dans le canton de Vaud depuis 2015 pour lutter contre la FD et en présente les principaux résultats.

## Matériel et méthodes

Ces dernières années, quatre périmètres de lutte obligatoire (PL) ont été définis dans le canton de Vaud, en accord avec le Service phytosanitaire fédéral (tabl. 1). Dans ces secteurs, la stratégie de lutte suivante a été mise en place: 1) lutte insecticide contre l'insecte vecteur; 2) organisation de contrôles sur l'ensemble des surfaces concernées, par secteur et avec des groupes organisés de vigneron; 3) élimination des souches malades (délai 31 mars de l'année suivante); 4) plantation et/ou remplacement uniquement par des plants certifiés ZP-D4. En dehors des périmètres de lutte, les vigneron s'appuient sur un réseau de «vigneron relais» pour une première évaluation des symptômes et peuvent ensuite demander le soutien du canton pour d'éventuelles analyses complémentaires. Dans le cadre de cette lutte, le canton, soutenu par l'Office fédéral de l'agriculture (OFAG), indemnise les exploitants pour la lutte insecticide et en cas d'arrachages de surfaces uniquement. La participation de l'OFAG varie de 75 à 50% selon l'ancienneté du PL.

### Prise d'échantillons et organisation sur le terrain

C'est uniquement à partir des mois d'août et septembre que les symptômes de FD sont clairement visibles dans le vignoble (fig. 1). Cependant, l'identification for-

**Résumé** La flavescence dorée de la vigne (FD) est apparue en Suisse au Tessin en 2004. C'est une maladie complexe, où interagissent des plantes, des insectes vecteurs et un phytoplasme infectieux causant la maladie. En 2015, la FD est signalée dans le canton de Vaud. Maladie épidémique, de quarantaine et soumise à la lutte obligatoire, elle y est depuis combattue par différentes mesures mises en place, parmi lesquelles la surveillance exhaustive des secteurs touchés ainsi que des parcelles avoisinantes, l'élimination des ceps symptomatiques pour diminuer la pression de l'inoculum, la lutte contre la cicadelle vectrice de la maladie, *Scaphoideus titanus*, et l'introduction de matériel *Vitis* de remplacement sain, muni du passeport phytosanitaire ZP-D4. Ces mesures, complémentaires et pertinentes, ont contribué à freiner la progression de la maladie et permettent d'envisager son éradication dans les années à venir.

melle de la maladie doit s'effectuer en laboratoire, afin d'éviter toute confusion avec la maladie du bois noir (BN). Des échantillons prélevés sur des souches symptomatiques sont envoyés au laboratoire d'Agroscope pour analyse. Les contrôles sont organisés sur la base des groupes de pose de diffuseurs de la lutte par confusion sexuelle. Près de 215 professionnels sont ainsi impliqués dans les contrôles et les prélèvements. Un échantillon suspect est constitué d'un rameau portant quatre à huit feuilles. Ces derniers, correctement emballés et identifiables par un numéro qui leur est assigné par la police phytosanitaire cantonale, sont réceptionnés au laboratoire d'Agroscope, introduits dans une base de données et conservés à 4°C jusqu'au début du diagnostic, au maximum trois jours après

**Tableau 1** | Périmètres de lutte (PL) du canton de Vaud et surfaces concernées.

Communes	Périmètre de lutte dès	Surfaces
Blonay / La Tour-de-Peilz (PL 1)	2015	100 ha
Puidoux / Rivaz (PL 2)	2016	160 ha
Villeneuve (PL 3)	2016	65 ha
Chardonne / Saint-Saphorin (PL 4)	2017	180 ha





**Figure 1** | Symptômes de décolorations sectorielles, de gaufrage et d'enroulement sur un cépage rouge touché par la FD.

réception. A la clôture du diagnostic, des échantillons peuvent être conservés à plus long terme dans une chambre frigorifique à  $-20^{\circ}\text{C}$ .

### Analyses de laboratoire

#### Extraction et purification des ADN

Pour chaque échantillon suspect, deux fragments de tissu (30 mg chacun) sont prélevés à partir de deux pétioles distincts, puis transférés dans un tube Eppendorf contenant une bille de tungstène. Le tube est congelé dans de l'azote liquide et soniqué (2 x 1 min à 30 Hz) dans une station TissueLyser (Qiagen). Après adjonction de 1 ml de tampon d'extraction (200 mM Tris. Cl pH 8,0, 100 mM EDTA, 0,5 % Tween 20, 50  $\mu\text{g}/\text{ml}$  protéinase K), le tube est soniqué une troisième fois (1 min à 30 Hz). Après deux incubations (30 min à  $50^{\circ}\text{C}$ , puis 20 min à  $85^{\circ}\text{C}$ ), les tubes sont centrifugés (7500 rpm, 5 min). Pour chaque échantillon, 200  $\mu\text{l}$  de surnageant sont transférés dans une station de purification BioSprint 96 (Qiagen), où les ADN purifiés sont élués et resuspendus dans 200  $\mu\text{l}$  d'eau, puis conservés à  $-20^{\circ}\text{C}$ .

#### Détection des FDP et BNp par nPCR (nested PCR ou PCR nichée)

Entre 2015 et 2017, la détection des phytoplasmes responsables de la flavescence dorée (FDP) et du bois noir (BNp) a été réalisée par PCR nichée en utilisant le kit commercialisé par Quali plante SAS (kit duplex nested end-point PCR: détection de flavescence dorée et de bois noir). La première amplification est réalisée dans un thermocycleur TProfessional (Biometra), dans un volume réactionnel de 22  $\mu\text{l}$ , comprenant entre autres 2  $\mu\text{l}$  d'ADN purifié ( $\sim 40\text{-}80\text{ ng}$ ) et les amorces FD9f/FD9r et STOL11f2/STOL11r1. Les paramètres d'amplification sont: pré-dénaturation 3 min à  $94^{\circ}\text{C}$ , suivie de 35 cycles de dénaturation ( $94^{\circ}\text{C}$ , 1 min), hybridation ( $55^{\circ}\text{C}$ , 1 min) et élongation ( $72^{\circ}\text{C}$ , 1 min 30). Après terminaison ( $72^{\circ}\text{C}$ , 10 min), les tubes sont stockés à  $4^{\circ}\text{C}$ . La deuxième amplification est réalisée dans un volume de 25  $\mu\text{l}$ , dont 5  $\mu\text{l}$  du produit PCR de la première amplification diluée au 1:1000, ainsi que les amorces FD9f3b/FD9r2 et STOL11f3/STOL11r2. Les paramètres d'amplification sont: pré-dénaturation 3 min à  $94^{\circ}\text{C}$ , suivie de 35 cycles de dénaturation ( $94^{\circ}\text{C}$ , 1 min), hybridation ( $56^{\circ}\text{C}$ , 1 min) et élongation ( $72^{\circ}\text{C}$ , 1 min 30). Après terminaison ( $72^{\circ}\text{C}$ , 10 min), les tubes sont conservés à  $-20^{\circ}\text{C}$ .

#### Détection des FDP et BNp par qPCR (Real-time PCR ou PCR en temps réel)

A partir de 2018, la détection des FDP et BNp est réalisée par PCR triplex en temps réel (avec contrôle d'amplification interne *Vitis*), sur la base du protocole décrit dans l'appendice 5 du standard PM 7/079 (2) Grapevine flavescence dorée phytoplasma, publié par l'OEPP (2016). Le mélange réactionnel du kit QuantiFast Pathogen de Qiagen est utilisé dans un volume de 15  $\mu\text{l}$ , comprenant entre autres 2  $\mu\text{l}$  d'ADN purifié et dilué au 1:10, ainsi que les amorces et sondes mapFD-F, mapFD-R, mapFD-FAM; mapBN-F, mapBN-R, mapBN-Cy5-5; VITIS-F, VITIS-R, VITIS-Cy5. L'amplification est réalisée dans un système de PCR en temps réel CFX96™ de Bio-Rad, avec une pré-dénaturation de 15 min à  $95^{\circ}\text{C}$ , suivie de 45 cycles de dénaturation (1 min à  $94^{\circ}\text{C}$ ) et d'hybridation/polymérisation (1 min 30 à  $59^{\circ}\text{C}$ ). Les échantillons sont conservés à  $-20^{\circ}\text{C}$ .

#### Stratégie de lutte contre le vecteur et efficacité des traitements

La stratégie de lutte contre le vecteur, la cicadelle *Scaphoideus titanus*, a été calquée sur celle mise en place au Tessin depuis 2004 (Jermini *et al.* 2007; Gusberti *et al.* 2008). Elle repose sur l'application de deux traitements insecticides à base de buprofézine dès l'émergence des

nymphes du 3<sup>e</sup> stade. Dans les vignobles biologiques, ces traitements sont remplacés par trois interventions à l'aide de pyrèthre naturelle, appliquées au même moment que la buprofézine. Des observations régulières au vignoble ainsi que l'aide du modèle de prévision PreDivine (Prevostini *et al.* 2015) permettent de définir le moment optimal des applications. Le suivi de l'évolution des populations de l'insecte est assuré par l'intermédiaire de piègeages des adultes (fig. 2) dans des parcelles de référence dans et en dehors des périmètres de lutte (Jermini *et al.* 1992; 1993). De plus, près de 60 pièges sont également mis en place dans des parcelles situées dans les périmètres de lutte obligatoire durant le pic du vol du vecteur.

## Résultats

### Evolution des foyers vaudois de FD et organisation des contrôles

Le premier foyer vaudois a été détecté à Blonay en 2015 en marge d'un contrôle de Vitiplant, l'organisme chargé de contrôler les pépinières et les parcelles sur lesquelles est prélevé du matériel de multiplication. Parallèlement, un second foyer de FD a été identifié à La Tour-de-Peilz par la police phytosanitaire du canton. Avant cette première identification officielle, les ceps atteints de FD étaient vraisemblablement confondus avec des ceps atteints de BN, voire de carences minérales ou nutritives.

En 2016, les contrôles se sont concentrés dans les zones focales, en bordure des parcelles arrachées en 2015. De nouveaux ceps positifs ont été identifiés, principalement concentrés en bordure des zones focales, mais également disséminés dans ce vignoble très morcelé par endroits. De plus, des contrôles ponctuels effectués en dehors du PL de Blonay/La Tour-de-Peilz ont permis l'identification de quelques souches positives dans les vignobles de Puidoux/Rivaz et de Villeneuve. Cette découverte a conduit à la création de deux nouveaux PL (tabl. 1). En 2017, les contrôles ponctuels effectués dans les zones adjacentes des PL établis ont mis en évidence la FD dans le secteur de Chardonne/Saint-Saphorin. A partir de 2017, le contrôle exhaustif de l'ensemble des surfaces en lutte obligatoire permet d'éliminer le plus grand nombre possible de ceps atteints (tabl. 2 et fig. 3). Il s'appuie sur des vigneron professionnels organisés par secteurs et équipes de contrôle. Pour améliorer la qualité des contrôles, les vigneron sont préalablement invités à visiter une parcelle dans laquelle des souches positives de différents cépages sont visibles. Ces équipes parcourent le vignoble en passant toutes les



Figure 2 | Piège jaune englué pour le contrôle du vol des adultes de *Scaphoideus titanus*.

Tableau 2 | Nombre de ceps diagnostiqués FD+ / surfaces arrachées dans les périmètres de lutte entre 2015 et 2018. Les surfaces arrachées correspondent à des parcelles d'encépagement et non à des parcelles cadastrales.

Communes	2015	2016	2017	2018
Blonay / La Tour-de-Peilz (PL 1)	9 / 6670m <sup>2</sup>	76 / 0m <sup>2</sup>	37 / 0m <sup>2</sup>	24 / 0m <sup>2</sup>
Puidoux / Rivaz (PL 2)	/	6 / 0m <sup>2</sup>	2 / 0m <sup>2</sup>	34 / 0m <sup>2</sup>
Villeneuve (PL 3)	/	1 / 0m <sup>2</sup>	0 / 0m <sup>2</sup>	0 / 0m <sup>2</sup>
Chardonne / Saint-Saphorin (PL 4)	/	/	44 / 2670m <sup>2</sup>	185 / 2020m <sup>2</sup>



Figure 3 | La Tour-de-Peilz, secteur La Doges, avec surfaces arrachées en 2015 (rouge) et ceps positifs relevés en 2016 (vert), 2017 (rose) et 2018 (bleu).



deux lignes dans les parcelles de cépages blancs et toutes les trois lignes dans celles de cépages rouges afin d'assurer des contrôles visuels optimaux.

On estime qu'une personne bien formée est à même de contrôler 1 ha en deux à trois heures, en fonction du relief ou du parcellaire.

Suite à ces contrôles, l'emplacement des ceps «suspects» est reporté sur un plan et transmis au canton, qui se charge d'effectuer les prélèvements et de les transmettre à Agroscope pour analyse. Les souches positives sont alors marquées, géoréférencées et soumises à l'obligation d'arrachage. Ces contrôles exhaustifs n'ont pas permis de retrouver de ceps malades à Villeneuve en 2017 et 2018. Le vignoble concerné sera donc sorti des PL pour la campagne 2019.

### Analyses au laboratoire

Ce sont 1251 échantillons au total qui ont été réceptionnés et analysés au laboratoire de phytoplasmiologie d'Agroscope entre 2015 et 2018 (fig. 4 et 5), en provenance des quatre périmètres de lutte définis dans le canton. On peut émettre l'hypothèse que les conditions météorologiques sèches et très chaudes de 2015 et 2018 ont été très favorables à l'expression de symptômes de jaunisses jusque tard en automne, contrairement à 2016, où des conditions fraîches et très pluvieuses ont favorisé une prolifération fulgurante de mildiou dans les parcelles, masquant les symptômes de jaunisses et rendant le repérage de ces dernières très ardu. La saison 2017, plutôt chaude, a été caractérisée par une poussée de BN dans les parcelles, phénomène observé ailleurs en Suisse. La saison 2018 a été caractérisée par un pic de cas positifs de FD (241), provenant en grande partie du périmètre de lutte de Chardonne/Saint-Saphorin. A Blonay et à La Tour-de-Peilz en 2015, ainsi qu'à Chardonne en 2017 et 2018, des parcelles plantées surtout en cépages rouges et présentant des symptômes de jau-

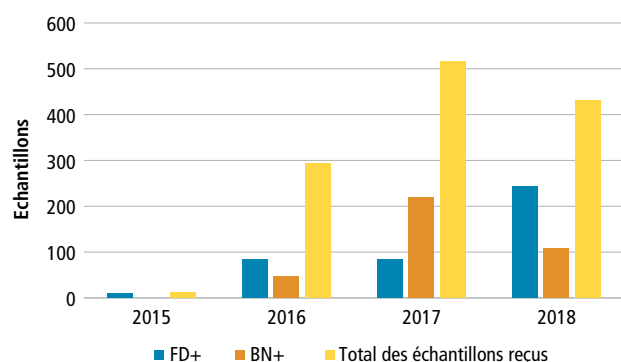


Figure 4 | Echantillons analysés au laboratoire (2015-2018).

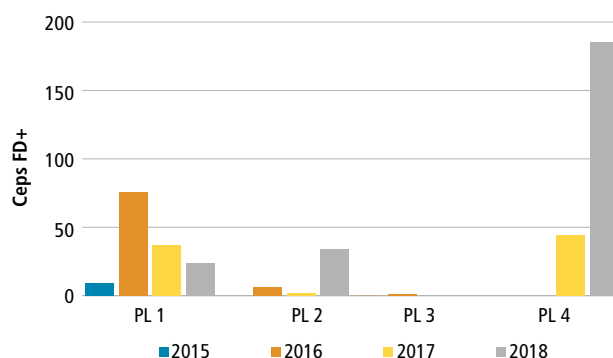
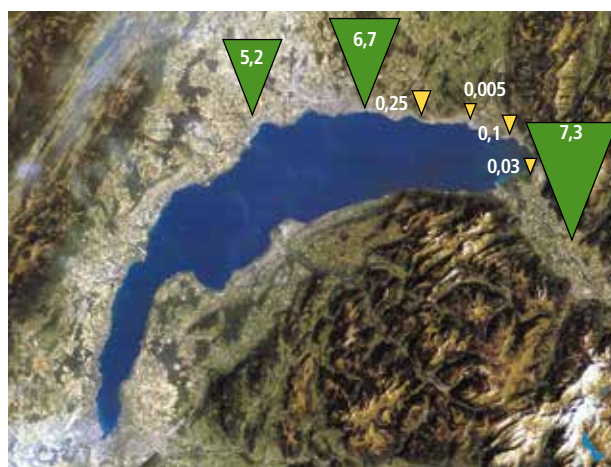


Figure 5 | Echantillons positifs à la FD, par périmètre de lutte de 2015 à 2018.



- ▼ Parcelle située à l'intérieur du périmètre de lutte obligatoire.
- ▼ Parcelle située en dehors du périmètre de lutte obligatoire.

Figure 6 | Nombre d'adultes de *S. titanus* capturés par piège et par semaine, de juillet à septembre 2016 et 2017. (Photo ©CERN)

nisse marqués et fréquents ont été échantillonnées de façon aléatoire. Les prélèvements testés au laboratoire ont confirmé que ces parcelles étaient contaminées par la FD. Un comptage des ceps jaunissants sur place révèle un pourcentage de contamination supérieur à 20%. Ce pourcentage dépassant le seuil maximal de 10%, seuil d'arrachage fixé dans le canton de Vaud, tous les ceps de ces parcelles ont été arrachés et détruits.

### Efficacité des traitements insecticides

L'application stricte de la stratégie de lutte insecticide a permis une nette réduction des densités de l'insecte dans les périmètres de lutte obligatoire durant les années 2016-2017 (fig. 6). Les captures de l'insecte adulte sont sporadiques dans ces zones, ce qui, parallèlement aux arrachages, a empêché le développe-



ment épidémique de la maladie. En 2018, le contrôle de 64 pièges n'a permis l'observation que de sept adultes dans l'ensemble des périmètres de lutte.

## Discussion

L'apparition de multiples parcelles fortement contaminées par la FD, distantes géographiquement et dans un intervalle de temps réduit suggère que la maladie s'y est développée progressivement et sur plusieurs années sans que cela ait été signalé (pas de demandes d'analyse au laboratoire), soit parce que les symptômes ont été confondus avec ceux d'autres maladies (BN, carences, enrroulements viraux), soit parce qu'ils ont été ignorés. En France, où les populations de cicadelles vectrices sont bien plus élevées que chez nous, on estime qu'en l'absence de lutte contre *S. titanus*, le nombre de souches infectées dans une parcelle atteinte est multiplié chaque année par 10 (Boudon-Padieu 2005). On peut également postuler que la maladie était présente de façon diffuse dans le vignoble du Lavaux jusqu'en 2006, date des premières observations de *S. titanus* dans la région. Jusqu'en 2006, faute d'une vection efficace, la maladie a passé pour ainsi dire «sous le radar», les cas ponctuels de FD étant ignorés ou non reconnus comme tels. Avec l'apparition de *S. titanus*, vecteur épidémique confirmé de la FD, des foyers sont apparus, qui ont pu se développer sur plusieurs années faute de signalement. Le contrôle de tels foyers est beaucoup plus ardu et complexe, vu la propagation de la maladie aux parcelles voisines, que l'éradication d'un foyer récent et promptement signalé (par exemple, à Villeneuve). De plus, malgré la mise en œuvre des différents éléments de la stratégie, le phénomène de latence de la maladie (expression de symptômes plusieurs années après l'infection) conduit à une lutte qui perdure plusieurs années.

La densité des populations de cicadelles vectrices est un des facteurs influant sur le développement de la FD, tout comme le pourcentage de cicadelles porteuses du phytoplasme et la durée de cohabitation insecte-vigne. L'influence de ces trois paramètres peut être substantiellement amoindrie, voire annulée, par une lutte insecticide coordonnée ciblant ces insectes nuisibles. De plus, la lutte contre *S. titanus* se doit d'être collective, engageant tous les vigneron des périmètres de lutte concernés, sans quoi elle serait vouée à l'échec dans la perspective de l'éradication de la maladie. Les densités actuelles de *S. titanus* observées dans les périmètres de lutte montrent que la lutte collective est efficace et qu'elle permet une importante réduction des densités de population de l'insecte. Ceci joue bien

évidemment un rôle clé dans la limitation de la diffusion épidémique de la maladie. Le succès de la lutte dépend des insecticides à disposition sur le marché. Ceux-ci doivent permettre de contrôler le vecteur tout en minimisant les risques pour l'utilisateur et l'environnement. La palette de produits répondant à ces critères est actuellement très restreinte et la recherche de solutions alternatives efficaces (par exemple, traitement à l'argile sur les stades larvaires) demeure une priorité. La stratégie de lutte est donc appelée à évoluer dans un futur proche, notamment au niveau du choix des produits et du nombre d'applications nécessaires pour maintenir les populations du vecteur aussi basses que possible.

## Conclusion

Les différents éléments de la stratégie de lutte mise en œuvre dans la lutte contre la FD dans le canton de Vaud sont complémentaires et pertinents.

- La lutte insecticide a démontré une réelle efficacité à réduire les populations de cicadelles. Les contrôles exhaustifs permettent chaque année d'éliminer un nombre très important de ceps positifs et, ponctuellement, de localiser des surfaces trop fortement contaminées. Le renouvellement et/ou remplacement avec du matériel certifié ZP d4 est indispensable pour éviter toute nouvelle introduction de la maladie dans le vignoble. L'arrachage de toutes les souches symptomatiques réduit de façon très importante les sources de contamination pour les cicadelles.
- Le principal obstacle à l'abandon d'un périmètre de lutte est la longue période de latence de la maladie observée dans le vignoble. Toutefois, l'exemple d'éradication de Villeneuve doit concourir à la poursuite de la mobilisation de tous les acteurs dans la gestion de cette problématique.
- L'objectif final reste l'éradication de la FD. Plusieurs éléments permettent raisonnablement de l'envisager: les vignobles concernés sont assez homogènes et compacts; *Scaphoideus titanus* est le seul vecteur présent dans le vignoble vaudois; les vigneron sont engagés dans l'application des traitements indemnisés par l'OFAG et le canton de Vaud ainsi que dans le contrôle exhaustif de l'ensemble de la surface des périmètres de lutte; l'organisation mise en place engendre une dynamique positive et permet d'effectuer ce travail très conséquent de façon optimale. ■

**Summary****An assessment of three years of fight against Flavescence dorée in canton Vaud**

Grapevine Flavescence dorée (FD) appeared in Switzerland in 2004 in canton Ticino. A complex disease, it involves interacting plants, insect vectors and an infectious phytoplasma causing the disease. FD was reported in 2015 in French-speaking canton Vaud. It is an epidemic, quarantine disease, subjected to mandatory control measures in order to fight it, such as the exhaustive surveillance of affected areas, including neighbouring healthy vineyards, the destruction of symptomatic vines and stocks in order to reduce inoculum pressure, the fight against the leafhopper vector *Scaphoideus titanus* and the replacement of diseased vines with healthy ones, as certified by their accompanying ZP-D4 phytosanitary passport. These complementary, yet relevant strategies helped slow down the disease and make it possible considering its eradication in the near future.

**Key words:** Grapevine Flavescence dorée, *Scaphoideus titanus*, Bois noir, French-speaking Switzerland

**Zusammenfassung****Bilanz von drei Jahren Bekämpfung der Goldgelben Vergilbung im Kanton Waadt**

In der Schweiz trat die Goldgelbe Vergilbung 2004 erstmals im Tessin auf. Diese komplexe Krankheit beinhaltet Wechselwirkungen zwischen Wirtspflanze, Insektenvektor und dem Phytoplasmen, welches die Goldgelbe Vergilbung verursacht. 2015 wurde diese Krankheit erstmals im Kanton Waadt gemeldet. Als epidemische Quarantänekrankheit, die einer obligatorischen Bekämpfung unterliegt, wird sie dort seither mittels verschiedener Strategien bekämpft, darunter 1. die umfassende Überwachung der befallenen Gebiete und der benachbarten Parzellen, 2. die Beseitigung symptomatischer Reben, um den Inokulationsdruck zu senken, 3. die Bekämpfung des Krankheitsträgers, die Zikade *Scaphoideus titanus*, und 4. die Einführung von gesunden Rebmateriale, das mit dem ZP-D4-Pflanzenpass ausgestattet sind. Diese komplementären und zielführenden Strategien haben dazu beigetragen, dass die Ausbreitung der Krankheit verlangsamt wurde und dass erlauben ihrer Tilgung in den kommenden Jahren erwägt werden kann.

**Riassunto****Bilancio di tre anni di lotta contro la flavescenza dorata nel Canton Vaud**

La flavescenza dorata della vite (FD) è apparsa in Svizzera nel 2004 in Ticino. Questa complessa malattia implica delle interazioni tra delle piante, degli insetti vettori e il fitoplasma, l'agente eziologico della FD. Nel 2015 la malattia è stata segnalata nel Canton Vaud. Trattandosi di una malattia epidemica di quarantena sottoposta a lotta obbligatoria, questa è stata attuata mediante diverse strategie, tra le quali il monitoraggio esaustivo dei settori colpiti, come pure delle parcelle limitrofe, l'eliminazione dei ceppi sintomatici per diminuire la pressione dell'inoculo, la lotta contro la cicalina vettore *Scaphoideus titanus* e l'introduzione di materiale vegetale di rimpiazzo del genere *Vitis* sano e munito del passaporto fitosanitario ZP-D4. Queste strategie, complementari e pertinenti, hanno contribuito a frenare la progressione della malattia e permettono di considerare la sua eradicazione negli anni a venire.

**Bibliographie**

- Belli G., Bianco P. A. & Conti M., 2010. Grapevine yellows: past, present and future. *J. Plant Pathol.* **92**, 303–326.
- Boudon-Padiou E., 2005. Phytoplasmes associés aux jaunisses de la vigne et vecteurs potentiels. *Bull. OIV* **891–892**, 299–309.
- *Bulletin OEPP/EPPO* **46** (1), 78–93, 2016.
- Gusberti M., Jermini M., Wyss E. & Linder Ch., 2008. Efficacité d'insecticides contre *Scaphoideus titanus* en vignobles biologiques et effets secondaires. *Revue suisse Vitic., Arboric., Hortic.* **40** (3), 173–177.
- Jermini M., Rossi A. & Baillod M., 1992. Etude du piégeage de la cicadelle *Scaphoideus titanus* Ball à l'aide de pièges jaunes. *Revue suisse Vitic., Arboric., Hortic.* **24** (4), 235–239.
- Jermini M., D'Adda G., Baumgärtner J., Lozzia G. C. & Baillod M., 1993. Nombre des pièges englués nécessaires pour estimer la densité relative des populations de la cicadelle *Scaphoideus titanus* Ball en vignoble. *Boll. Zool. agr. Bachic.* **25** (1), 91–102.
- Jermini M., Linder Ch., Colombi L. & Marazzi C., 2007. Lutte obligatoire contre le vecteur de la flavescence dorée au Tessin. *Revue suisse Vitic., Arboric., Hortic.* **39** (2), 102–106.
- Jermini M., Schaerer S., Johnston H., Colombi L. & Marazzi C., 2014. Dix ans de flavescence dorée au Tessin. *Revue suisse Vitic., Arboric., Hortic.* **46** (4), 222–229.
- Prevostini M., Taddeo A. V., Jermini M., Linder C. & Petit A., 2015. Monitoring *Scaphoideus titanus* and related in-Field Activities: the experience in Switzerland and France using PreDiVine DSS. IOBC-WPRS meeting of the Working Group on Integrated Protection and Production in Viticulture, Vienna, Austria, October 19–24, 2015.
- Schaerer S., Johnston H., Gugerli P., Linder C., Schaub L. & Colombi L., 2007. Flavescence dorée in Switzerland: spread of the disease in canton of Ticino and of its insect vector, now also in cantons of Vaud and Geneva. *Bull. Insectol.* **60** (2), 375–376.



***... Nous multiplions votre avenir***

Hybridation • Sélection • Multiplication • Conseil • Plantation • Suivi

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

- Cépages classiques
- Grand choix de porte-greffes
- Nouvelles variétés résistantes
- Plants haute tige

## Pépinières Borioli

Chemin du Coteau 1 • 2022 BEVAIX • Tél. 032 846 40 10 • Mobile 079 240 67 43 • Fax 032 846 40 11  
 info@multivitis.ch • www.multivitis.ch

**FELCO®**

Swiss Precision. Made to Last.



### **FELCO 300 / FELCO 310**

Outils idéals pour la cueillette du raisin – Tête de coupe en acier inoxydable

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



# Caractérisation génétique de la variété «Petite poire à grappe» utilisée pour la production de Poire à Botzi AOP

Nicolas GARNIER<sup>1</sup>, Dominique RUGGLI<sup>2</sup>, Julien CROVADORE<sup>1</sup>, Bastien COCHARD<sup>1</sup>, Romain CHABLAIS<sup>1</sup> et François LEFORT<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Groupe Plantes et pathogènes, Institut Terre-Nature-Environnement (inTNE), Haute Ecole du paysage, d'ingénierie et d'architecture (hepia), HES-SO Genève, 1254 Jussy, Suisse

<sup>2</sup>Centre de conseils agricoles, Institut agricole de l'Etat de Fribourg, 1725 Posieux, Suisse

Renseignements: François Lefort, tél. +41 22 546 68 27, e-mail: francois.lefort@hesge.ch



Poirier basse-tige de la variété *Petite poire à grappe*. (Photo: Dominique Ruggli)

## Introduction

Connue sur le territoire du canton de Fribourg depuis désormais plusieurs siècles, la Poire à Botzi était traditionnellement cultivée sous forme d'arbres haute-tige. Aujourd'hui, elle est toujours produite à partir de la variété *Petite poire à grappe*, mais dans des vergers en haies fruitières afin de répondre à certains critères de

qualité visuelle et gustative du cahier des charges de l'AOP. La production de cette petite poire d'un calibre compris entre 35 et 55mm représente des volumes annuels oscillant entre 30 et 70 tonnes de fruits AOP, qui sont cultivés sur 4,4 ha (Winckler 2016). La filière est aujourd'hui composée de 24 producteurs de poires fraîches, 5 transformateurs de fruits en conserves et 3 pépinières produisant des jeunes arbres. L'Union frui-

tière fribourgeoise en est l'interprofession et c'est elle qui a initié et soutenu ce projet.

A l'heure actuelle, la préservation de la diversité génétique des arbres fruitiers est un enjeu important afin de bénéficier de ressources génétiques variées pour la création de nouvelles variétés (Sehic *et al.* 2012). Pour conserver efficacement ce patrimoine comme la *Petite poire à grappe*, des collections d'anciennes variétés locales ont été mises en place en Suisse romande par l'association Rétropomme dans le cadre du Plan d'action national pour la conservation et l'utilisation durable des ressources phylogénétiques pour l'alimentation et l'agriculture (PAN-RPGAA) en cours depuis 1999 (OFAG 2011). La principale méthode permettant de différencier une variété d'une autre est la caractérisation pomologique, se basant sur l'observation de caractères morphologiques, donc sur le phénotype. Pourtant, ces caractères sont soumis aux conditions environnementales et peuvent différer selon l'emplacement géographique des cultures. Ainsi, l'apparition des méthodes d'identification moléculaire a permis de vérifier l'identité des individus conservés dans de nombreuses collections nationales en Europe et dans le reste du monde (Pina *et al.* 2014).

Aujourd'hui, ce sont les marqueurs moléculaires de type microsatellite qui sont les plus utilisés en raison de leur précision, afin d'établir et de comparer des empreintes génétiques de différentes espèces ou variétés de poires (Öztürk et Demirsoy 2016). En 1995, Peter Enz avait démontré au Jardin botanique de Fribourg, grâce à des méthodes pomologiques, que les différents phénotypes observés chez les producteurs de Poire à Botzi AOP étaient liés à la variabilité des conditions environnementales et culturelles (Winckler 2016). C'est dans ce contexte que l'Union fruitière fribourgeoise a décidé de vérifier à l'aide de méthodes d'identification génétiques modernes qu'il n'existait bel et bien qu'un seul génotype de *Petite poire à grappe*.

## Matériel et méthodes

### Lieux de collecte

La première étape de cette étude a consisté à définir quels individus de *Petite poire à grappe* allaient être échantillonnés afin de représenter au mieux la diversité génétique potentielle de cette variété. La sélection s'est appuyée sur six groupes distincts d'échantillons:

1. Dix producteurs répartis sur les différentes zones de l'aire géographique de l'AOP ont été choisis. Sur chacune des parcelles, trois individus ont été collectés pour chaque date de plantation.

**Résumé** La Poire à Botzi est le seul fruit frais à bénéficier aujourd'hui en Suisse d'une appellation d'origine protégée (AOP). Cette poire est produite à partir de la variété *Petite poire à grappe* et donne des fruits de petit calibre de différentes couleurs qui se récoltent à partir du mois d'août. Il s'agit d'une ancienne variété de poire cultivée dans le canton de Fribourg, se consommant sous forme de poires cuites, notamment lors de la fête traditionnelle de la Bénichon. La caractérisation génétique de cette variété a été réalisée à l'aide de marqueurs microsatellites sur des individus provenant de l'ensemble du territoire couvert par l'AOP (vergers basse-tige, pépinières, arbres haute-tige traditionnels). Cette étude a permis d'évaluer la diversité génétique de cette variété de poire et a révélé qu'il n'existe qu'un seul génotype de *Petite poire à grappe*, exprimant plusieurs phénotypes selon les conditions environnementales.



**Figure 1** | Représentation géographique des points de collecte (en vert clair les producteurs, en vert foncé les pépiniéristes, en orange les arbres haute-tige, en jaune la collection de poire à rissoles de Lullier, en bleu les témoins)

2. Des rameaux en provenance des trois pépinières agréées à fournir des rameaux de la variété *Petite poire à grappe* ont aussi été collectés afin de savoir si les greffons fournis aux producteurs étaient tous identiques.
3. Quatre arbres haute-tige traditionnels âgés jusqu'à 100 ans et situés dans les cantons de Fribourg et Vaud

ont été mis en évidence. Ils ont permis de comparer si la variété désormais cultivée en verger basse-tige correspondait à la variété historiquement cultivée.

4. Des greffons issus de l'arbre de référence pour la multiplication de la variété *Petite poire à grappe* ont été gracieusement fournis par le Conservatoire national suisse des arbres fruitiers (Wädenswil) dans le but de comparer les profils génétiques des échantillons précédents avec une référence connue.
5. Les variétés commerciales Passe-Crassane, William's, Comice, Conférence, Abbé Fétel provenant de la collection du Centre de formation professionnelle nature et environnement (Lullier, Genève), ainsi qu'une variété de poire asiatique Hosui (verger Syngenta, Coppex) ont servi de témoins dans cette étude.
6. Enfin, une collection de poire à rissoles genevoises (Centre de formation professionnelle nature et environnement, Lullier, Genève), dont les fruits possèdent des caractéristiques morphologiques proches de ceux de la variété *Petite poire à grappe*, a été échantillonnée. Cela a permis de vérifier si ces deux types de poire possédaient un patrimoine génétique commun.

### Echantillonnage

L'échantillonnage a été effectué à partir du stade bouton vert (BBCH 56) (Bloesch et Viret 2013), c'est-à-dire à partir du 10 avril 2018 dans les régions les plus précoces, comme sur la rive sud du lac de Neuchâtel. Au total, 84 échantillons ont été recueillis et répertoriés en fonction du lieu de collecte, de l'altitude, de l'âge de la parcelle, de la pépinière qui a fourni les plants, de la couleur des fruits cultivés ou encore de la période de maturité. Sur chaque parcelle de producteur ou pépiniériste, un rameau portant au moins dix feuilles a été prélevé sur

trois individus différents et pour chaque date de plantation. Pour les autres échantillons (arbres haute-tige, témoins, collection de poire à rissoles) un seul rameau a été prélevé par arbre. Les rameaux ont été placés en jauge à température ambiante, jusqu'à débourrement des feuilles. Les feuilles et bourgeons débouffés échantillonnés ont ensuite été congelés à -80°C.

### Profilage génétique

#### Extraction de l'ADN

L'ADN des feuilles de poiriers a été extrait selon la microméthode de Lefort et Douglas (1999) avec ajout de  $\beta$ -mercaptoéthanol à 1%. Typiquement, l'échantillon de feuille ou de bourgeon débouffé de 100 mg a été broyé au pilon sous azote liquide dans un mortier stérile. Selon le protocole, 1 ml de tampon et 100  $\mu$ L  $\beta$ -mercaptoéthanol sont ajoutés à 100 mg de broyat puis incubés à 65°C pendant 15 min. Après extraction avec 700  $\mu$ L de chloroforme: isoamyl alcool (29:1). La phase aqueuse contenant l'ADN est soigneusement récupérée après centrifugation et l'ADN précipité par ajout d'isopropanol à 50% de concentration finale. L'ADN précipité est lavé avec de l'éthanol 70%, puis solubilisé dans 100  $\mu$ L d'eau ultra pure avant d'être analysé quantitativement et qualitativement à l'aide d'un spectrophotomètre NanoDrop.

#### Choix d'un set de marqueurs microsatellites

Le choix d'un set de dix marqueurs microsatellites (tabl. 1) a été réalisé en considérant les publications les plus récentes ayant utilisé un set de marqueurs développés par le programme européen European Cooperative Programme for Plant Genetic Resources (ECPGR). Ces marqueurs sont les plus précis actuellement, car ils permettent des comparaisons fiables avec des études similaires. D'autres marqueurs existent et sont tout

Locus microsatellite	Groupe de priorité	Amorce sens	Amorce antisens
CH01d08	1a	CTCCGCCGCTATAACACTTC	TACTCTGGAGGGTATGTCAAAG
CH01d09	2	GCCATCTGAACAGAATGTGC	CCCTTCATTACATTTCCAG
CH01f07a	1a	CCCTACACAGTTTCTCAACCC	CGTTTTGGAGCGTAGGAAC
CH03d12	3	GCCGAGAAGCAATAAGTAAACC	ATTGCTCCATGCATAAAGGG
CH03g07	1a	AATAAGCATTCAAAGCAATCCG	AATAAGCATTCAAAGCAATCCG
CH04e03	3	TTGAAGATGTTGGCTGTGC	TGCATGTCTGTCTCCTCCAT
CH05c06	1b	ATTGGAAGTCTCCGTATTGTGC	ATCAACAGTAGTGGTAGCCGGT
EMPC11	1b	GCGATTAAAGATCAATAAACCCATA	AAGCAGCTGGTTGGTGAAT
EMPC117	1b	GTTCTATCTACCAAGCCACGCT	CGTTTGTGTGTTTACGTGTG
GD147	2	TCCCGCCATTTCTCTGC	AAACCGCTGCTGCTGAAC

**Tableau 1 | Marqueurs microsatellites sélectionnés appartenant aux trois groupes prioritaires recommandés par l'ECPGR (nom, groupe de priorité, amorce sens, amorce antisens) (d'après Sehic *et al.*, 2012)**



aussi informatifs mais, du fait de leur utilisation peu fréquente, ils ne permettent pas la comparaison du profil génétique d'une même référence pour plusieurs études (Suprun *et al.* 2016; Urrestarazu *et al.* 2015). Les dix marqueurs retenus pour cette étude et présentés dans ce tableau appartiennent aux trois groupes prioritaires recommandés par l'ECPGR (Sehic *et al.* 2012).

### Amplification et détection

La réaction en chaîne de la polymérase (RCP) a été réalisée selon les conditions établies par le protocole d'harmonisation de l'utilisation du set de marqueurs microsatellites de l'ECPGR (Evans *et al.* 2007): Ces conditions ont été adaptées selon les recommandations de Suprun *et al.* (2016). Elles comprennent une dénaturation initiale à la température de 95°C pendant 3 min, suivie d'un cycle de 95°C pendant 30 sec, 58°C pour la température d'hybridation pendant 30 sec et 72°C pendant 15 sec, cycle qui est répété 38 fois. Enfin, l'extension finale est réalisée à 72°C pendant 1 min et la réaction se termine par une étape continue à 4°C.

L'analyse des 84 produits d'amplification obtenus a été conduite dans un système d'électrophorèse capillaire automatisé (Fragment analyser, Labgene) permettant de visualiser et d'enregistrer les tailles des produits d'amplification en nombre de paires de bases. Les électrophorégrammes numériques et les courbes de séparation de chacun des fragments d'ADN en présence pour chaque locus microsatellite ont été obtenus avec une résolution de  $\pm 1$  paire de bases. Chacune de ces courbes a ensuite été visualisée avec le logiciel Pro-Size 3.0 afin de pouvoir compiler manuellement, par lecture des courbes, les profils génétiques des 84 accessions incluses dans cette étude.

## Résultats et discussion

On remarque que tous les individus de *Petite poire à grappe* possèdent un profil allélique similaire à  $\pm 1$  paire de base. On observe également que pour trois des dix marqueurs employés, la variété présente un caractère triploïde. Les poires à rissoles genevoises présentent aussi ce caractère triploïde, mais pour quasiment la totalité des marqueurs, soit neuf microsatellites sur dix. Au total, 117 allèles différents ont été comptabilisés pour dix loci et 84 accessions.

Afin de confirmer les valeurs des profils mis en évidence, les profils des variétés commerciales (témoins) de cette étude ont été comparés avec ceux obtenus dans quatre autres études. On observe que les différences pour une même variété sont du même ordre de grandeur que pour ces quatre études, c'est-à-dire le

plus souvent autour de 10 pb. Ces variations sont liées notamment aux différents systèmes de séparation utilisés par les laboratoires.

### Similarité génétique

#### Arbre phylogénétique par méthode UPGMA

La méthode UPGMA (unweighted pair group method with arithmetic mean) permet de construire des arbres phylogénétiques en regroupant des individus génétiquement proches dans les mêmes clades (Perrière et Brochier 2010). Cette méthode a été appliquée à l'aide du logiciel NTSYSpc sur les données moléculaires converties au format binaire, soit une matrice rectangulaire. Ensuite, une matrice de similarité a été calculée en utilisant le coefficient de Dice et a permis de réaliser le regroupement des individus similaires en clades.

Lorsque l'on observe le dendrogramme (fig. 2), tous les individus de *Petite poire à grappe* échantillonnés sont regroupés dans le même clade. Quelle que soit l'origine des arbres (producteurs, pépiniéristes, arbres de référence pour la multiplication ou arbres haute-tige), tous les individus sont identiques et ont donc été classés ensemble par l'algorithme. Cet arbre phylogénétique vient donc confirmer ce que nous avons précédemment observé, tous les profils génétiques obtenus pour les échantillons de *Petite poire à grappe* sont semblables, ce qui confirme l'uniformité génétique du matériel végétal de la variété décrite dans le cahier des charges AOP Poire à Botzi (OFAG 2014). Cette analyse a également mis en évidence que les poires à rissoles comme les variétés commerciales sont similaires à seulement 27% avec la variété *Petite poire à grappe*, ce qui suggère une origine génétique distincte de cette variété.

Les cinq variétés commerciales de *Pyrus communis* étudiées sont relativement proches les unes des autres, avec une similarité génétique d'environ 42%. La poire asiatique ou nashi (*Pyrus pyrifolia*) a été utilisée comme groupe externe à l'espèce *Pyrus communis* dans ce dendrogramme.

En ce qui concerne les poires à rissoles genevoises, trois sous-populations ont été mises en évidence (*Loup pop 1*, *Loup pop 2*, *Marlioz*). Il y a donc une variabilité génétique entre les différents individus de poires à rissoles genevoises étudiés. On observe que les poires à rissoles genevoises sont finalement génétiquement bien distinctes de la variété *Petite poire à grappe*, mais aussi assez distinctes entre elles

#### Analyse en coordonnées principales (PCoA)

Cette méthode d'analyse de données permet de visualiser les corrélations entre des variables ou des

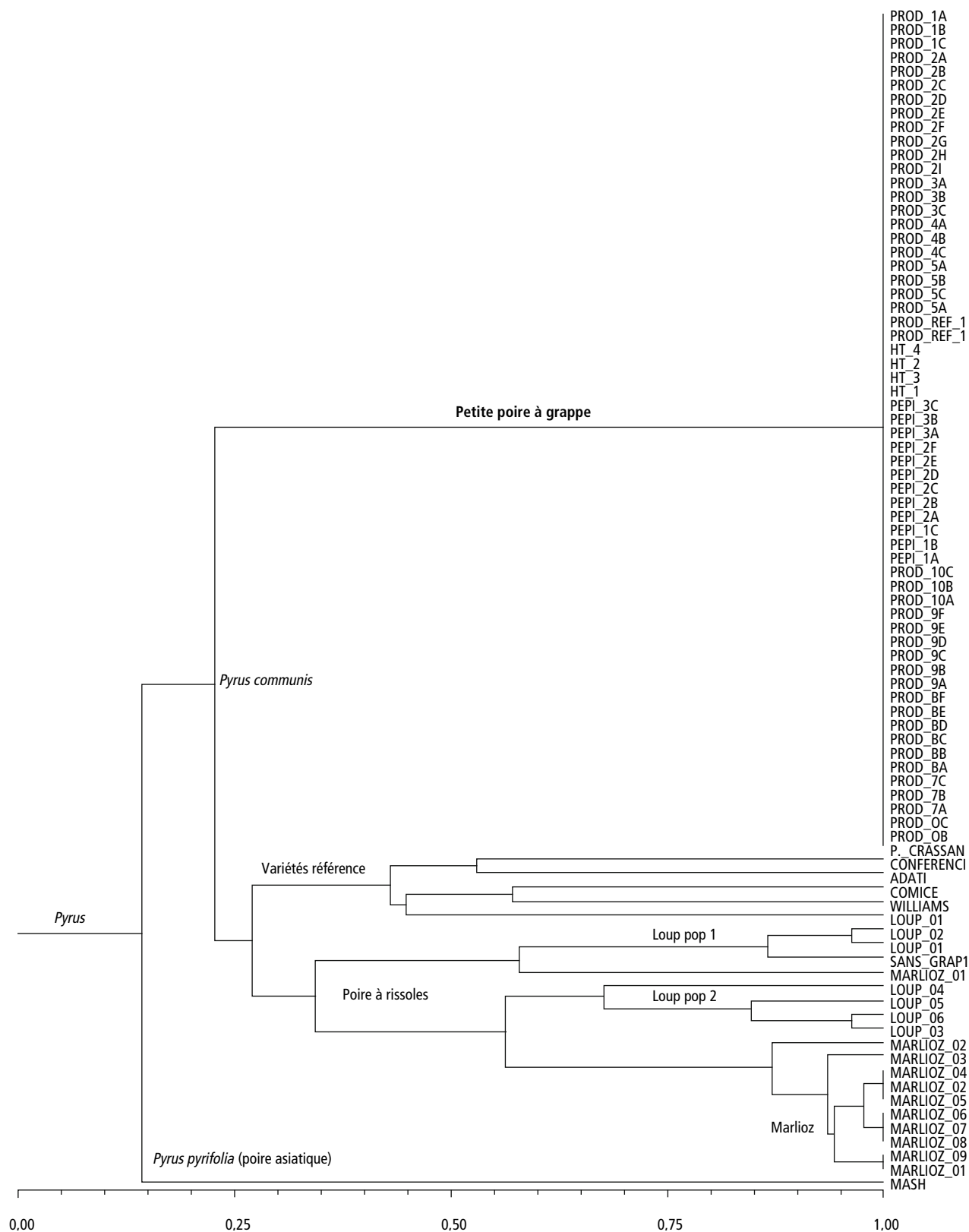
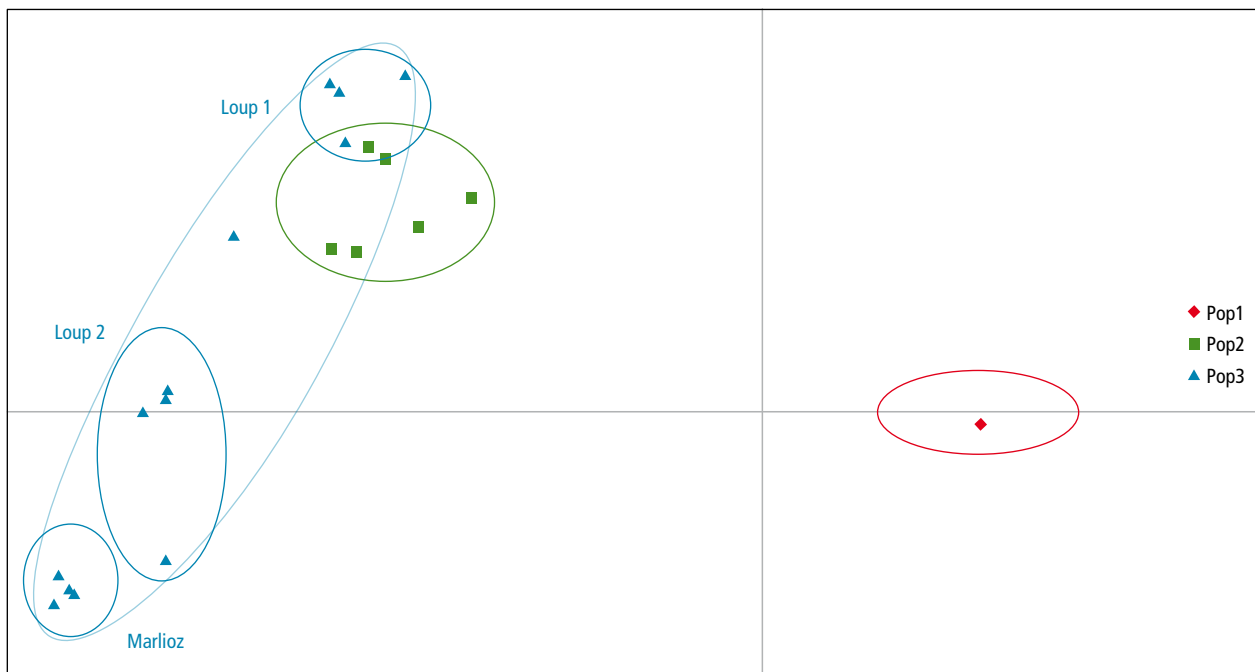


Figure 2 | Dendrogramme obtenu par méthode UPGMA (coefficient de similarité en X).



**Figure 3** | Représentation graphique de l'analyse en coordonnées principales (PCoA) réalisée sur les 84 profils génétiques obtenus. Pop1 (rouge) Petite poire à grappe, Pop2 (vert) Variétés commerciales de référence, Pop3 (bleu) Poire à rissoles genevoises, avec les sous-populations en violet.

observations dans un espace géométrique à deux ou trois dimensions afin d'identifier les groupes homogènes. A partir de la matrice rectangulaire au format binaire, une matrice de distance génétique basée sur le coefficient de Pearson a été créée avec le logiciel GenAlEx 6.5 et a permis de réaliser cette analyse (fig. 3).

On observe comme précédemment que tous les individus de *Petite poire à grappe* sont très similaires, car le nuage de points est concentré sur les mêmes coordonnées X, Y pour les 60 individus constituant la population 1, en rouge. Cette population est également éloignée dans l'espace par rapport aux autres populations, ce qui illustre la distance génétique entre les Poire à Botzi AOP, les variétés commerciales et les poires à rissoles. Le graphique illustre à nouveau le fait que les poires à rissoles sont plus proches des variétés commerciales au niveau génétique que de la variété *Petite poire à grappe*. Au vu de la morphologie du fruit relativement commune entre la Poire à Botzi AOP et les poires à rissoles, on s'attendait à ce que les deux populations partagent un certain nombre d'allèles semblables, ce qui n'a pas été le cas.

Cette analyse a permis de retrouver facilement au niveau visuel les différents clades mis en évidence par le dendrogramme. Les deux sous-populations de poires à rissoles de type *Loup* sont plus proches

des variétés commerciales que la sous-population de poires de type *Marlioz*, qui en est plus éloignée.

Concernant les variétés commerciales de référence, on observe qu'elles partagent un certain nombre d'allèles, puisqu'elles sont représentées graphiquement par un nuage de points peu dispersés. Enfin, par rapport à la poire asiatique, on aurait pu s'attendre à la retrouver plus éloignée des autres variétés commerciales, comme observé dans le dendrogramme, mais ce n'est pas le cas. Il s'agit certainement ici de la limite de précision de cette méthode, qui est conçue pour la comparaison entre groupes plutôt qu'entre individus.

## Conclusion

En produisant les profils génétiques d'arbres échantillonnés chez les pépiniéristes et chez près de la moitié des producteurs de Poire à Botzi AOP, cette étude génétique a pu mettre en évidence l'homogénéité de la population existante de *Petite poire à grappe* quelle que soit l'origine des arbres. Il n'existe qu'un seul génotype de *Petite poire à grappe* cultivé et reproduit. Les différentes couleurs de fruits observées dépendent certainement des conditions environnementales comme l'altitude ou l'état de maturité à la récolte, même si l'existence de mutations somatiques



accumulées ne peut être écartée. L'étude a également montré que tous les individus échantillonnés sont bien issus de la variété *Petite poire à grappe* recommandée dans le cahier des charges de l'AOP Poire à Botzi. Les résultats montrent donc une utilisation correcte de la variété dans le cadre de cette AOP qui a fêté ses dix ans lors de l'édition 2018 de la Bénichon du Pays de Fribourg à Estavayer-le-Lac. ■

#### Remerciements

Ce travail a pu être réalisé grâce à la collaboration des producteurs et pépiniéristes qui ont fourni le matériel végétal nécessaire pour les analyses génétiques.

Nous adressons également nos remerciements à l'Union fruitière fribourgeoise, qui a lancé et soutenu financièrement ce projet.

#### Bibliographie

- Bloesch B. & Viret O., 2013. Stades phénologiques repères des fruits à pépins (pommiers et poiriers). *Rev. Suisse Vitic., Arboric., Hortic.* **45** (2), 128-131.
- Perrière G. & Brochier-Armanet C., 2010. Concepts et méthodes en phylogénie moléculaire. Collection Iris, Springer Verlag, Paris, 250 p.
- Evans K.M., Fernandez-Fernandez F. & Govan C., 2007. Harmonising fingerprinting protocols to allow comparisons between germplasm collections-*Pyrus*. *Acta Hort.* **814**,103-106.
- Lefort F. & Douglas G.C., 1999. An efficient micro-method of DNA isolation from mature leaves of four hardwood tree species *Acer*, *Fraxinus*, *Prunus* and *Quercus*. *Ann. For. Sci.* **56**, 259-263.
- OFAG, 2014. Cahier des charges Poire à Botzi, Registre des appellations d'origine et des indications géographiques. Adresse: [www.blw.admin.ch](http://www.blw.admin.ch)
- OFAG, 2011. Présentation de l'association Rétropomme. Conservation des ressources phyto-génétiques, base de données nationale suisse. Adresse: <https://www.bdn.ch/groups/retropomme/pages/presentation>
- Öztürk A. & Demirsoy L., 2016. Evaluation of relationships between pear genotypes from North Anatolia, Turkey using SSR markers. *Acta Hort.* **1139**, 49-56.
- Pina A., Urrestarazu J. & Errea P., 2014. Analysis of the genetic diversity of local apple cultivars from mountainous areas from Aragon (Northeastern Spain). *Sci. Hort.* **174**, 1-9.
- Sehic J., Garkava-Gustavsson L., Fernandez-Fernandez F. & Nybom H., 2012. Genetic diversity in a collection of European pear (*Pyrus communis*) cultivars determined with SSR markers chosen by ECPGR. *Sci. Hort.* **145**, 39-45.
- Suprun I.I., Tokmakov S.V., Bandurko I.A. & Il'nitskaya E.T., 2016. SSR polymorphism of modern cultivars and autochthonous forms of the pear tree from North Caucasus. *Russ. J. Genet.* **52**, 1149-1156.
- Urrestarazu J., Royo J.B., Santesteban L.G. & Miranda C., 2015. Evaluating the Influence of the microsatellite marker set on the genetic structure inferred in *Pyrus communis* L. *PLOS One* **10**(9), e0138417.
- Winckler A., 2016. La sublime poire à Botzi AOP. Confrérie de la poire à Botzi, Fribourg, 36 p.

**Summary****Genetic profiling of the variety “Petite poire à grappe” used for the production of “Poire à Botzi AOP”**

Poire à Botzi is currently the only fresh fruit variety to benefit in Switzerland from a protected designation of origin (AOP). This pear is produced from the variety *Petite poire à grappe* and gives small sized fruits of different colors, harvested in August. It is an old variety, which is growing in the Canton of Fribourg, and is usually consumed as cooked pears, especially during the traditional popular festival of Bénichon. The genetic characterization of this variety was carried out using 10 microsatellite markers on individuals sampled throughout the whole territory covered by the protected designation of origin (production trees, nurseries, traditional high-stem trees). This study allowed for the genetic profiling of this pear variety and revealed that there is only one *Petite poire à grappe* genotype expressing several phenotypes according to environmental conditions.

**Key words:** Genetic profiling, pear, microsatellites

**Zusammenfassung****Genetische Charakterisierung der Sorte *Petite poire à grappe* die verwendet wird für die Ursprungsbezeichnung Poire à Botzi AOP**

Die Poire à Botzi ist die einzige frische Frucht, die heute in der Schweiz von der Ursprungsbezeichnung AOP profitiert. Diese Birne wird aus der Sorte *Büschelbirne* (auf Französisch *Petite poire à grappe*) produziert. Sie bildet kleine Früchte mit verschiedenen Farben und wird ab August geerntet. Es handelt sich um eine alte, im Kanton Freiburg angebaute Birnensorte, die in Form gekochter Birnen verzehrt wird, insbesondere während des traditionellen Kilbi-Festes. Die genetische Charakterisierung dieser Sorte wurde unter Verwendung von Mikrosatelliten-Markern an Individuen aus dem gesamten AOP Gebiet (Niederstammanlagen, Baumschulen, Hochstammbäume) durchgeführt. Diese Studie untersuchte die genetische Vielfalt dieser Birnensorte und zeigte, dass es nur einen einzigen Genotyp von der Sorte *Büschelbirne* gibt, der je nach Umweltbedingungen mehrere Phänotypen exprimiert.

**Riassunto****Caratterizzazione genetica della varietà pera Botzi utilizzata per la produzione di pere a Botzi DOP**

La pera Botzi è oggi l'unico frutto fresco in Svizzera ad avere una Denominazione d'Origine Protetta (DOP). Questa pera è prodotta dalla varietà “Petite poire à grappe” e dà frutti di piccolo calibro di diversi colori ed è raccolta a partire dal mese di agosto. È una vecchia varietà di pera coltivata nel Canton Friburgo, consumata sotto forma di pere cotte, specialmente durante la tradizionale festa della Bénichon. La caratterizzazione genetica di questa varietà è stata effettuata utilizzando marcatori microsatellitari su individui provenienti dall'intero territorio coperto dalla DOP (frutteti a basso fusto, vivai, alberi ad alto fusto tradizionali). Questo studio ha valutato la diversità genetica di questa varietà di pere e ha rivelato che esiste un solo genotipo di “Petite poire à grappe” che esprime diversi fenotipi in base alle condizioni ambientali.

# Entreposage frigorifique de la poire CH201 en atmosphère normale et contrôlée

Séverine GABIOUD REBEAUD, Pierre-Yves COTTER et Danilo CHRISTEN

Agroscope, 1964 Conthey, Suisse

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



La poire CH201 au verger et après affinage. (Photos ©Sedrik Nemeth et Agroscope)

## Introduction

Le marché suisse des poires de table est aujourd'hui dominé par quatre variétés principales – Beurré Bosc, Conférence, Louise Bonne et Williams (Fruit-Union Suisse, 2018) –, avec un potentiel de stockage de longue durée uniquement pour les variétés Beurré Bosc et Conférence (entreposage possible jusqu'en avril-mai selon les années). De nombreuses autres variétés de poires sont produites dans les vergers

suisse, avec une qualité gustative souvent très appréciée des consommateurs. La majorité de ces variétés n'a cependant qu'un potentiel de stockage limité, principalement à cause d'une dégradation rapide de la qualité durant l'entreposage (perte de fermeté, brunissement de la chair, apparition de marques sur l'épiderme, blettiement, etc.). Le maintien de la qualité durant l'entreposage, le transport, le tri et le conditionnement est l'un des aspects déterminants pour le succès commercial d'une nouvelle variété de poire. Les



fruits au potentiel de stockage limité sont généralement commercialisés de l'été au début de l'hiver. Très peu de variétés indigènes sont ainsi disponibles au printemps pour les consommateurs suisses.

La nouvelle variété de poire suisse CH201, issue du programme de sélection d'Agroscope et commercialisée sous la marque FRED®, provient d'un croisement effectué en 2000 entre Harrow Sweet et Verdi (Agroscope 2019). CH201 est caractérisée par une entrée en production rapide, une productivité élevée et une tolérance au feu bactérien (VariCom GmbH, 2017). Avec une fenêtre de récolte située environ deux-trois semaines après Conférence et une semaine après Beurré Bosc, CH201 a le potentiel d'élargir la palette variétale de poires indigènes proposées aux consommateurs. Les fruits sont bicolores avec une face rouge, juteux, légèrement acidulés; la chair ferme et croquante leur confère une résistance aux chocs et aux pressions diverses qui peuvent survenir après la récolte, durant le transport, le tri ou le conditionnement. Caractérisée par une texture de la chair très dense, CH201 est cependant sensible au développement de cavernes durant l'entreposage en conditions d'atmosphère contrôlée. Les objectifs des essais d'entreposage menés entre 2014 et 2018 par Agroscope étaient donc d'établir des recommandations pour la fenêtre de récolte et les conditions d'entreposage de cette nouvelle variété et d'évaluer l'influence des facteurs pré- et post-récolte sur le développement des cavernes

## Matériel et méthodes

### Fruits

Les essais de détermination de la fenêtre de récolte et des conditions optimales d'entreposage ont été menés sur des poires cultivées sur une parcelle du centre de recherche Agroscope à Conthey (porte-greffe BA29, plantation 2011). Dans le but d'évaluer l'influence des facteurs pré-récolte sur le potentiel d'entreposage, les poires issues d'autres parcelles situées en Valais, en Suisse alémanique et en France ont été entreposées dans les mêmes conditions.

Les fruits, jugés de 1<sup>er</sup> choix et récoltés sur des arbres à la charge et à la vigueur similaires, ont été répartis aléatoirement dans les différentes variantes d'essai.

### Conditions d'entreposage

Les fruits ont été entreposés en conditions d'atmosphère normale (AN) et contrôlée (AC) à une température de 0,5°C et une humidité relative de 92%. En conditions AC, différentes concentrations en CO<sub>2</sub> ont été testées afin d'évaluer l'influence de la teneur

### Résumé

La nouvelle variété de poire CH201, commercialisée sous la marque FRED®, est issue du programme de sélection d'Agroscope. Son comportement durant l'entreposage en conditions d'atmosphère normale (AN) et contrôlée (AC) a été testé entre 2014 et 2018. Les résultats montrent un excellent maintien de la fermeté en AN et en AC jusqu'en avril/mai, ainsi qu'en conditions de *shelf life* à 20°C. La variété a néanmoins démontré une certaine sensibilité au développement de cavernes en conditions AC. Nos essais ont cependant montré qu'une faible teneur en CO<sub>2</sub> (≤ 1%) et une mise en AC retardée de quatre semaines réduisent fortement le développement de cette maladie physiologique. L'influence des facteurs liés au verger (type de sol, conduite du verger, conditions climatiques, etc.) est également déterminante dans l'apparition des cavernes.

de ce gaz sur le développement des cavernes. Différents délais de mise en conditions AC ont également été testés.

### Paramètres physico-chimiques

La fermeté, la teneur en sucre et l'acidité ont été déterminés sur des lots de 20 fruits à l'aide de l'automate «Pimprenelle» (Setop Giraud-Technologie, France), à la récolte et après un entreposage en conditions AC ou AN suivi ou non d'une période de 7 à 10 jours à 20°C (*shelf life*, simulation des conditions de commercialisation et de consommation).

### Maladies d'entreposage

La prévalence de maladies d'entreposage, exprimée en pourcentage de fruits touchés, a été évaluée de manière visuelle sur des lots de 50 poires après une période de *shelf life* de 7 à 10 jours.

### Analyse des données

Les analyses statistiques ont été réalisées à l'aide du logiciel XLSTAT (Version 2018.1).

## Résultats et discussion

### Fenêtre de récolte

La maturité des fruits à la récolte est déterminante pour le potentiel d'entreposage et la qualité gustative

et commerciale à la sortie des frigos. Des poires cueillies trop tôt, à un stade de maturité peu avancé, ont généralement une teneur en sucre inférieure aux exigences du marché et un flétrissement prononcé durant l'entreposage dû à une suture du pédoncule mal cicatrisée. A l'opposé, des fruits cueillis à un stade de maturité trop avancé ont un potentiel de conservation limité dans le temps en raison de pertes de fermeté importantes et de risques élevés de développement de maladies d'entreposage (essentiellement brunissement de sénescence et pourritures fongiques).

Des tests de maturité à la récolte, basés sur des analyses de fermeté et de teneur en sucre et en amidon, ont été réalisés entre 2014 et 2018 sur des poires CH201 issues de la parcelle du centre de recherche Agroscope de Conthey, afin d'établir des recommandations pour la fenêtre de récolte optimale. Les fruits ont été cueillis à deux stades de maturité et leur qualité a été évaluée après entreposage. Sur la base des

résultats d'entreposage, les valeurs suivantes ont pu être établies pour la fenêtre de récolte (valables pour les régions romandes, fig. 1):

- Fermeté: 12-13 kg/cm<sup>2</sup>
- Teneur en sucre: 11-12 °Brix
- Amidon: 4-6 (notes de la teneur en amidon basées sur le code du CTIFL)

### Entreposage en conditions AN et AC

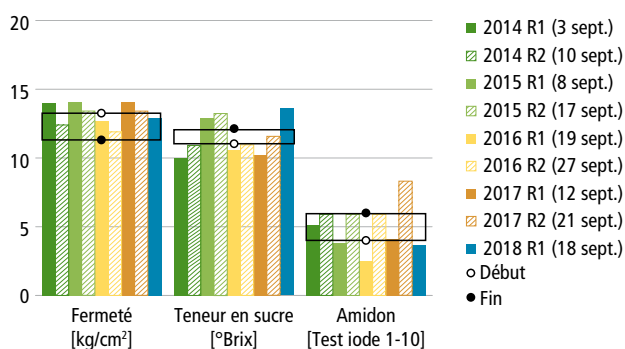
#### Paramètres physico-chimiques

L'évolution de la fermeté est l'un des critères les plus importants pour déterminer le potentiel d'entreposage d'une poire. Le maintien d'une fermeté élevée durant l'entreposage permet de limiter les pertes liées au flétrissement, au blettissement ou au développement de pourritures. Durant la saison 2016-2017, l'évolution de la fermeté des poires CH201 durant l'entreposage en AN et en AC a été comparée à celle de poires au stockage de longue durée, Conférence et Beurré Bosc, entreposées en AC (conditions de stockage recommandées). Les résultats montrent que malgré des valeurs comparables à la récolte, les poires CH201 étaient plus fermes que les Conférence et Beurré Bosc à la sortie des frigos AC (fig. 2). En conditions AN, CH201 est également restée très ferme, avec une valeur de fermeté comparable à celle des Conférence stockées en AC (fig. 2). En conditions de *shelf life* (entreposage à 20°C), le nombre de jours nécessaires pour obtenir une texture fondante (environ 4 kg/cm<sup>2</sup>) était comparable pour CH201 et Beurré Bosc (10 jours), contre 4 jours pour Conférence (fig. 3). Ces résultats confirment le potentiel d'entreposage de longue durée de CH201.

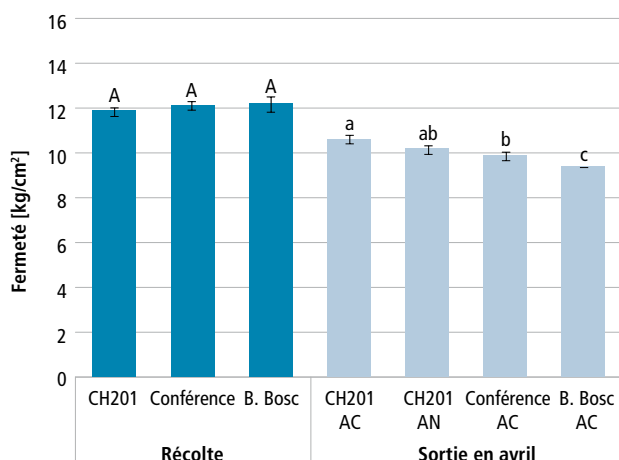
L'évolution des paramètres de fermeté, de teneur en sucre et d'acidité mesurée durant cinq années d'essai d'entreposage en conditions AC confirme le très bon maintien de la fermeté observé dans les essais 2016-2017, mais également celui de l'acidité jusqu'en avril-mai (tabl. 1). Les poires ont en effet perdu en moyenne 1,2g/l d'acidité durant l'entreposage, ce qui suggère une faible respiration des fruits. En comparaison, les poires Conférence et Beurré Bosc ont perdu 2, respectivement 3g/l d'acidité durant la saison 2016-2017. La teneur en sucre a quant à elle augmenté en moyenne de 0,7°Brix (tabl. 1).

#### Maladies physiologiques

Caractérisée par une texture de la chair dense qui lui confère un très bon maintien de la fermeté durant l'entreposage au froid et à température ambiante, CH201 est néanmoins sensible au développement de cavernes en conditions AC. Ce dégât d'ordre physiolo-



**Figure 1** | Tests de maturité à la récolte des poires CH201. R1 et R2: Récoltes 1 et 2; Début/Fin: début (point noir) / fin (point blanc) de la fenêtre de récolte recommandée.



**Figure 2** | Fermeté des poires CH201, Conférence et Beurré Bosc à la récolte et après un entreposage jusqu'en avril en conditions AC et AN (essais 2016-17). Les valeurs moyennes avec les mêmes lettres ne sont pas différentes à  $p \leq 0,05$  selon le test de Tukey.

gique est une maladie liée aux conditions d'entreposage AC où la teneur en oxygène est faible (2%) et celle en CO<sub>2</sub> élevée (≥ 1%). Ces conditions particulières d'atmosphère peuvent conduire à des conditions anoxiques vers le cœur des fruits et provoquer un stress oxydatif favorisant le brunissement de la chair et la formation de cavernes (Frank et al. 2007). Les essais d'entreposage menés par Agroscope sur différentes parcelles et différentes années ont montré que des facteurs post- et pré-récolte influençaient l'apparition de ces dégâts.

Parmi les facteurs post-récolte principaux qui influencent le développement de cavernes chez les poires, la teneur en CO<sub>2</sub> et en O<sub>2</sub> ainsi que le délai de mise en conditions AC sont déterminants (Lammertyn et al. 2000). Les essais menés sur la variété CH201 en 2015-2016 et 2018-2019 ont montré que le pourcentage de cavernes diminuait avec la diminution de la teneur en CO<sub>2</sub> et l'augmentation de la teneur en O<sub>2</sub> (tabl. 2). Un délai de mise en AC de quatre semaines a également permis de diminuer le pourcentage de fruits malades par rapport à un délai de deux semaines, comme habituellement recommandé pour d'autres variétés de poires (tabl. 2, Gabioud et Bühlmann 2018). Sur la base de ces résultats, les valeurs suivantes ont été établies pour l'entreposage en conditions AC:

- Température: 0,5 °C
- Humidité relative: 92%
- O<sub>2</sub>: 2%

**Tableau 1** | Valeurs de fermeté, teneur en sucre et acidité des poires CH201 à la récolte et après entreposage en AC jusqu'en avril/mai (moyenne des essais effectués entre 2014 et 2018).

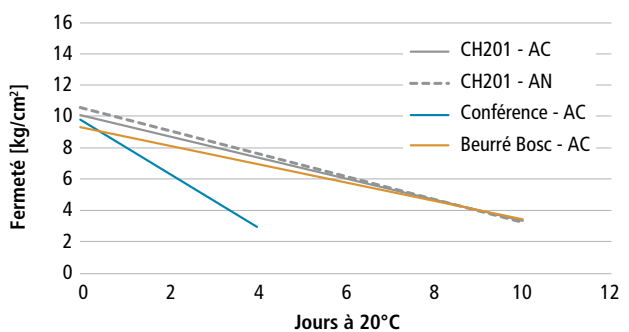
	Fermeté kg/cm <sup>2</sup>	Teneur en sucre °Brix	Acidité g/L
Récolte	13,2	11,5	4,3
Sortie avril/mai	11,0	12,2	3,1

**Tableau 2** | Influence de la concentration en CO<sub>2</sub> et en O<sub>2</sub> et du délai de mise en conditions AC sur le pourcentage de cavernes après entreposage jusqu'en avril/mai. R1 et R2: Récoltes 1 et 2. P1 et P2: Parcelles 1 et 2.

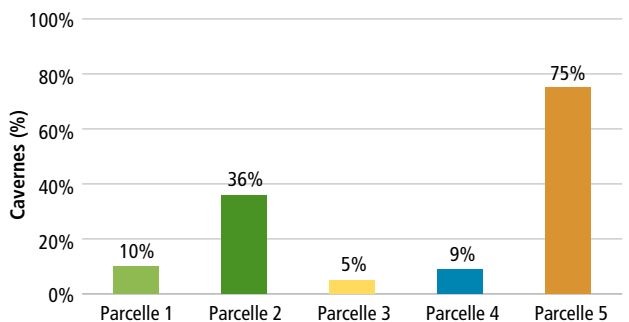
Essais 2015-16 7 mois en AC et 10 jours à 20°C	1,5% CO <sub>2</sub> 1,0% CO <sub>2</sub>	R1 28% 0%	R2 13% 0%
Essais 2018-19 6 mois en AC et 7 jours à 20°C	2% O <sub>2</sub> 5% O <sub>2</sub> 21% O <sub>2</sub>	R1 66% 12% 22%	R2 86% 62% 24%
Essais 2017-18 9 mois en AC et 10 jours à 20°C	12 jours délai mise en AC 28 jours délai mise en AC	P1 100% 28%	P2 76% 28%

- CO<sub>2</sub>: 1%
- Mise en conditions AC retardée de 4 semaines

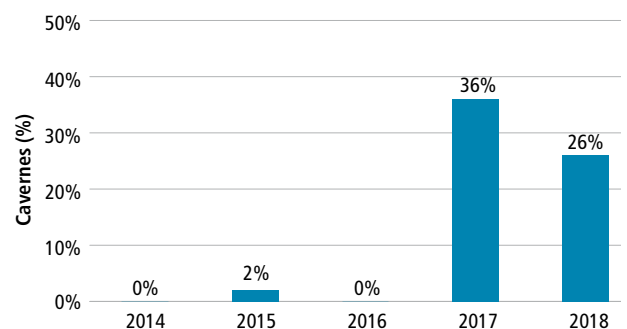
Les dégâts de cavernes sont également influencés par des facteurs pré-récolte liés au verger. En effet, des essais menés sur des poires issues de différents vergers mais entreposées dans les mêmes conditions ont montré une prévalence de cavernes différente selon la provenance des fruits (fig. 4). Par ailleurs, des essais d'entreposage effectués de 2014 à 2018 sur des fruits issus de la même parcelle et entreposés dans des conditions AC similaires ont montré des



**Figure 3** | Evolution de la fermeté des poires CH201, Conférence et Beurré Bosc en conditions de *shelf life* après un entreposage jusqu'en avril en conditions AC et AN (essais 2016-17).



**Figure 4** | Prévalence de cavernes sur des poires CH201 issues de 5 parcelles et entreposées en conditions AC jusqu'en mai (essais 2017-18).



**Figure 5** | Prévalence de cavernes sur des poires CH201 récoltées sur la même parcelle de 2014 à 2018 et entreposées en conditions AC jusqu'en avril/mai.



pourcentages de dégâts différents selon les années (de 0% à 36%, fig. 5). Les facteurs pré-récolte pouvant influencer le développement de cavernes sont multiples: conditions climatiques (températures, précipitations), caractéristiques et conduite du verger (type de sol, irrigation, fumure, charge et vigueur des arbres) ou position des fruits sur l'arbre (Lammertyn et al. 2000; Franck et al. 2007). Les essais avec CH201 seront poursuivis afin d'identifier ces facteurs pré-récolte et leur influence.

## Conclusion

- CH201 est une poire avec un aspect attractif et un potentiel de longue conservation.
- Les fruits ne perdent que très peu de fermeté et d'acidité durant l'entreposage en conditions AN et AC jusqu'en avril/mai.
- A 20°C, les poires nécessitent 7 à 10 jours pour devenir fondantes.
- CH201 est sensible au développement de cavernes en conditions d'entreposage AC.
- Une faible teneur en CO<sub>2</sub> et une mise en AC retardée de quatre semaines réduisent l'apparition des cavernes.
- Les cavernes sont influencées par des facteurs pré-récolte, liés au verger (conditions climatiques, caractéristiques et conduite du verger). Des essais supplémentaires sont nécessaires pour identifier l'influence de ces facteurs sur le développement des cavernes. ■

## Bibliographie

- Agroscope, 2019. FRED®: la nouvelle poire d'Agroscope. Adresse: <https://www.agroscope.admin.ch/agroscope/fr/home/themes/production-vegetale/amelioration-plantes/fruit/fred---une-nouvelle-poire.html> [06.06.2019].
- Franck C., Lammertyn J., Ho Q. T., Verboven P, Verlinden B. Nicolai B. M., 2007. Browning disorders in pear fruit. *Postharvest Biology and Technology* 43 (1), 1-13.
- Gabioud Rebeaud S. et Bühlmann A., 2018. Empfehlungen für die Obstlagerung 2018. *Schweizer Obst* 4, 23-27.
- Fruit-Union Suisse, 2018. Rapport d'activité 2018. Adresse: <https://view.joomag.com/jahresbericht-schweizer-obstverband-2018/0588347001551262569?short> [06.06.2019].
- Lammertyn J., Aerts M., Verlinden B., Schotsmans W. and Nicolai B. M., 2000. Logistic regression analysis of factors influencing core breakdown in «Conference» pears. *Postharvest Biology and Technology* 20(1), 25-37.
- VariCom GmbH, 2017. FRED®. Adresse: <https://go-fred.com> [06.06.2019].

**Summary****Storage of the pear CH201 under regular and controlled atmosphere**

The new pear cultivar CH201, marketed under the trademark FRED®, is issued from the breeding program of Agroscope. Its behavior during storage under regular (RA) and controlled atmosphere (CA) was tested between 2014 and 2018. The results show an excellent maintain of firmness under both RA and CA conditions until April/Mai, as well as under shelf life conditions at 20 °C. The pear is nevertheless susceptible to the development of cavities under CA. Our study showed however that a low CO<sub>2</sub> level ( $\leq 1\%$ ) and a 4 weeks CA-delay helped to reduce the development of this physiological disorder. The influence of factors related to the orchard (soil, orchard management, climatic conditions, etc.) is also determinant in the apparition of cavities.

**Key words:** pear, storage, firmness, internal cavities.

**Zusammenfassung****Lagerung der Birne CH201 im Kühl- und CA-Lager**

Die neue Birnensorte CH201, vermarktet unter der Marke FRED®, kommt aus dem Züchtungsprogramm von Agroscope. Ihr Verhalten wurde zwischen 2014 und 2018 unter Kühl- (KL) und kontrollierter Atmosphäre-Lagerbedingungen (CA) getestet. Die Resultate zeigen, dass die Festigkeit im KL und unter CA Bedingungen bis im April/Mai sowie während der Shelf life bei 20 °C sehr gut hält. Die Sorte ist dennoch ziemlich empfindlich auf Kavernenbildung im CA-Lager. Unsere Versuche haben aber gezeigt, dass eine tiefere CO<sub>2</sub>-Konzentration ( $\leq 1\%$ ) und eine CA-Verzögerung von 4 Wochen die Bildung dieses Schadens reduziert. Der Einfluss von Faktoren die mit der Obstanlage verbunden sind (Bodentyp, Obstbaumanagement, Klimabedingungen, usw.) ist auch sehr entscheidend beim Auftreten von Kavernen.

**Riassunto****Conservazione frigorifera della pera CH201 in atmosfera normale e controllata**

La nuova varietà di pere CH201 commercializzata con il marchio FRED® è stata selezionata da Agroscope. Il suo comportamento durante la conservazione in condizioni di atmosfera normale (AN) e controllata (AC) è stato testato tra il 2014 e il 2018. I risultati mostrano un eccellente mantenimento della consistenza sia in AN che in AC fino in aprile/maggio così come in una condizione di *shelf life* a 20 °C. La varietà ha tuttavia dimostrato una certa sensibilità allo sviluppo di caverne in condizioni AC. I test hanno però evidenziato che un basso tenore di CO<sub>2</sub> ( $\leq 1\%$ ) e un ritardo dell'AC di 4 settimane riducono fortemente lo sviluppo di tale malattia fisiologica. L'influenza dei fattori legati al frutteto (suolo, condotta, condizioni climatiche, ecc.) è altrettanto determinante per l'apparizione delle caverne.

## Problèmes d'affinité dans les cultures de cerises douces

Tanja SOSTIZZO<sup>1</sup>, Beatrix BUCHMANN<sup>1</sup>, Markus BÜNTER<sup>1</sup> et Michael PETRUSCHKE<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Agroscope, 8820 Wädenswil, Suisse

<sup>2</sup> Centre de technologie agricole d'Augustenberg, Karlsruhe, Allemagne

Renseignements : Markus Bünter, tél. +41 58 460 62 98, e-mail : markus.buenter@agroscope.admin.ch, www.agroscope.ch

### Situation

Afin d'améliorer la rentabilité de la culture des cerises, les producteurs de fruits à noyau ont voulu transformer les vergers demi-tige et haute-tige en vergers basse tige. Ceci nécessitait des porte-greffes à faible croissance. Or aucun porte-greffe répondant à ce critère n'a pu être trouvé au sein des cerises douces (*Prunus avium*). Les pépiniéristes ont alors greffé ces variétés sur des porte-greffes de cerises acides (*Prunus cerasus*) (Agroscope, 2004). Malheureusement, de gros problèmes d'incompatibilité sont apparus lors du greffage (Kellerhals et Riesen 1993; Riesen 1994) : les arbres fraîchement greffés présentaient une croissance rabougrie et des feuilles avec des décolorations jaunes-rouges s'enroulant vers le haut (fig.1).

Afin de répondre à ce problème Agroscope et le Centre de technologie agricole d'Augustenberg (LTZ)



**Figure 1** | Symptômes montrant les problèmes d'affinité : croissance rabougrie et feuilles décolorées et enroulées.

Photo : Beatrix Buchmann, Agroscope

ont conduit différents essais. Grâce aux résultats obtenus, certaines variétés de cerises ont pu être améliorées alors que pour d'autres, la recommandation est de n'utiliser que des porte-greffes à croissance vigoureuse.

### Expériences en Suisse

A partir des années 1980, Agroscope (anciennement Station de recherche de Wädenswil) en collaboration avec les pépiniéristes ont testé en Suisse de nouveaux porte-greffes (Riesen 1985). Malheureusement jusque vers le milieu des années 1990, Agroscope n'a pas été en mesure de recommander aux pépiniéristes des porte-greffes à faible croissance ne posant pas de problèmes d'affinité. Or à cette époque, les pépiniéristes confrontés à la demande des professionnels, utilisaient déjà les nouveaux porte-greffes (à faible croissance) et se trouvaient régulièrement confrontés aux problèmes d'incompatibilité. Face à cette situation, la filière suisse des pépiniéristes a organisé, en 1993, une conférence sur cette problématique. A cette occasion, plusieurs hypothèses ont été émises :

1. Un virus déclenche les problèmes d'affinité.
2. Des causes climatiques sont à l'origine des problèmes.
3. Les porte-greffes et les greffons sont génétiquement trop éloignés les uns des autres et donc incompatibles.

Ces hypothèses ont été testées ou commentées au cours des années suivantes :

1. Agroscope a rapidement exclu l'hypothèse d'une infection par un virus connu car tous les tests viraux étaient négatifs. Toutefois, une possible présence dans les variétés et dans les porte-greffes de virus inconnus ne pouvait être exclue. Leur existence, associée à des porte-greffes à faible croissance, aurait pu expliquer l'origine des problèmes sur certaines variétés.
2. Divers porte-greffes à faible croissance ont tendance à présenter des problèmes d'affinité sous certaines conditions climatiques et pédologiques. Cette hypothèse a été écartée car les problèmes ont été signalés par des pépinières partout en Suisse.



3. Les experts ont relevé que l'affirmation qu'il pouvait s'agir d'une incompatibilité (porte-greffes/greffons) devait être vérifiée par d'autres essais et expérimentations.

Bien que les tests viraux aient été négatifs, Agroscope a mis en place l'essai suivant : des greffons d'Allemagne, qui ne présentaient jusque-là aucun problème, ont été greffés sur F 12/1 Suisse. Un an plus tard, les greffons de ces arbres ont été greffés sur GiSelA 5. Ces jeunes arbres ont alors développé des problèmes d'affinité, tandis que les variétés importées directement d'Allemagne et greffées sur GiSelA 5 ne présentaient aucun problème (Riesen et Hasler 1996). En conséquence, tous les pieds-mères de F 12/1 ont été remplacés dans les pépinières par du matériel provenant d'Allemagne. De 1993 à 1994, Agroscope a également remplacé toutes les variétés de cerises du conservatoire par des greffons nouvellement importés et les pépinières ont reçu du nouveau matériel (Riesen 1994).

En 2008, les problèmes d'affinité se sont de nouveau multipliés ; les variétés Kordia et Vanda ont été particulièrement touchées. Des analyses par biologie moléculaire (réalisées par des laboratoires suisses) ont été effectuées sur ces deux variétés afin de rechercher le virus asymptomatique « Cherry Virus A », récemment découvert et dont la présence avait été confirmée sur différentes variétés et porte-greffes certifiés (James et Jelkmann 1998). Les résultats ont confirmé que les variétés à problèmes Kordia et Vanda étaient bien infectées par le « Cherry Virus A ». Pour cette raison, Agroscope a remplacé ces variétés par du matériel sain exempt de « Cherry Virus A » et a fourni les pépinières en nouveaux greffons. Depuis lors, Kordia et Vanda présentent nettement moins de problèmes.

### Essais réalisés à Agroscope

Depuis 2009, Agroscope a réalisé des essais de greffage avec toutes les variétés de cerisiers du conservatoire. Les essais ont montré que les problèmes d'affinité étaient moins marqués en serre (conditions optimales pour le greffage) qu'en pépinière, raison pour laquelle tous les tests suivants ont été effectués dans une parcelle de pépinière. Il s'est avéré que les problèmes étaient plus fréquents sur les porte-greffes d'un an que sur les porte-greffes de deux ans, déjà plus vigoureux.

Agroscope a tenté de contourner les problèmes d'affinité en réalisant un surgreffage (technique courante utilisée pour les poires sur les porte-greffes de coing), toutefois, malgré le greffage intermédiaire, les problèmes ont persisté.



Figure 2 | La variété Merchant présente des problèmes d'affinité sur trois des six greffes sur GiSelA 5. (Photo: Beatrix Buchmann, Agroscope)

Les expériences ont par ailleurs montré que chez de nombreuses variétés présentant des problèmes d'affinité, 30 à 50 % des arbres se sont développés normalement (fig. 2). Ces derniers ont alors été sélectionnés, multipliés et testés afin de déterminer si un changement positif s'était produit. Les résultats ont indiqué, pour certaines variétés, une amélioration alors que pour d'autres, les problèmes étaient récurrents.

Certaines pépinières ont également expérimenté l'utilisation de GiSelA 5 comme porte-greffe pour leurs plants mères. Elles ont constaté que les greffons de ces arbres avaient moins souvent des problèmes d'affinité.

### Expériences réalisées en Allemagne

Depuis 1995, le LTZ d'Augustenberg (anciennement : Institut de protection des plantes, Stuttgart) a également observé que certaines variétés de cerises se développaient mal sur des porte-greffes à faible croissance (comme GiSelA 5) et présentaient des symptômes tels que des retards de croissance, du bois caoutchouteux, des feuilles roulées et une chlorose (fig. 3). Ceci a été confirmé par des pépinières allemandes et des vergers étalons qui ont également fait état de pertes considérables.

Les symptômes sont apparus massivement dans les variétés Delta, Kordia, Hedelfinger, Knuthenborg, Magda, Sam, Sue et Wölflesteiner. Fort heureusement, pour la plupart des variétés concernées, le LTZ a trouvé des porte-greffes provenant d'autres sites (par exemple de France ou de pépinières) qui ne présentaient pas de problèmes d'affinité. Le LTZ a ainsi pu remplacer les



**Figure 3** | Problèmes d'affinité avec la variété Hedelfinger sur GiSelA 5 lors d'essais en Allemagne.  
(Photo: Michael Petruschke, LTZ Augustenberg)

plants mères problématiques du conservatoire. En Allemagne, les soupçons quant à l'origine des problèmes d'affinité ont porté sur un virus ou un agent pathogène de type viral. Cependant, ni le LTZ ni l'Institut Julius Kühn (anciennement: Centre de recherche biologique fédérale en agriculture et sylviculture) n'ont détecté de virus à l'aide des méthodes de biologie moléculaire, de bio-indicateurs ou de tests au microscope électronique.

#### Essais réalisés au LTZ

Suite à ces résultats, le LTZ a réalisé des essais en serre. Des arbres asymptomatiques, ayant GiSelA 5 comme porte-greffe, ont été inoculés par puce de greffons symptomatiques. La mortalité après quelques semaines des arbres suggère un problème d'origine virale (fig. 4). Pour les chercheurs allemands, la probabilité qu'il puisse s'agir du « Cherry Virus A » est faible, car ce virus est très fréquent (environ 50 % de toutes les variétés de cerises acides et douces sont touchées) et les variétés infectées restent souvent asymptomatiques.

Le LTZ greffe systématiquement les nouvelles variétés de cerises sur le porte-greffe GiSelA 5, car il n'existe actuellement pas de moyens spécifiques pour détecter un éventuel virus. Grâce à cette technique, il est possible de reconnaître à temps s'il s'agit d'un type de variété symptomatique ou non. Pour les variétés les plus importantes, le LTZ a pu trouver des origines avec des variétés asymptomatiques. Quant aux variétés peu importantes et problématiques, elles ont été éliminées. Le LTZ est également parvenu à rendre une variété asymptomatique grâce à un traitement thermique (tabl. 1).

#### Conclusions et perspectives

Les recherches sur les problèmes d'affinité porte-greffe/greffon des cerises douces ne permettent pas de tirer de conclusions universelles et sans équivoque. Le problème est complexe et multifactoriel. Le fait que les porte-greffes n'appartiennent pas à la même espèce botanique que la variété joue un rôle important. Cela conduit à une incompatibilité d'origine génétique.

Un virus ou un agent pathogène de type viral peut également être à l'origine du problème. Agroscope a réussi à assainir deux variétés de cerises (Kordia et Vanda) par du matériel exempt du « Cherry Virus A »



**Figure 4** | Après l'inoculation par puce d'un type Hedelfinger symptomatique sur un type asymptomatique, la plante meurt.  
Photo: Michael Petruschke, LTZ Augustenberg

**Tableau 1 | Vue d'ensemble des essais effectués par Agroscope et le LTZ Augustenberg.**

Essais	Résultats
<b>Serre</b>	Les symptômes sont moins prononcés dans les essais en serre que dans les essais sur le terrain car les conditions de croissance en serre peuvent être adaptées de façon optimale.
<b>Age des porte-greffes GiSelA 5</b>	Les greffes sur les porte-greffes GiSelA 5 de deux ans présentent moins de problèmes d'affinité que les greffes sur des porte-greffes d'un an.
<b>Surgreffage</b>	Le surgreffage des variétés sans problème n'aide pas à résoudre les problèmes d'affinité.
<b>Multiplication avec des greffons provenant de jeunes arbres asymptomatiques</b>	Plusieurs jeunes arbres ont été greffés à partir du même matériel de départ. Certains d'entre eux affichaient des problèmes d'affinité, d'autres pas. Avec les greffes ultérieures de greffons provenant de jeunes arbres asymptomatiques, les problèmes ont pu être réduits pour certaines variétés seulement.
<b>Étalons sur le porte-greffe GiSelA 5</b>	Si GiSelA 5 est utilisé comme porte-greffe pour les étalons, les problèmes d'affinité sont moins fréquents.
<b>Traitement thermique pour supprimer le virus</b>	Les problèmes d'affinité d'une variété ont pu être réduits par traitement thermique.
<b>Virus ou agent pathogène de type viral</b>	Les greffons de différentes origines présentent des différences très nettes en termes d'affinité sur les porte-greffes GiSelA 5. Les essais de greffe avec des greffons allemands sur F 12/1 Suisse puis sur GiSelA 5 semblent indiquer qu'un virus ou un agent pathogène de type viral intensifie les problèmes d'affinité. L'inoculation par puce des greffons symptomatiques sur des jeunes arbres asymptomatiques a entraîné leur mort.

et atténuer ainsi le problème. L'expérience allemande montre cependant qu'un autre virus, non identifié à ce jour doit également être incriminé car le « Cherry Virus A » est largement répandu et les arbres infectés sont souvent asymptomatiques.

Les conditions météorologiques, la nature du sol et l'état général des porte-greffes ont une influence significative sur la gravité des symptômes. Une greffe est synonyme de stress pour la plante; si d'autres facteurs de stress s'y ajoutent, cela entraîne des problèmes d'affinité (Riesen 1990).

Les pépinières peuvent être en mesure de réduire les problèmes d'affinité en utilisant GiSelA 5 comme porte-greffes pour les plants mères. La question est de savoir si cette solution pourrait être rentable pour les grandes pépinières.

Grâce au remplacement de variétés de cerises et de porte-greffes dans le conservatoire d'Agroscope et dans les pépinières suisses, les problèmes d'affinité

de nombreuses variétés ont pu être réduits, voire résolus (Riesen et Ladner 1998). Les variétés suivantes sont toutefois problématiques: Aigle de Bâle, Basler Langstieler, Burlat, Grenzacher/Hemmiker, Hallauer Aemli, Hedelfinger Abels Späte, Heidegger, Lamprästler, Magda, Mandy, Merchant, Rigikirsche (Lauerzer), Roter Lauber, Schauen-burger, Star, Sumtare (Sweetheart®), Webers Sämling, Weisse Herzkirsche et Wölflinstener. Agroscope recommande donc de les greffer sur des porte-greffes de semis, afin d'éviter aux pépinières des pertes économiques dues aux problèmes d'affinité. Cependant, l'expérience des pépinières montre que depuis quelques années, les variétés Aigle de Bâle, Burlat, Merchant, Schauenburger, Star et Sumtare (Sweetheart®) peuvent être greffées sur GiSelA 5 sans problème majeur.

Agroscope et le LTZ poursuivent les essais annuels pour identifier à temps les nouveaux problèmes. ■

#### Remerciements

Nos remerciements s'adressent à l'équipe de production fruitière du domaine d'essai de Wädenswil, en particulier à Rolf Blapp, qui a largement contribué aux essais d'Agroscope. Nous remercions également Walter Riesen et Thomas Hasler qui ont réalisé un énorme travail pour résoudre les problèmes d'affinité des cerisiers.

#### Bibliographie

- Agroscope, Sorten- und Unterlagen im Tafelkirschenanbau, Herausgeber: Fachkommission für Obstsortenprüfung, 2004.
- James, D. and Jelkmann W.: Detection of Cherry Virus A in Canada and Germany, 17<sup>th</sup> Int. Symp. On Fruit Tree Virus Disease, 1998.
- Kellerhals, M. et Riesen, W.: Sorten, Unterlagen, Kombinationen: eine Präsentationsshow mit Visionen, *Schweiz. Z. Obst-Weinbau*, n° 6, p. 161- 163, 1993.
- Riesen, W.: Prüfung neuer Kirschenunterlagen, *Schweiz. Z. Obst-Weinbau*, n° 18, S. 499- 503, 1985.
- Riesen, W.: Interessante Kirschentagung in der BRD, *Schweiz. Z. Obst-Weinbau*, n° 19, S. 522- 523, 1990.
- Riesen, W.: Schwache Kirschenunterlagen überzeugen nicht, *Schweiz. Z. Obst-Weinbau*, n° 3, p. 75, 1994.
- Riesen, W. et Hasler T.: Unverträglichkeit mit neuen Kirschenunterlagen, *Schweiz. Z. Obst-Weinbau*, n° 1, p. 16-17, 1996.
- Riesen, W. et Ladner, J.: Hohe Erträge mit den neuen Kirschenunterlagen, *Schweiz. Z. Obst-Weinbau*, n° 24, p. 609-611, 1998.



**DEPUIS 120 ANS À VOTRE SERVICE**

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



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



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



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

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



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



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

**OENO  
 PÔLE**  
 Au service de la qualité

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

**DUVOISIN**  
 Puidoux



Faucheuses  
 CARONI / COMPACT

Pulvérisateurs WEBER

Importateur - Vente - Réparation - Pièces détachées

**DUVOISIN & Fils SA - machines viticoles - 1070 Puidoux**

Tél. 021 946 22 21

duvoisin.puidoux@bluewin.ch

**Caisse-maladie:  
 Demandez une offre!**

Avec nous, vous optimisez:  
**changer en vaut  
 la peine!**

**agrisano**



Raisins | © Agrisano

**Pour l'agriculture!**

Toutes les assurances à portée de main.

Agrisano | Laurstrasse 10 | 5201 Brugg  
 Tél. 056 461 71 11 | www.agrisano.ch

# Êtes-vous prêt pour les vendanges?

Découvrez nos outils pour les vendanges sur notre webshop.

**gvz\_rossat**  
Le choix des professionnels



Chemin du Milieu 6 - 1580 Avenches - Tél. 026 662 44 66

**SNOPEX SA**  
www.snopex.com

- ROUE LIBRE DANS LE BOÎTIER
- BROYEUR RÉVERSIBLE
- CONTRE COUTEAUX

091 646 17 33 - sales@snopex.com



PEPINIÈRES VITICOLES  
**LAPALUD**  
FRÈRES SARL



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

PLANTATION MECANIQUE DE VOS VIGNES  
PAR GUIDAGE GPS  
ET MISE EN PLACE DES TUTEURS

lapalud@bluewin.ch

079 228 77 40

021 807 42 11

1163 ETOY

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

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

Fraîcheur des arômes  
Finesse  
Neutralité  
Sécurité  
Pas de goût de  
bouchon



JEAN-PAUL GAUD SA

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

www.gaud-bouchons.ch

**BON  
JOUR**

Suivez votre ligne de vie, venez donner votre sang



TRANSFUSION INTERREGIONALE CRS  
INTERREGIONALE BLUTSPENDE SRK

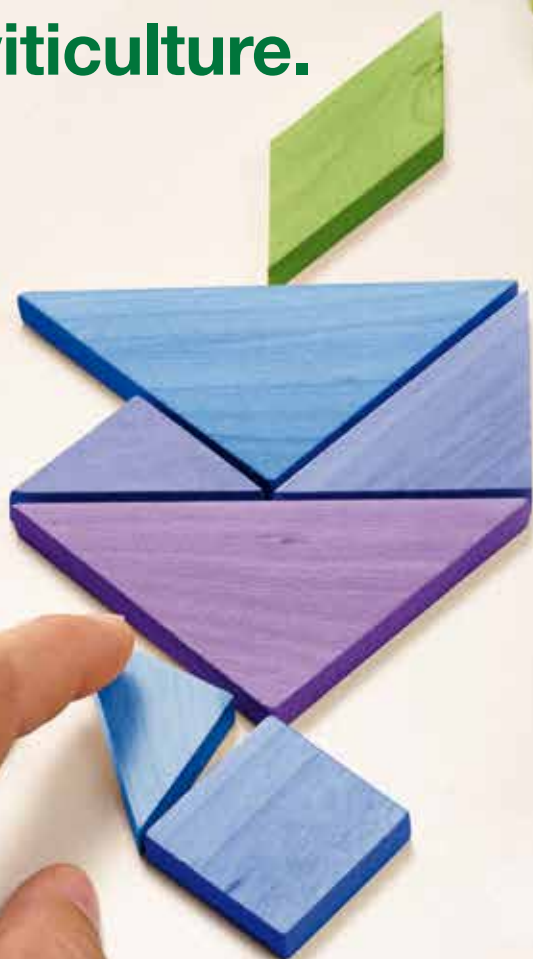


Numéro gratuit 0800 14 65 65 | itransfusion.ch



# Sercadis®

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



 **BASF**

We create chemistry

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

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

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

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