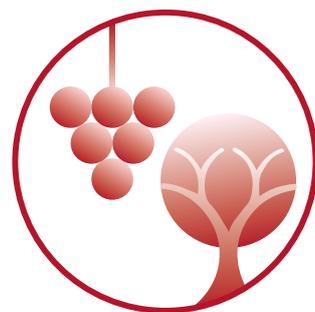


R E V U E S U I S S E D E

# VITICULTURE ARBORICULTURE HORTICULTURE



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



## Viticulture

Proposition d'un protocole pour l'évaluation floristique en vignes et en vergers **Page 136**

## Viticulture

Période et intensité de l'effeuillage de la vigne: bilan sur cinq cépages en Suisse **Page 144**



# Miroir,

# Miroir...

Qui a  
les plus beaux raisins?

Les valeurs sûres



Plus d'informations: [www.agrar.bayer.ch](http://www.agrar.bayer.ch)

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





**Photographie de couverture:**

**Vigne enherbée à Mont-sur-Rolle, La Côte.**  
(Photo: Matteo Mota, Changins)

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

**Editeur**

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

**Rédaction**

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

**Comité de lecture**

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

**Publicité**

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

**Préresse**

Inédit Publications SA, 1001 Lausanne

**Impression**

Stutz Medien AG, 8820 Wädenswil

**Parution**

6 fois par an

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

**Tarifs des abonnements (dès le 1<sup>er</sup> janvier 2021)**

Suisse	Europe	Etranger
Online: CHF 60.–	Online: CHF 60.–	Online: CHF 60.–
Print: CHF 60.–	Print: CHF 80.–	Print: CHF 85.–
Print et Online: CHF 70.–	Print et Online: CHF 90.–	Print et Online: CHF 95.–

**Abonnements et commandes**

AMTRA  
Avenue des Jordils 5, 1006 Lausanne  
Tél. +41 21 614 04 77  
E-mail: info@revuevitiarbohorti.ch  
ou www.revuevitiarbohorti.ch

**Commande de tirés à part**

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

# Sommaire

Mai–Juin | Vol. 53 | N°3

- 
- 125 **Editorial**
- 
- Viticulture**  
128 **Influence des virus 2 et 4 associés à l'enroulement (GLRaV-2, GLRaV-4) sur le comportement agronomique et la qualité des vins chez le Chasselas**  
Jean-Laurent Spring, Jean-Sébastien Reynard, Vivian Zufferey, Thibaut Verdenal, Fabrice Lorenzini, Gilles Bourdin, Christoph Carlen
- 
- Viticulture**  
136 **Proposition d'un protocole pour l'évaluation floristique en vignes et en vergers**  
Nicolas Delabays, Matteo Mota, Stéphane Emery, Marie Bessat et Gaël Pétremand
- 
- Viticulture**  
144 **Période et intensité de l'effeuillage de la vigne: bilan sur cinq cépages en Suisse**  
Thibaut Verdenal, Vivian Zufferey, Gilles Bourdin, Ágnes Dienes-Nagy, Katia Gindro, Olivier Viret et Jean-Laurent Spring
- 
- Information technique**  
152 **Les outils pour évaluer le stress hydrique et gérer l'irrigation de la vigne – Etat des lieux des avancées scientifiques**  
Markus Rienth et Thibaut Scholasch
- 
- Actualité**  
160 **Développement de stratégies durables pour lutter contre les adventices en arboriculture fruitière**  
Johannes Werth et Thomas Kuster
- 
- Actualité**  
166 **Dynamique des symptômes dus à la punaise marbrée sur les cerises et les pommes**  
Hanna Neuenschwander et Barbara Egger
- 
- Actualité**  
173 **Nouveau projet de vin durable commercialisé en grandes surfaces**
- 
- La page de CHANGINS**  
174 **Des thématiques de recherche dans l'air du temps!**
- 
- Fiche technique**  
177 **Le black-rot de la vigne**

Landi

## Information

9.95

**Cageot en bois 60 × 40 × 30 cm**

Bois suisse raboté. Utilisation multiple pour le stockage de récoltes, mais également comme étagère. 74002

dès

19.95

**Fût à fruits**

En plastique.  
Coloris : bleu.  
Usage alimentaire.

74350	30 l	19.95
74355	60 l	29.95
74360	120 l	44.95
74365	220 l	99.95

9.95

**Sécateur à vendange Okay**

Forme ergonomique. Avec lames trempées plusieurs fois et tampon en caoutchouc. Permet de couper des branches jusqu'à un Ø 12 mm. 12263

16.95

**Sécateur Classic Okay**

Sécateur universel à double tranchant. Lame rainurée en acier carbone. Permet de couper des branches jusqu'à un Ø 25 mm. Convient aux gauchers et droitiers. 12265

chaque 9.90

**Caisse à vendanges**

Dimensions: 50 × 34 × 25 cm. Contenance: env. 37 l.  
18354 Jaune 9.90 18355 Orange 9.90

349.-



Puissance	36 Wh
Type d'accumulateur	Li-Ion
Tension d'alim.	14,4V
Capacité de l'accum.	2,5 Ah
Autonomie de l'accumulateur max.	180 - 240 min
Épaisseur de coupe	32 mm

**Sécateur élec. vigne/verger/jardin**

Agraro. Fonctionne avec 2 batteries lithium ion. Écran LED compris. Ouverture de lame réglable : 32 mm / 22 mm. Poids: 970 g (accu incl.). 71383

dès 73.95

**Echelle universelle Emporia**

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

22017	3 × 6 échelons, hauteur de travail max. : 4,85 m	73.95
22018	3 × 8 échelons, hauteur de travail max. : 5,40 m	99.00
22019	3 × 9 échelons, hauteur de travail max. : 6,85 m	239.00
22020	3 × 12 échelons, hauteur de travail max. : 9,30 m	349.00

3.90

**Gants Flexynoppes**

Tailles : M-XXL.

30119, 30121, 30123, 30125

dès 65.-

**Filet de protection oiseaux**

En plastique et stabilisé aux UV. Largeur de maille : 40 mm.

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

**Pour nos paysannes et paysans**

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

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

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

Concours

Prix bas en permanence

Commander facilement votre produit maintenant online sur landi.ch

# Une meilleure compréhension de l'agroécosystème pour gérer les couvertures végétales



**Dr Nicolas Delabays**

Professeur HES associé en agronomie à hepia – Haute école du paysage, d'ingénierie et d'architecture (HES-SO)



**Matteo Mota**

Maître d'enseignement HES en sciences du sol et de l'environnement à CHANGINS – Haute école de viticulture et œnologie (HES-SO)

La gestion de la flore adventice des vignes et des vergers est unanimement reconnue par la profession comme un des principaux défis techniques qu'il lui faut relever aujourd'hui. Dans ce contexte, l'installation et l'entretien de couverts végétaux constituent un axe de recherche en plein développement. Le choix des espèces à promouvoir et les stratégies de gestion à appliquer nécessitent encore des développements ciblés. Comme souvent en agronomie, les itinéraires techniques proposés doivent être consolidés, puis adaptés aux diverses situations pédoclimatiques, ainsi qu'aux conditions agronomiques propres à chaque exploitation. De nombreuses expérimentations sont donc à réaliser.

Pour progresser collectivement et développer efficacement des stratégies durables de gestion de la flore, il est important de pouvoir échanger le plus précisément et objectivement possible les observations effectuées dans les différents essais mis en place. C'est à cette fin que nous avons établi un protocole de suivi floristique (p. 136) qui allie précision et rapidité de mise en œuvre. Des fiches pratiques sont disponibles en téléchargement.

Les descriptions de la végétation des parcelles cultivées, de sa composition et de son évolution nous paraissent en effet être des éléments indispensables pour aborder ce défi agronomique. Parallèlement, la connaissance de la biologie des espèces – par la mise en relation des relevés floristiques et des données des caractéristiques fonctionnelles de chaque espèce – constitue un outil puissant pour une compréhension et même une anticipation de leurs effets (espérés ou redoutés) sur les cultures. Ces acquis peuvent ainsi contribuer à la réalisation des objectifs de production, par exemple à l'aide d'une gestion sélective d'enherbement spontané, d'un apport ciblé de communautés végétales sous la forme de «fleurs de foin» ou encore de la sélection d'espèces pour la constitution et le semis de mélanges optimisés.

Dans ce numéro, vous trouverez également une autre facette de la gestion des adventices en arboriculture fruitière: le troisième volet des contributions de Werth et Kuster traite des réponses des pommiers à différents modes d'entretien (p. 160). D'autres articles abordent les réponses des cultures viticoles et fruitières aux stress biotiques et abiotiques ou détaillent des stratégies non chimiques de leur gestion. Ces études vont toutes dans le sens d'une meilleure compréhension de l'agroécosystème, condition sine qua non pour l'établissement d'itinéraires culturels durables. Dans ce contexte, IP-Suisse nous dévoile son label viticole encourageant la biodiversité et la réduction des produits phytosanitaires (p. 173) et contribue ainsi à faire le lien entre l'évolution des pratiques et les attentes des consommateurs.

Nous vous souhaitons une bonne lecture! ■



**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



**LANDOR SiliFER –**  
Votre assurance pour les cultures spéciales

**Vos avantages avec SiliFER**

- ✓ augmente la tolérance accrue au stress abiotique
- ✓ des parois cellulaires plus solides
- ✓ la transpiration est régulée
- ✓ la tolérance à la chaleur et au sel est améliorée.
- ✓ une résistance accrue aux maladies et aux parasites
- ✓ une meilleure conservation des produits récoltés

**Application**  
Pulvérisation foliaire: 0,5 l/ha 1–3 applications  
Fertigation: 0,5% en solution mère

**Appel gratuit**  
0800 80 99 60  
landor.ch

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



**DUPENLOUP SA**  
FABRIQUE DE POMPES  
MAISON FONDÉE EN 1888

1219 Le Lignon (GE) 022 796 77 66 contact@dupenloup.ch

**Pompes Smile, raccords, armatures de cuves et accessoires inox**



**OENO PÔLE**  
Au service de la qualité

1183 Bursins 078 716 40 00 info@oeno-pole.ch

**Et bien plus sur: www.oeno-pole.ch**



Le bon plan – moderne et modulable



## Ghekko®

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

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



## Auralis

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

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

The Syngenta logo, featuring the word 'syngenta' in a lowercase sans-serif font with a stylized leaf icon above the 'a', set against a dark purple background.

syngenta®

Plus d'informations sous [www.syngenta.ch](http://www.syngenta.ch)

# Influence des virus 2 et 4 associés à l'enroulement (GLRaV-2, GLRaV-4) sur le comportement agronomique et la qualité des vins chez le Chasselas

Jean-Laurent SPRING<sup>1</sup>, Jean-Sébastien REYNARD<sup>2</sup>, Vivian ZUFFEREY<sup>1</sup>, Thibaut VERDENAL<sup>1</sup>, Fabrice LORENZINI<sup>2</sup>, Gilles BOURDIN<sup>2</sup>, Christoph CARLEN<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Centre de recherche Agroscope de Pully, 1009 Pully

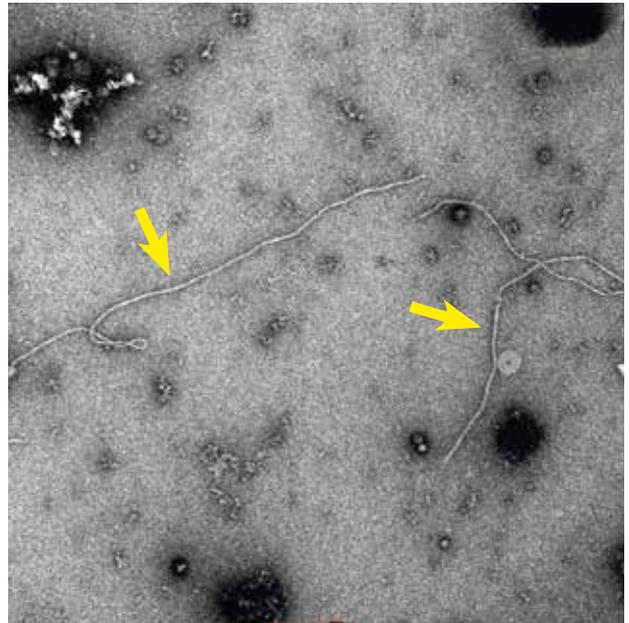
<sup>2</sup> Centre de recherche Agroscope de Changins, 1260 Nyon

<sup>3</sup> Centre de recherche Agroscope des Fougères, 1964 Conthey

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



**Figure 1a** | Virose de l'enroulement, symptômes de rougissement et d'enroulement du limbe causé par une infection par le virus GLRaV-2. Gamay à début août.



**Figure 1b** | Particules virales (GLRaV-2) vues par microscopie électronique, agrandissement x 20 000. Barre = 200 nanomètres.

## Introduction

Les maladies à virus sont présentes dans tous les vignobles de Suisse. Leur répartition, la gravité des symptômes et les conséquences économiques qu'elles entraînent peuvent être très variables selon les régions, le cépage et les virus en question. Certains vignobles peuvent être fortement infectés, notamment lorsqu'il s'agit de viroses dont la transmission est assurée par les nématodes liés au sol (complexe viral du court-noué). Les études conduites dans le vignoble valaisan ont également montré que les virus associés à l'enroulement

pouvaient être très répandus dans certaines parcelles (Besse et Gugerli, 2009). La maladie de l'enroulement est une virose majeure de la vigne, elle affecte la plupart des cépages, les symptômes étant particulièrement visibles sur les cépages rouges (fig. 1a). Quatre espèces virales ont été identifiées à partir de vignes atteintes d'enroulement. Ces virus (fig. 1b) sont appelés GLRaV (grapevine leafroll associated virus pour virus associés à la maladie de l'enroulement), suivi d'un numéro. Les viroses graves, notamment celles du complexe du court-noué et certains virus associés à l'enroulement, sont problématiques, car elles sont suscep-

tibles d'influencer gravement le comportement végétatif, le rendement ou encore la qualité des moûts et des vins. Les viroses de la vigne sont incurables dans le vignoble et peuvent être transmises par le greffage. Leur contrôle passe essentiellement par le choix de matériel de plantation certifié exempt de viroses graves. D'autres virus ou souches virales n'entraînent généralement peu ou pas de symptômes sur la vigne européenne (*Vitis Vinifera*). Les virus GLRaV-2 et GLRaV-4 associés à l'enroulement font partie de ces derniers; leur présence est généralement éliminatoire sur des clones de variétés de vigne certifiées, même si certains clones qui ont été parfois largement multipliés sont par exemple porteurs du GLRaV-2 associé à l'enroulement (IFV, 2007). Afin de juger objectivement de son influence sur les paramètres agronomiques et qualitatifs, des ceps infectés par ce virus, seul ou associé au virus 4 de l'enroulement (GLRaV-4), ont été comparés à des individus sains. Cet article fait le bilan de cette expérimentation conduite avec le cépage Chasselas sur le domaine expérimental Agroscope de Changins (VD) de 2006 à 2018.

## Matériel et méthodes

### Analyses virologiques

Le test ELISA a été utilisé pour évaluer la présence des deux virus de l'enroulement: GLRaV-2 et GLRaV-4. Tous les plants, avant leur mise en place, ont été testés pour la conformité de leur statut virologique par rapport aux variantes planifiées.

De plus, une approche de séquençage haut débit a été réalisée afin de caractériser plus précisément le virome (ensemble des virus infectant un cep) des trois variantes de l'expérimentation. Cette approche de séquençage haut débit repose sur l'extraction, à partir d'une portion de sarment prélevé en hiver, des acides nucléiques qui sont le support de l'hérédité de tous les organismes vivants. Ces acides nucléiques sont ensuite littéralement lus dans un processus de séquençage. Une telle analyse produit des millions de fragments d'ADN qui sont ensuite analysés en utilisant des outils de bio-informatique afin de déterminer la présence des différents virus. Ce genre d'analyse permet d'obtenir le génome complet d'un agent pathogène et de le caractériser très précisément au niveau génétique.

### Variantes et dispositif expérimental

Dans les années 1990, une accession de Chasselas, nommée 8/22, a été identifiée comme étant atteinte de la maladie de l'enroulement. Suite aux tests ELISA,

**Résumé** L'incidence du virus 2 associé à l'enroulement (GLRaV-2) combiné ou non au virus 4 associé à l'enroulement (GLRaV-4) en comparaison avec des individus sains a été étudiée sur des ceps de Chasselas. Les observations ont été conduites sur les aspects agronomiques et œnologiques dans le cadre d'un essai mis en place sur le domaine viticole expérimental de la Station de recherche Agroscope à Nyon (VD). Cette expérimentation menée de 2006 à 2018 a montré que la présence de GLRaV-2 n'a pratiquement exercé aucune influence sur les paramètres végétatifs et de production. La combinaison de GLRaV-2 et GLRaV-4 a conditionné une légère diminution de la vigueur et du potentiel de production (fertilité des bourgeons, poids moyen des grappes), ainsi qu'une faible augmentation de la teneur en sucre et en azote assimilable des moûts. Les différentes modalités n'ont pas entraîné de différences au niveau de la qualité des vins produits.

deux virus de l'enroulement ont pu être mis en évidence dans ce Chasselas 8/22: GLRaV-2 et GLRaV-4. Une procédure de thérapie a été entreprise ensuite afin d'assainir le Chasselas 8/22 de ses deux virus de l'enroulement. Brièvement, des plants de vigne en pots ont été soumis à des températures de l'ordre de 36°C pendant plusieurs semaines dans une chambre de culture. Ces conditions extrêmes éliminent les virus dans les parties apicales du plant. Ces apex sont ensuite bouturés en vert afin de régénérer une plante entière. Ce processus a permis de produire une accession de Chasselas 8/22 débarrassés du GLRaV-4, mais encore infectés par le GLRaV-2, et également une accession sans aucun virus de l'enroulement.

Ces deux accessions issues de l'expérience de thérapie ainsi que le clone d'origine ont été greffés sur 3309 C (clone RAC 1). L'essai a été mis en place en 2003 et a été conduit en Guyot simple (200x85 cm) et disposé en blocs randomisés avec 4 répétitions de 12 ceps par variante. Le but de l'essai était d'évaluer l'influence de deux virus de l'enroulement GLRaV-2 et GLRaV-4 sur le comportement agronomique et la qualité du même clone de Chasselas. En résumé, l'essai comportait trois variantes:

A: témoin assaini (Chasselas 8/22 assaini sans virus de l'enroulement);

- B: GLRaV-2 (Chasselas 8/22 partiellement assaini);  
 C: GLRaV-2 + GLRaV-4 (Chasselas 8/22 sans traitement en thérapie).

#### Site expérimental, sol et climat

La parcelle expérimentale a été implantée dans le bassin lémanique, à 410 m d'altitude, sur le domaine expérimental d'Agroscope de Changins à Nyon (VD). La moyenne pluriannuelle des températures durant la période de végétation (15 avril–15 octobre) s'élève à 14,9°C et les précipitations annuelles moyennes sont de 1009 mm.

La parcelle est située sur une moraine de fond compacte. Analytiquement, la fraction «sol» (0–20 cm) est de nature moyenne (24,5% d'argile) et exempte de calcaire (traces de CaCO<sub>3</sub>), et contient un taux de matière organique satisfaisant (2,5%). L'analyse chimique montre que ce sol est riche en phosphore et en potassium et qu'il est normalement pourvu en magnésium.

#### Relevé des composantes du rendement

- Fertilité des bourgeons contrôlée sur la base de 10 ceps par répétition, poids des baies (50 baies par répétition), poids des grappes (calculé à partir du poids de récolte et du nombre de grappes par cep après dégrappage contrôlé sur 10 ceps par répétition) et rendement aux vendanges.
- Limitation homogène de la récolte en juillet par le maintien d'une grappe par bois.
- Contrôle chaque hiver de l'expression végétative par pesage des bois de taille prélevés sur 10 ceps par répétition et mesure du diamètre du tronc en dessous du point de greffage à la fin de l'essai en 2019.

#### Pourriture grise (*Botrytis cinerea*)

- Intensité de l'attaque à la vendange. Observation sur 50 grappes par répétition selon les classes suivantes: 0%, 10%, 25%, 50%, 75%, 100%.

#### Echanges gazeux

- Photosynthèse, conductance stomatique et transpiration ont été mesurées avec un appareil LICOR 6400 XT (Li-Cor Biosciences, Nebraska, Etats-Unis) en 2014, le 16 juillet, à raison de huit feuilles par répétition.

#### Alimentation minérale

- Détermination, à la véraison, des taux de N, P, K, Ca et Mg, d'un échantillon de 25 feuilles principales (limbe et pétiole) par variante situées dans la zone des grappes (diagnostic foliaire).

- Détermination de la teneur en potassium des moûts des lots vinifiés après débouillage.

#### Analyses des moûts

- Teneur en sucre, pH, acidité totale (exprimée en acide tartrique), acide tartrique, acide malique et teneur en azote des moûts (paramètres analytiques déterminés par spectrométrie infrarouge (Foss, Winescan™).

#### Vinification et analyse sensorielle

- De 2014 à 2018, les différentes variantes ont été vinifiées de manière standard avec foulage, sulfitage (50 mg/l) et débouillage des moûts, chaptalisation à 82°Oe lorsqu'elle n'atteignait pas cette concentration en sucre, décuvage et centrifugation en fin de fermentation alcoolique. Les vins ont subi une fermentation malolactique avant d'être stabilisés chimiquement et physiquement. Une filtration a précédé les analyses des vins et la mise en bouteilles. Les paramètres analytiques courants des vins ont été déterminés par spectrométrie infrarouge (Foss, Winescan™).
- Les vins ont été dégustés chaque année après la mise en bouteilles par le panel expert d'Agroscope. L'appréciation organoleptique de 17 critères a été effectuée suivant une échelle de notation allant de 1 (= mauvais, faible) à 7 (= élevé, excellent).

## Résultats et discussion

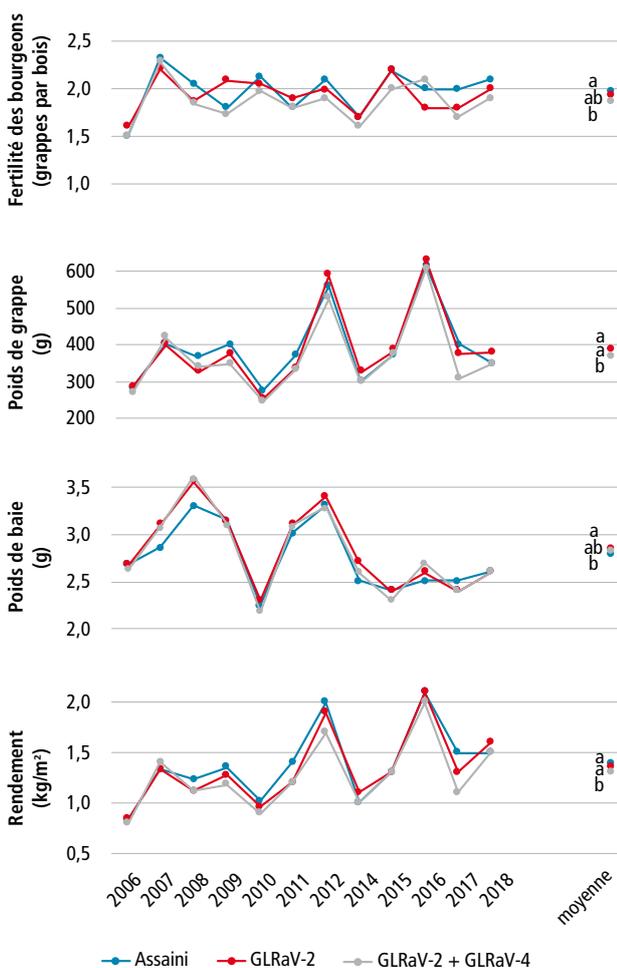
#### Analyses virologiques

Aucun symptôme visuel d'enroulement n'a été observé sur le clone non assaini de Chasselas 8/22. Ce phénomène n'est pas exceptionnel étant donné que cette maladie virale est souvent difficile à diagnostiquer visuellement sur les cépages blancs. C'est pourquoi des tests d'indexage sont réalisés afin d'examiner visuellement la présence de cette maladie. Ces tests d'indexage pour la maladie de l'enroulement sont basés sur un greffage sur une vigne indicatrice (Gamay). Un test d'indexage a été réalisé pour les deux variantes enroulées de l'essai. Dans les deux cas, des symptômes clairs d'enroulement (rougissement et enroulement du limbe) se sont développés à partir du mois d'août.

Les analyses détaillées au laboratoire ont bien confirmé que le statut virologique était conforme au plan expérimental en ce qui concerne les virus de l'enroulement. De plus, les analyses par séquençage ont permis de reconstruire le génome du virus GLRaV-2 au complet. Les génomes du virus GLRaV-2 des deux variantes B et C sont identiques (99,9%), indiquant par là

qu'il s'agit bien du même isolat de ce virus. Ainsi, l'étape de thérapie n'a pas eu d'impact sur la structure génétique du virus GLRaV-2 entre les variantes B et C, celui-ci n'ayant pas muté.

En plus des virus de l'enroulement, les analyses par séquençage ont mis en évidence d'autres virus ou viroïdes. Les agents suivants ont été observés dans les trois variantes de l'essai: *Grapevine rupestris stem pitting-associated virus*, *Grapevine yellow speckle viroid 1*, *Hop stunt viroid* et *Grapevine rupestris vein feathering virus*. Ces agents sont présents dans le clone de Chasselas d'origine 8/22 et n'ont pas été éliminés par le traitement de thérapie, dans aucune des deux variantes de l'essai. Ces agents sont très répandus dans les vignobles et sont latents, ne causant pas de symptômes particuliers sur *Vitis vinifera* (Reynard et al., 2019).



**Figure 2 |** Influence du GLRaV-2 et du GLRaV-4 sur Chasselas à Changins (VD). Composantes du rendement, 2006–2018. Les moyennes signalées par une lettre commune ne se distinguent pas de manière significative (P = 0,05).

### Composantes du rendement

La figure 2 réunit les observations effectuées de 2006 à 2018 en ce qui concerne les composantes du rendement et le rendement total contrôlé à la vendange. Par rapport au témoin sain, les ceps porteurs de l'infection mixte de GLRaV-2 et GLRaV-4 ont présenté une fertilité des bourgeons, un poids moyen de grappe ainsi qu'un rendement inférieurs. Ces différences, même si elles sont significatives, sont faibles en valeur absolue. La variante témoin assainie a présenté des baies significativement plus petites que la variante uniquement porteuse du GLRaV-2. Ici également, les différences sont faibles en valeur absolue. L'effet du virus GLRaV-2 de l'enroulement associé ou non au GLRaV-4 paraît donc présenter un impact limité sur le potentiel de production, à l'inverse de ce qui est observé pour d'autres virus de l'enroulement plus agressifs, à l'exemple de GLRaV-1 ou du GLRaV-3 (Bovey et al., 1980; Mannini et al., 1997; Cordeau, 1998; Ghaffari et al., 2020).

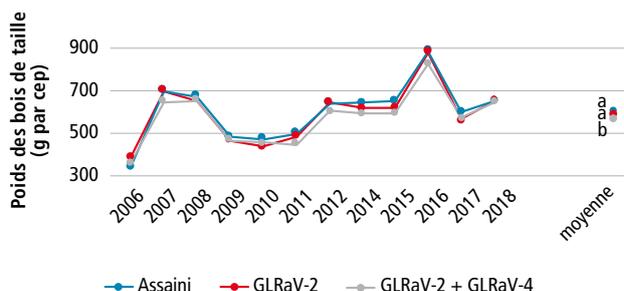
### Expression végétative et échanges gazeux

Les échanges gazeux des deux variantes atteintes de l'enroulement (tab. 1) n'ont pas montré de différence par rapport au témoin.

**Tableau 1 |** Influence du GLRaV-2 et du GLRaV-4 sur Chasselas à Changins (VD). Echanges gazeux, 16 juillet 2014.

Variante	Photosynthèse (µmol CO <sub>2</sub> m <sup>-2</sup> s <sup>-1</sup> )	Conductance stomatique (mmol m <sup>-2</sup> s <sup>-1</sup> )	Transpiration (mmol H <sub>2</sub> O m <sup>-2</sup> s <sup>-1</sup> )
A: Assaini	19,7 a	402 a	6,2 a
B: GLRaV-2	19,8 a	408 a	6,3 a
C: GLRaV-2 + GLRaV-4	19,8 a	380 a	6,1 a

Les moyennes signalées par une lettre commune ne se distinguent pas de manière significative (P = 0,05).



**Figure 3 |** Influence du GLRaV-2 et du GLRaV-4 sur Chasselas à Changins (VD). Poids des bois de tailles, 2006–2018. Les moyennes signalées par une lettre commune ne se distinguent pas de manière significative (P = 0,05).

La figure 3 réunit douze années d'observations concernant les poids des bois de taille observés dans le cadre de cet essai. Comme pour les paramètres de productivité de la vigne, la vigueur des souches semble peu affectée par la présence de GLRaV-2. La combinaison avec GLRaV-4 entraîne des valeurs significativement inférieures, mais toutefois très proches de celles des deux autres modalités. Le diamètre du tronc, mesuré à l'issue de l'essai (tab. 2), a été plus faible dans la variante infectée par les deux virus de l'enroulement par rapport au témoin. Ici encore, même si la différence est statistiquement significative, elle est faible en valeur absolue (-4%).

Comme cela a été relevé pour les paramètres de production de la vigne, l'effet des virus GLRaV-2 et GLRaV-4 de l'enroulement est beaucoup moins grave en termes de dépression de la vigueur en comparaison avec d'autres virus de l'enroulement plus agressifs, comme GLRaV-1 ou GLRaV-3 (Bovey *et al.*, 1980; Cordeau, 1998; Bertamini *et al.*, 2005; Spring *et al.*, 2012).

### Pourriture grise (*Botrytis cinerea*)

La pression de *B. cinerea* s'est révélée faible durant la période de l'expérimentation, ce qui n'a pas permis de mettre en évidence d'influence éventuelle des différentes modalités.

### Alimentation minérale

La figure 4 réunit les résultats des analyses foliaires de N, P, K, Ca et Mg issues d'échantillons prélevés au début de la véraison. De manière générale, le niveau moyen d'alimentation en ces différents éléments peut être considéré comme satisfaisant en fonction des seuils d'interprétation établis par Spring *et al.* (2003). Les différentes modalités étudiées n'ont pas influencé de manière notable l'alimentation minérale de la plante. Seules les valeurs enregistrées pour le calcium montrent une différence significative en faveur de la variante assainie, mais, là également, l'écart en valeur absolue demeure très faible.

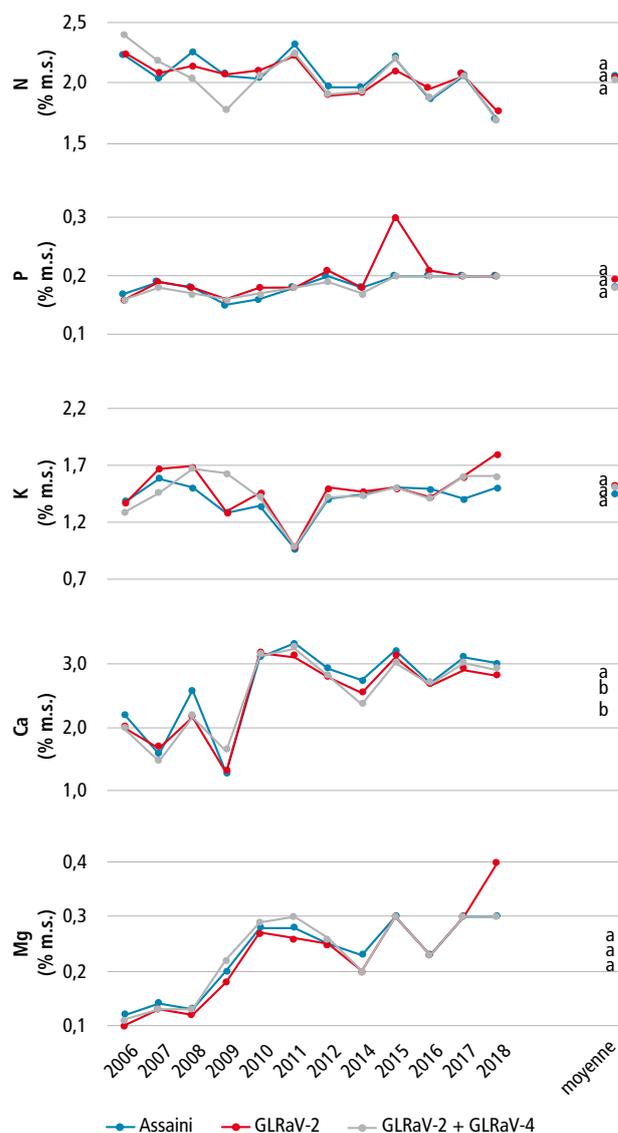
**Tableau 2** | Influence du GLRaV-2 et du GLRaV-4 sur Chasselas à Changins (VD). Diamètre du tronc à la fin de l'essai en automne 2019.

Variante	Diamètre du tronc (cm)
A: Assaini	3,62 a
B: GLRaV-2	3,52 b
C: GLRaV-2 + GLRaV-4	3,47 b

Les moyennes signalées par une lettre commune ne se distinguent pas de manière significative ( $P = 0,05$ ).

### Qualité des moûts

Le tableau 3 réunit les principales données analytiques des moûts. La teneur en sucre des moûts de la variante assainie se révèle significativement plus basse, même si les différences sont relativement faibles par rapport à celle des variantes porteuses de GLRaV-2 ou de GLRaV-2 + GLRaV-4, peut-être en relation avec les rendements un peu plus faibles pour cette dernière. Des valeurs d'azote assimilable un peu plus élevées sont constatées pour la variante co-infectée par GLRaV-2 et GLRaV-4. Dans le cadre d'un essai conduit sur Pinot noir, Jungmin *et al.* (2009) mentionnent que la présence de GLRaV-3 pénalise fortement la teneur en azote des moûts, alors que la présence de GLRaV-2 ne semble pas avoir d'influence sur ce critère.



**Figure 4** | Influence du GLRaV-2 et du GLRaV-4 sur Chasselas à Changins (VD). Diagnostic foliaire 2006-2018. Les moyennes signalées par une lettre commune ne se distinguent pas de manière significative ( $P = 0,05$ ).

### Analyse chimique et sensorielle des vins

Les résultats des principaux critères analytiques et organoleptiques notés lors de la dégustation des vins sont réunis dans les tableaux 4 et 5. Pratiquement aucune différence n'a pu être notée entre les différentes variantes étudiées.

### Conclusions

- L'étude de l'influence du virus 2 associé à l'enroulement (GLRaV-2) combiné ou non au virus 4 associé à l'enroulement (GLRaV-4) en comparaison à un témoin sain a montré les résultats suivants sur Chasselas:
  - la présence de GLRaV-2 n'a eu, par rapport au témoin assaini, que très peu d'influence sur le comportement végétatif et génératif;
  - la combinaison de GLRaV-2 et GLRaV-4 a conditionné une légère diminution de la vigueur et du potentiel de production (fertilité des bourgeons, poids moyen des grappes), ainsi qu'une faible augmentation

de la teneur en sucre et en azote assimilable des moûts;

- les différentes modalités n'ont pas entraîné de différences au niveau de la qualité des vins produits.
- On peut conclure que l'influence de ces deux virus de l'enroulement sur le comportement agronomique et la qualité des vins chez le Chasselas est très faible. Cet impact négligeable reporté dans cet essai confirme l'observation visuelle attestant de l'absence de tout symptôme d'enroulement sur les deux variantes enroulées de l'essai. Néanmoins, il serait hasardeux de généraliser quant à l'innocuité de ces deux virus pour la vigne, car lorsqu'ils sont inoculés au Gamay par greffage, des symptômes typiques de la virose de l'enroulement se développent. Il est vraisemblable que l'impact agronomique et œnologique de ces deux virus soit plus marqué sur un cépage rouge comme le Gamay. De plus, il a été observé que certaines souches de GLRaV 2 peuvent être responsables d'incompatibilités

**Tableau 3 | Influence du GLRaV-2 et du GLRaV-4 sur Chasselas à Changins (VD). Composition des moûts au foulage, moyennes 2006–2018.**

Variante	°Oe	pH	Acidité totale <sup>1</sup> (g/l)	Acide tartrique (g/l)	Acide malique (g/l)	Azote assimilable (mgN/l)
A: Assaini	78,3 b	3,29 c	5,9 a	5,8 a	2,1 a	141 b
B: GLRaV-2	79,7 a	3,32 b	5,7 a	5,7 a	2,0 a	143 b
C: GLRaV-2 + GLRaV-4	80,2 a	3,34 a	5,7 a	5,7 a	2,1 a	159 a

Les moyennes signalées par une lettre commune ne se distinguent pas de manière significative ( $P = 0,05$ ).

<sup>1</sup> exprimée en acide tartrique.

**Tableau 4 | Influence du GLRaV-2 et du GLRaV-4 sur Chasselas à Changins. Analyse des vins, moyennes 2014–2018.**

Variante	Alcool vol %	pH	Acidité totale <sup>1</sup> (g/l)	Acide tartrique (g/l)	Glycérol (g/l)
A: Assaini	12,2 a	3,51 a	3,7 a	1,3 a	6,7 a
B: GLRaV-2	12,2 a	3,52 a	3,7 a	1,3 a	6,6 a
C: GLRaV-2 + GLRaV-4	12,1 a	3,53 a	3,6 a	1,3 a	6,6 a

Les moyennes signalées par une lettre commune ne se distinguent pas de manière significative ( $P = 0,05$ ).

<sup>1</sup> exprimée en acide tartrique.

**Tableau 5 | Influence du GLRaV-2 et du GLRaV-4 sur Chasselas à Changins. Analyse sensorielle des vins, moyennes 2014–2018.**

Variante	Qualité bouquet	Volume	Acidité	Equilibre	Amertume	Impression générale
A: Assaini	4,1 a	4,4 a	4,1 a	4,3 a	2,3 a	4,0 a
B: GLRaV-2	3,9 b	4,3 a	4,1 a	4,2 a	2,5 a	3,9 a
C: GLRaV-2 + GLRaV-4	4,0 a	4,3 a	4,1 a	4,3 a	2,3 a	4,0 a

Notes de 1 = faible, mauvais à 7 = élevé, excellent.

Les moyennes signalées par une lettre commune ne se distinguent pas de manière significative ( $P = 0,05$ ).

au greffage, en particulier avec le porte-greffe Kober 5BB (Alkowni *et al.*, 2011). C'est pourquoi ce virus ainsi que les autres virus de l'enroulement sont pris en compte dans la filière de certification et que les ceps infectés sont exclus de la sélection. ■

#### Remerciements

Les collaborateurs des groupes de recherche Viticulture, Œnologie, Analyse des vins et Virologie d'Agroscope sont vivement remerciés de leur précieuse collaboration.

#### Bibliographie

- Alkowni R., Zhang Y.P., Rowhani A., Uyemoto J.K. & Minafra A., 2011. Biological, molecular and serological studies of a novel strain of Grapevine leafroll-associated virus 2. *Virus Genes* **43**, 102–110.
- Bertamini M., Malonini U., Kriskinasamy M. & Nedunchezian N., 2005. Physiological response of field grown grapevine (*Vitis vinifera* L. cv. Marzemino) to grapevine leafroll-associated virus (GLRaV-1). *Phytopathol. Mediterr.* **44**, 256–265.
- Besse S., Rütsche C. & Gugerli P., 2009. Tentative analysis of the economic impact of grapevine leafroll disease in the vineyard of Valais (Switzerland). Proceedings of the 16<sup>th</sup> Meeting of the International Council for the study of Virus and Virus-like Disease of the Grapevine, 232–233.
- Besse S. & Gugerli P., 2009. Survey of major grapevine virus diseases in the vineyard of Valais (Switzerland). Proceedings of the 16<sup>th</sup> Meeting of the International Council for the study of Virus and Virus-like Disease of the Grapevine, 118–119.
- Bovey R., Gärtel W., Hewitt W.B., Martelli G.P. & Vuittenez A., 1980. Maladies à virus et affections similaires de la vigne. Ed. Payot, Lausanne, 181 pp.
- Cordeau J., 1998. Création d'un vignoble. Greffage de la vigne et porte-greffe. *Élimination des maladies à virus*. Ed. Féret, 182 pp.
- Ghaffari S., Reynard J.-S. & Rienth M., 2020. Single berry reconstitution prior to RNA-sequencing reveals novel insights into transcriptomic remodeling by leafroll virus infections in grapevines. *Scientific Reports*.
- IFV, 2007. Catalogue des variétés et clones de vigne cultivés en France, 2<sup>e</sup> édition. Ed. Institut français de la vigne et du vin (ENTAV-ITV France), 455 pp.
- Jungmin L. & Martin R.R., 2009. Influence of grapevine leafroll-associated viruses (GLRaV-2 and -3) on the fruit composition of Oregon *Vitis vinifera* L. cv. Pinot noir: phenolics. *Food Chemistry* **112**, 889–896.
- Jungmin L., Keller K.E., Rennaker C. & Martin R.R., 2009. Influence of grapevine leafroll-associated viruses (GLRaV-2 and -3) on the fruit composition of Oregon *Vitis vinifera* L. cv. Pinot noir: free amino acids, sugars and organic acids. *Food Chemistry* **117**, 99–105.
- Mannini F., Argamante N. & Credi R., 1997. Heat-treated v. virus-infected grapevine clones: agronomical and enological modifications. Proceedings International symposium on the importance of varieties and clones in the production of quality wine. Kecskemet, Hungary, *Acta Horticulturae* **473**, 155–163.
- Reynard J.-S., Schaerer S., Gindro K. & Viret O., 2019. *Virus, bactéries et phytoplasmes*. Ed. AMTRA, Nyon, 269 pp.
- Spring J.-L., Reynard J.-S., Viret O., Maigre D., Gugerli P. & Brugger J.-J., 2012. Effet du virus 1 associé à l'enroulement (GLRaV1) et du virus de la marbrure sur le comportement agronomique et la qualité des vins de Gamay. *Revue suisse Viticulture, Arboriculture, Viticulture* **44** (3), 180–188.
- Spring J.-L., Ryser J.-P., Schwarz J.-J., Basler P., Bertschinger L. & Häseli A., 2003. Données de base pour la fumure en viticulture. *Revue suisse Viticulture, Arboriculture, Viticulture* **35** (4), 1–23.

### ■ **Summary** Impact of Leafroll Viruses 2 and 4 (GLRaV-2, GLRaV-4) on the Agronomic Behaviour and Quality of Chasselas Wines.

In this study, Chasselas vines which were infected with Leafroll Virus 2 (GLRaV-2) alone or in combination with Leafroll Virus 4 (GLRaV-4) were compared with healthy vines. The observations, which were made from 2006 to 2018 on Agroscope's experimental farm in Nyon, were related to agronomical and oenological aspects. The results show that the GLRaV-2 virus had virtually no effect on vegetative and production-related parameters. The combination of GLRaV-2 and GLRaV-4 led to a slight decline in vigour and production potential (bud fertility, average grape weight) as well as to a slight increase in sugar content and assimilable nitrogen content in the must. The different variants had no impact on the quality of the wines produced.

**Key words:** grapevine, GLRaV-2, GLRaV-4, agronomical features, mineral nutrition, wine quality.

### ■ **Zusammenfassung** Einfluss der Blattrollviren 2 und 4 (GLRaV-2, GLRaV-4) auf das agronomische Verhalten und die Qualität von Chasselas-Weinen.

In der vorliegenden Studie wurden Chasselas-Reben, die entweder nur mit dem Blattrollvirus 2 (GLRaV-2) oder in Kombination mit dem Blattrollvirus 4 (GLRaV-4) infiziert waren, mit gesunden Rebstöcken verglichen. Die von 2006 bis 2018 auf dem Versuchsbetrieb von Agroscope in Nyon durchgeführten Beobachtungen bezogen sich auf agronomische und önologische Aspekte. Die Ergebnisse zeigen, dass das GLRaV-2-Virus praktisch keinen Einfluss auf vegetative und produktionsbezogene Parameter hatte. Die Kombination von GLRaV-2 und GLRaV-4 führte zu einem leichten Rückgang der Wuchskraft und des Produktionspotenzials (Knospenfruchtbarkeit, durchschnittliches Traubengewicht) sowie zu einem leichten Anstieg des Zuckergehalts und des Gehalts an assimilierbarem Stickstoff im Most. Die unterschiedlichen Varianten hatten keinen Einfluss auf die Qualität der produzierten Weine.

### ■ **Riassunto** Influsso dei virus dell'accartocciamento fogliare 2 e 4 (GLRaV-2 e GLRaV-4) sul comportamento agronomico e sulla qualità dei vini Chasselas.

Per realizzare questo studio si sono confrontate con esemplari sani le viti di Chasselas affette dal virus GLRaV-2 - da solo o in combinazione con il GLRaV-4. Le osservazioni raccolte nella stazione di ricerca Agroscope a Nyon tra il 2006 e il 2018 riguardavano gli aspetti agronomici ed enologici. I risultati indicano che il virus GLRaV-2 non ha praticamente influito sui parametri vegetativi e produttivi. I virus GLRaV-2 e GLRaV-4, combinati, hanno portato a una leggera diminuzione della vigoria e del potenziale produttivo (fertilità delle gemme, peso medio dei grappoli) e a un lieve aumento del tenore di zucchero e di azoto assimilabile nel mosto. Le diverse varianti non hanno avuto ripercussioni sulla qualità dei vini prodotti.

# Proposition d'un protocole pour l'évaluation floristique en vignes et en vergers

Nicolas DELABAYS<sup>1</sup>, Matteo MOTA<sup>2</sup>, Stéphane EMERY<sup>3</sup>, Marie BESSAT<sup>4</sup> et Gaël PÉTREMAND<sup>5</sup>

<sup>1</sup> hepia, HES-SO/Genève, Institut Terre-Nature-Environnement, 1254 Jussy

<sup>2</sup> CHANGINS, Haute école de viticulture et œnologie, HES-SO, 1260 Nyon

<sup>3</sup> Service cantonal de l'agriculture, Département de l'économie et de la formation, 1951 Châteauneuf-Sion

<sup>4</sup> Office cantonal de l'agriculture et de la nature (OCAN), Département du territoire (DT), 1205 Genève

<sup>5</sup> Université de Genève, Département F.-A. Forel, boulevard Carl-Vogt 66, 1205 Genève

Renseignements: Nicolas Delabays, tél. +41 22 546 67 59, e-mail: nicolas.delabays@hesge.ch



Essai de comparaison de mélanges viticoles, situé sur la commune de Bernex (GE), avec les tentes de piégeage à émergence pour un suivi parallèle de l'entomofaune.

## Introduction

L'enherbement des vignes et des vergers est au cœur d'enjeux agronomiques et environnementaux cruciaux: réduction de l'utilisation des herbicides, diminution de la diffusion des pesticides et des substances nutritives dans l'environnement, protection des sols, régulation de la vigueur de la vigne, promotion de la biodiversité<sup>1</sup>, valeur paysagère (Delabays *et al.* 2009). La présence de ces couvertures végétales n'est cependant pas exempte de potentiels impacts négatifs: compétition pour l'eau et l'azote vis-à-vis de la culture – avec des impacts sur le rendement et, parfois, sur la qualité du moût et du vin –, risques accrus de dégâts de gel printanier, nécessité de fauches fréquentes (Delabays *et al.* 2016).

Afin de conserver les avantages de ces couvertures végétales tout en limitant leurs inconvénients, leur gestion doit être optimisée. En effet, outre les conditions pédoclimatiques, ce sont les modes d'entretien du sol et du couvert végétal qui vont majoritairement influencer la composition et les propriétés de ce dernier (Mota *et al.* 2016).

Aujourd'hui, un large spectre de développements et d'expérimentations s'ouvre donc dans le domaine de l'installation et de la gestion de la couverture végétale des cultures spéciales pérennes. Ces travaux – étude des communautés végétales, de la biodiversité fonctionnelle et des modes d'entretien, sélection d'espèces, comparaisons de mélanges, suivi de réseaux de parcelles pilotes – nécessiteront des évaluations régulières de la végétation et de son évolution. Or, la description de la végétation d'une parcelle cultivée, dès qu'une évaluation quantitative se justifie, peut rapidement s'avérer délicate.

Dans cet article, après un bref aperçu des procédés de description de la végétation envisageables, une comparaison entre deux méthodes, appliquées en parallèle dans le cadre d'un essai de comparaison de différents mélanges viticoles (Delabays *et al.* 2016; Pétremand *et al.* 2016; Pétremand *et al.* 2017), est présentée et discutée. Sur cette base, un protocole standardisé est proposé pour la réalisation des relevés floristiques dans le cadre du suivi de couverts végétaux en vignes et en vergers.

Il est destiné à faciliter les comparaisons et à favoriser les échanges d'informations.

<sup>1</sup> Y compris la biodiversité «fonctionnelle»; en effet, la promotion des insectes auxiliaires dans le milieu agricole est un champ de recherches en plein développement (par exemple Pétremand *et al.* 2016; Pétremand *et al.* 2017).

## Les méthodes de description de la végétation

Il existe de nombreux ouvrages traitant, dans le détail, des méthodes de description de la végétation et de son évolution (Kent 2012). Lorsque des informations plus précises qu'un simple inventaire floristique sont recherchées, on peut faire appel à trois catégories de méthodes:

- celles qui mesurent des quantités de végétation: biomasse ou taux de recouvrement, par exemple;
- celles qui expriment des densités, c'est-à-dire un nombre d'individus (toutes les plantes et/ou plantes en fleurs) par unité de surface;
- celles qui estiment la fréquence des différentes espèces, sur la base de la présence ou non de ces dernières dans des aires déterminées.

Ces différents procédés, qui peuvent se recouper partiellement lors de leur mise en œuvre, seront utilisés préférentiellement en fonction des objectifs de l'étude, de la précision requise, du temps à disposition, du stade de développement de la végétation...

Souvent, on appliquera une simple estimation visuelle du taux de recouvrement assuré par chacune des espèces ou groupes de taxons (graminées, légumineuses, etc.) répertoriés dans le milieu étudié. Relativement simple et rapide, une telle approche a largement été adoptée en phytosociologie, avec la méthode de Braun-Blanquet (Braun-Blanquet 1951) qui distingue cinq classes de recouvrement s'échelonnant entre 0 et 100%.

Pourtant, ce nombre de classes peut être insuffisant pour la description et le suivi d'un couvert végétal «herbacé»<sup>2</sup> en parcelles cultivées, dans lesquelles des différences ou des évolutions de végétation, même relativement modestes, peuvent avoir une pertinence agronomique significative; dans ce cas, on utilisera de préférence une échelle comportant une dizaine de classes, qui permet de mettre en évidence des différences ou variations plus fines et qui peuvent être converties en pourcentages (voir 3<sup>e</sup> colonne du tab. 1) pour faciliter le traitement statistique. Ainsi, en Suisse, les observations relatives à la flore des vignobles (Fortier *et al.* 2014; Trivellone *et al.* 2014; Delabays *et al.* 2016, Mota *et al.* 2016; Fantasia *et al.* 2020) ont généralement utilisé l'échelle de Londo (Londo 1976), qui distingue justement une dizaine de classes de recouvrement (tab. 1).

<sup>2</sup> Couverture végétale dense, d'une hauteur comprise entre 5 et 50 cm; catégorie incluant typiquement l'enherbement des vignes et des vergers.

**Résumé** L'enherbement des vignes et des vergers est au cœur d'enjeux agronomiques et environnementaux cruciaux en lien avec l'utilisation des herbicides, la protection des sols, la promotion de la biodiversité ou encore la qualité de la vendange. Dans ce contexte, une intense activité de développements et d'expérimentations se déploie actuellement dans le domaine de l'installation et de la gestion des couvertures végétales en cultures spéciales pérennes. Ces travaux nécessitent des évaluations régulières de la végétation et de son évolution. Un protocole standardisé, basé sur un essai comparatif et les données de la littérature, est proposé. La méthode se fonde sur des estimations visuelles de taux de couverture spécifiques, qui distinguent une dizaine de classes de recouvrement. Ce protocole représente un bon compromis entre précision et rapidité d'exécution et ouvre des possibilités de comparaisons et d'échanges d'informations

Ces méthodes d'estimation visuelle, du fait de leur caractère subjectif, restent cependant l'objet de critiques >

**Tableau 1** | Echelle de Londo (1976), utilisée pour les estimations de la couverture assurée par les différentes espèces végétales observées.

Echelle	Couverture	Pourcentage correspondant	Compléments
.1	< 1%	0,1%	Pour les couvertures < 5%, une abondance est parfois précisée: r (raro), rare; p (polulum), dispersé; a (amplius), fréquent; m (multum), abondant
.2	1–3%	2%	
.4	3–5%	4%	
1-	5–10%	7,5%	
1	5–15%	10%	
1+	10–15%	12,5%	
2	15–25%	20%	
3	25–35%	30%	
4	35–45%	40%	
5-	45–50%	47,5%	
5	45–55%	50%	
5+	50–55%	52,5%	
6	55–65%	60%	
7	65–75%	70%	
8	75–85%	80%	
9	85–95%	90%	
10	95–100%	100%	

justifiées (Bergstedt *et al.* 2009). Aussi recommande-t-on parfois des procédés plus objectifs, tel que celui des points-quadrats (Levy & Madden 1933), dans lequel la fréquence des contacts établis par des tiges insérées sur les différentes espèces du couvert végétal est mesurée systématiquement et de manière répétée au travers de la végétation. Ces méthodes, non exemptes de limites (Goodall 1952), sont surtout beaucoup plus chronophages.

Dans le cadre d'une parcelle expérimentale mise en place pour comparer différents mélanges viticoles (Delabays *et al.* 2016; Pétremand *et al.* 2016; Pétremand *et al.* 2017), deux méthodes de description de la végétation ont été appliquées parallèlement en 2014, dans le but d'être comparées.

## Comparaison des deux méthodes

### Parcelle et dispositif expérimental

L'essai dans lequel a été effectuée notre comparaison de méthodes d'observation de la végétation a été décrit en détail dans un article précédent (Delabays *et al.* 2016). Situé au cœur du vignoble de Bernex (GE), dans une vigne plantée en 2009 (Pinot noir) et conduite en mi-haute, il visait à comparer différents mélanges viticoles proposés pour l'engazonnement des inter-rangs. Parmi les mélanges testés figuraient notamment deux produits de la société semencière Schweizer (Lenta et Schweizer Neu), caractérisés par des compositions botaniques très différentes (Delabays *et al.* 2016), ainsi qu'un procédé témoin, non ensemencé, dans lequel a pu se développer la flore spontanée de la parcelle (fig. 1). Installés en 2011, ces engazonnements ont été fauchés régulièrement (trois à cinq fauches par an). Le dispositif général est en blocs randomisés à quatre ré-

pétitions; chaque parcelle élémentaire, d'une longueur de 10 m et dont la largeur s'étend sur deux interlignes, mesure 40 m<sup>2</sup>.

### Mesures et observations

Le 16 mai 2014, la surface occupée par chacune des espèces répertoriées a été estimée visuellement en utilisant l'échelle de Londo (Londo 1976) (tab. 1), appliquée globalement sur les 40 m<sup>2</sup> de chacune des parcelles élémentaires.

Dans le cadre d'une étude sur l'influence des enherbements des interlignes viticoles sur l'entomofaune (Pétremand *et al.* 2016; Pétremand *et al.* 2017), d'autres relevés de végétation ont été réalisés en 2014, dans les trois mélanges mentionnés précédemment: témoin, Lenta et Schweizer Neu. Ces relevés, effectués dans trois des blocs de l'essai, ont été réalisés les 5 et 12 juin 2014, en utilisant une méthode de relevé linéaire dite des «points-quadrats» (Levy & Madden 1933). Dans chacune des trois parcelles élémentaires retenues pour les trois types d'enherbement étudiés, deux transects de 2 m, placés aléatoirement, ont été étudiés: tous les 10 cm le long des transects, à l'aide d'une tige métallique introduite verticalement à travers la végétation, les espèces touchant la tige ont été répertoriées (une espèce est relevée une seule fois par point, même si plusieurs individus de cette espèce touchent la tige). Cette technique permet d'estimer les fréquences de chaque espèce. Pour chaque type d'enherbement, six transects ont donc été effectués, pour un total de 126 points relevés (21 points par transect).

### Analyse et présentation des données

La comparaison des résultats obtenus avec la méthode «Londo» et celle des «points-quadrats» est représen-



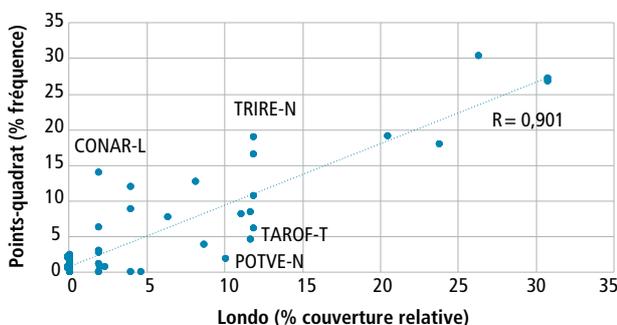
Figure 1 | Essai de mélange viticoles (Delabays *et al.* 2016). De gauche à droite: enherbement spontané; mélange Lenta et mélange diversifié.

tée sous la forme d'une droite de corrélation, avec, pour chaque espèce et procédé, en abscisse, les recouvrements relatifs calculés à partir des estimations visuelles de Londo (moyennes de quatre répétitions) et, en ordonnée, les fréquences moyennes (trois répétitions) obtenues avec la méthode des «points-quadrats» (3x42 points).

## Résultats et discussions

Les résultats obtenus avec les deux méthodes de relevé, appliquées en parallèle (à un mois d'intervalle) sur trois de nos procédés, dans respectivement quatre (Londo) et trois (points-quadrats) parcelles élémentaires, sont présentés sur la figure 2; plus précisément, le graphique présente la droite de corrélation obtenue. Compte tenu de l'échelle appliquée avec la méthode Londo (intervalle jusqu'à 10%) et du nombre de mesures (126) effectuées le long des transects de la méthode des points-quadrats, la corrélation obtenue entre les deux méthodes, de  $R=0,901$ , peut être considérée comme bonne. A noter qu'une corrélation identique ( $R=0,900$ ) a été observée dans une autre comparaison de ces deux mêmes méthodes, effectuée dans le cadre d'une étude de mélanges viticoles (Favre 2020). Quelques différences permettent néanmoins de cerner leurs limites respectives.

Ainsi, sur un total de 66 comparaisons, 13 espèces repérées lors de l'application de la méthode Londo n'ont pas été répertoriées par la méthode des points-quadrats: il s'agit cependant de plantes très peu fréquentes, toujours estimées à moins de 5% de couverture, le plus souvent à moins de 2%. A l'inverse, cinq espèces référencées avec les points-quadrats n'ont pas été détectées visuellement; là encore, il s'agit d'espèces peu présentes, avec des fréquences inférieures à 3%.



**Figure 2** | Comparaison des couvertures observées pour les différentes espèces végétales, dans trois procédés (mélange Lenta, mélange Schweizer Neu et témoin), avec deux méthodes de relevé: Londo et points-quadrats. (CONAR-L: *Convolvulus arvensis* - Lenta; POTVE-N: *Potentilla verna* - Schweizer Neu; TAROF-T: *Taraxacum officinale* - témoin; TRIRE-N: *Trifolium repens* - mélange Schweizer Neu).

Si l'on observe les quelques espèces présentant de fortes différences (fig. 2), on peut mentionner le liseron (*Convolvulus arvensis*), qui a été nettement sous-estimé par la méthode de Londo. Souvent rampant, *C. arvensis* peut se retrouver caché par la présence d'un couvert végétal dense; or, par convention, les méthodes d'estimation de recouvrement se basent sur une observation depuis le dessus. A l'inverse, la surestimation apparente par la méthode Londo de la potentille (*Potentilla verna*) et du pissenlit (*Taraxacum officinale*) découle probablement du fait que ces deux espèces étaient déjà en fleurs lors du relevé. Cette surestimation subjective des plantes au stade de la floraison pourrait également expliquer la valeur de presque 5% de recouvrement attribuée au lamier (*Lamium purpureum*), alors que cette plante est absente des relevés par points-quadrats. Enfin, le cas du trèfle rampant (*Trifolium repens*) peut s'expliquer par un développement important de cette espèce durant l'intervalle d'un mois entre les deux relevés.

Globalement, la méthode Londo, par ailleurs beaucoup plus rapide (moins de dix minutes par parcelle élémentaire de 40 m<sup>2</sup>), semble permettre une évaluation de la végétation relativement complète et correcte, suffisamment précise pour une évaluation agronomique pertinente de la couverture végétale. Il convient cependant de veiller à ne pas surestimer les plantes en fleurs et, à l'inverse, de correctement vérifier la présence de plantes rampantes. La méthode des points-quadrats est évidemment la plus objective. Elle facilite la détection des plantes cachées (rampantes), mais manquera plus souvent les espèces les moins fréquentes. Surtout, elle est nettement plus chronophage: jusqu'à soixante minutes pour une parcelle élémentaire de 40 m<sup>2</sup>; cela peut s'avérer rédhibitoire dans le cadre du suivi d'un réseau de nombreuses parcelles ou dans des essais comprenant de nombreux procédés. Elle se justifiera surtout pour distinguer les fréquences respectives d'espèces morphologiquement très similaires, difficiles à discriminer visuellement, comme différents pâturins ou diverses fétuques, par exemple.

### Protocole proposé

Sur la base de nos observations, expériences et résultats, le protocole suivant peut être proposé pour la réalisation d'un relevé floristique destiné à l'évaluation ainsi qu'au suivi de l'évolution du couvert végétal en cultures spéciales pérennes (vignes et vergers notamment)<sup>3</sup>. Le protocole proposé peut également être utilisé pour caractériser de manière exhaustive la végétation de surfaces de promotion de la biodiversité (SPB) herbacées telles que les prairies fleuries (Bessat et al. 2018).

1. Données relatives à l'observation: date, observateur, localisation du site (coordonnées, altitude, n° cadastral).
2. Description du site (ces données peuvent concerner plusieurs relevés, réalisés sur différentes zones distinctes du même site): sol, pente, forme du terrain, exposition, culture en place, aménagements (terrasse, goutte-à-goutte, etc.), zones particulières (humide, ombragée, bas de pente, etc.), nature des milieux adjacents, etc.
3. Détermination et description de la ou des zones distinctes sur lesquelles la végétation sera relevée (= zones d'étude): interlignes, sous les rangs, parcelles élémentaires (lors d'un essai avec répétitions), mode d'entretien (notamment, le cas échéant, la date de la dernière fauche), zones particulières (zones humides, zones ombragée, bas de pente, bandes de roulement, etc.).
4. Inventaire des espèces présentes (liste des espèces) dans les différentes zones d'étude de la parcelle. Dans l'absolu, une surface de 500 m<sup>2</sup> constitue l'aire minimale pour une bonne représentativité lorsque la zone étudiée s'étend sur une grande superficie (Clavien 2005). La surface d'étude dépendra toutefois de l'objectif poursuivi, l'hétérogénéité de la parcelle pouvant nécessiter sa subdivision, comme vu au point 3. Lors de comparaisons entre parcelles ou de suivi dans le temps, il sera primordial de toujours étudier des surfaces de dimensions égales.
5. Pour chacune des zones d'études distinguées, répartir systématiquement ou au hasard une série d'«unités d'observation», idéalement des quadrats d'une surface de un à plusieurs mètres carrés. Un minimum de quatre quadrats permet d'obtenir des valeurs moyennes.
- 5a. Dans chaque «unité d'observation» (quadrats), estimer visuellement, à l'aide de l'échelle de Londo (tab. 1), la part de sol nu, de mulch ou de résidus végétaux secs, l'éventuelle part de mousse, puis la couverture assurée par les différentes espèces présentes<sup>4</sup>. Pour chacune d'elles, il est intéressant de relever également le stade phénologique, la hauteur moyenne (ou le diamètre de la rosette) et l'indice

d'agrégation (= homogénéité de la répartition de l'espèce sur la surface considérée).

- 5b. Lorsque des espèces pertinentes s'avèrent difficiles à distinguer visuellement, l'application de la méthode des points-quadrats, décrite précédemment, peut se justifier pour préciser leur fréquence respective.
- 5c. Dans chaque quadrat, il est également possible d'estimer visuellement l'abondance des fleurs à l'aide d'une échelle catégorielle adaptée de Zurbrügg et Frank (2006) (tab. 2), comme l'a déjà proposé Bessat (2017). Cette évaluation peut s'avérer très utile si des inventaires entomologiques de taxons pollinisateurs sont réalisés en parallèle, car elle permet de mettre en relation les abondances des plantes en fleurs avec la fréquentation des pollinisateurs (Bessat *et al.* 2019).

La fiche de relevé floristique présentée à la figure 3 peut servir de «check-list» pour la mise en œuvre de ce protocole standardisé. Celle-ci et un formulaire Excel proposant une liste d'espèces du vignoble suisse romand peuvent être téléchargés librement à l'adresse: [www.changins.ch/prestations/outils-pratiques/](http://www.changins.ch/prestations/outils-pratiques/).

## Conclusions

- D'importants enjeux agronomiques et environnementaux sont liés à l'enherbement des vignes et des vergers.
- Des expérimentations, en parcelles d'essais ou de production, vont probablement se multiplier ces prochaines années: méthode de gestion, sélection d'espèces, comparaison de mélanges, renforcement de la biodiversité fonctionnelle, etc.
- Afin de coordonner au mieux ces travaux, de faciliter l'échange d'informations et la discussion des résultats, un protocole à appliquer pour assurer le suivi de ces couverts végétaux, issu d'expériences antérieures, est proposé.
- Ce protocole préconise l'utilisation d'une méthode d'estimation visuelle des taux de couverture spécifiques avec l'échelle de Londo, qui distingue une dizaine de classes de recouvrement. Cette

<sup>3</sup> Un protocole particulier, basé sur un décomptage de plantules par unité de surface, s'appliquera pour estimer l'émergence des différentes espèces semées et spontanées à l'issue d'un semis.

<sup>4</sup> Le total de ces estimations de couverture devrait bien sûr avoisiner 100%, soit 10 sur l'échelle de Londo. En cas de déviation importante, les estimations devraient être révisées

**Tableau 2 |** Echelle de Zurbrügg et Frank (2006) pour l'évaluation quantitative des espèces végétales en fleurs.

Code	0	1	2	3	4	5
Nombre de fleurs pour une surface de 30 x 30 cm	0	1–25	26–50	51–75	76–100	> 100

méthode, moins chronophage et suffisamment représentative pour des analyses agronomiques, a montré une corrélation importante (R = 0,90) avec la méthode quantitative des points-quadrats.

- Néanmoins, des mesures de fréquences objectives complémentaires (points-quadrats) peuvent parfois se justifier pour distinguer des espèces pertinentes, mais difficiles à discriminer visuellement. ■

**Bibliographie**

- Bergstedt J., Westerberg L. & Milberg P., 2009. In the eye of the beholder: bias and stochastic variation in cover estimates. *Plant Ecol.* **204**, 271–283.
- Bessat M., 2017. Biodiversité fonctionnelle en paysage agricole. Végétation et Diptères Syrphidae de Surfaces de Promotion de la Biodiversité (SPB) et acariens typhlodromes des vignobles adjacents, Master MUSE, Université de Genève, non publié.
- Bessat M., Castella E., Speight M.D.C., Fleury D. & Delabays N., 2019. Biodiversité fonctionnelle en paysage agricole: étude floristique et syrphidologique de Surfaces de Promotion de la Biodiversité (SPB). *Biotechnol. Agron. Soc. Environ.* **23**, 226–244.
- Bessat M., Delabays N., Castella E. & Fleury D., 2018. Evaluation de la diversité végétale de douze prairies extensives classées en Surfaces

- de promotion de la biodiversité (SPB) à Genève, *Saussurea* **47**, 117–129.
- Braun-Blanquet J., 1951. Pflanzensociologie. Grundzüge der Vegetationskunde, Springer (Wien), 631 p.
- Clavien Y., 2005. La végétation des vignes en Suisse romande. Rapport interne, Agroscope, Nyon, 14 p.
- Delabays N., Wirth J. & Vaz C., 2009. Nouveaux enjeux dans la gestion de la flore des vignobles. *Revue suisse Viticulture, Arboriculture, Horticulture* **41**, 207–211.
- Delabays N., Spring J.-L., Ançay A., Mosimann E. & Schmid A., 2000. Sélection d'espèces pour l'enherbement des cultures spéciales. *Revue suisse Viticulture, Arboriculture, Horticulture* **32**, 95-104.
- Delabays N., Pétremand G. & Fleury D., 2016. Comparaison de six mélanges pour l'enherbement viticole dans l'Arc lémanique. *Revue suisse Viticulture, Arboriculture, Horticulture* **48**, 322–329.
- Fantasia S., Delabays N., Heger T., Zufferey V., Noll D., Lamy F. & Mota M., 2020. Alternative aux herbicides: choix et entretien d'espèces pour la couverture du rang de culture. *Revue suisse Viticulture, Arboriculture, Horticulture* **52** (5), 282–291.
- Favre E., 2020. Etude d'espèces optimales pour la couverture en cultures spéciales. Travail de bachelor, hepia (Genève), 111 p.
- Fortier E., Shani T. & Burgos S., 2010. Enherbement du vignoble genevois: bilan et perspectives. *Revue suisse Viticulture, Arboriculture, Horticulture* **42**, 96–103.
- Goodall D.W., 1952. Some considerations in the use of point quadrats for the analysis of vegetation. *Aust. J. Sci. Research* **5**, 1-41.
- Kent et Levy & Madden, 2012. Vegetation description and data analysis. Wiley-Blackwell, Oxford, 414 p.
- Levy E.B. & Madden E.A., 1933. The point method of pasture analysis. *N.Z. J. Agric.* **46**, 267–279.
- Londo G., 1976. The decimal scale for relevés of permanent quadrats. *Vegetation* **33**, 61–64.
- Meynard J.-M. & Jeuffroy M.-H., 2003. Quel progrès génétique pour une agriculture durable? *Dossiers de l'environnement de l'INRA* **30**, 15–25.
- Mota M., Neyroud M. & Wentzel M., 2016. Effet du mode d'entretien sur la flore adventice. *Revue Objectif* **85**, 7–9.
- Pétremand G., Fleury D., Castella E. & Delabays N., 2016. Influence de l'enherbement viticole sur les Carabidae (*Coleoptera*) et intérêt potentiel pour le contrôle de certains ravageurs de la vigne. *Biotech. Agron. Soc. Environ.* **20**, 375–385.
- Pétremand G., Speight M. C., Fleury D., Castella E. & Delabays N., 2017. Hoverfly diversity supported by vineyards and the importance of ground cover management. *Bull. Insectology* **70** (1), 147–155.
- Trivellone V., Bellosi B., Persico A., Bernasconi M. & Schonenberger N., 2014. Comment évaluer la qualité botanique des surfaces agricoles de promotion de la biodiversité? L'agroécosystème viticole au sud des Alpes suisses. *Revue suisse Viticulture, Arboriculture, Horticulture* **46**, 378–385.
- Zurbrugg C. & Frank T., 2006. Factors influencing bug diversity (Insecta: *Heteroptera*) in semi-natural habitats. *Biodiversity and Conservation* **15**, 275–294.

**FICHE DE RELEVÉ FLORISTIQUE**

ID du relevé (commune IS, itinéraire n° / cadastre n° / B n°)	ID perso	Observateur	Date							
Données du site										
ID du site	Coordonnées (X/Y)	Cépage - PG	Mode de conduite							
Commune Canton	/	Mensurations (estimez si nécessaire à l'aide d'un mètre fil)	cm X cm X cm							
Localité Toponyme	Précision GPS	Hauteur premier fil	cm Orient rangs / aménag.							
Forme du terrain *	Altitude	Autre milieu + distance	<input type="checkbox"/> forêt/haie à _____ m <input type="checkbox"/> prairie à _____ m							
Pente	% Exposition (de la pente)	Remarques / lien quest.								
Données du relevé										
Zone du relevé (forêt, champs, vignes, etc.)	Stade phénologique	Hauteur de la végétation* Herbom (moy) / max (cm)	% pl. vivantes* % % mulch* %							
Surface observée	m²	cm	% mousse* % % sol nu* %							
Type de relevé : exhaustif ou non	%	Mode d'entretien et date du dernier	Code nb fleurs *							
Liste des espèces										
Esèce*	Recouvrement (à g. ou L)	Base phénologique*	Base phénologique*	Base phénologique*	Base phénologique*	Base phénologique*	Base phénologique*	Base phénologique*	Base phénologique*	Base phénologique*
1										
2										
3										
4										
5										
6										
7										
8										
9										
10										
11										
12										
13										
14										
15										
16										
17										
18										
19										
20										

Fiche de relevé floristique vit - Matteo Motta - Changins - 04.05.2021

**Figure 3 |** Modèle de fiche pour des relevés botaniques en cultures spéciales pérennes, utilisable comme «check-list» pour la mise en œuvre d'un protocole standardisé. Téléchargeable librement sur [www.changins.ch/prestations/outils-pratiques](http://www.changins.ch/prestations/outils-pratiques)

**Summary** ■ **Proposal for a protocol for vegetation monitoring in vineyards and orchards.** Important agronomic and environmental issues, such as the use of herbicides, soil protection, the promotion of biodiversity or the quality of the harvest are impacted by the installation of ground covers in vineyards and orchards. Therefore, numerous developments and experimentations are currently carried out in the installation and management of green covers in these perennial crops. These trials require regular assessments of the vegetation and its evolution. A standardized protocol for vegetation monitoring, based on comparative trials and literature data, is proposed. The method relies on visual estimates of specific coverage rates, which distinguish about ten cover classes. This protocol represents a good compromise between precision and speed of implementation. It optimizes possibilities for comparisons and exchanges of information.

**Key words:** ground cover, vineyards, orchards, vegetation monitoring, flora survey.

**Zusammenfassung** ■ **Vorschlag eines Protokolls für die floristische Bewertung in Weinbergen und Obstanlagen.** Die Begrünung von Weinbergen und Obstanlagen steht im Mittelpunkt agronomischer und ökologischer Fragen bezüglich des Einsatzes von Herbiziden, dem Bodenschutz, die Förderung der Artenvielfalt und die Qualität der Ernte. In diesem Zusammenhang findet derzeit eine intensive Entwicklung auf dem Gebiet der Installation und des Managements von Pflanzendecken in mehrjährigen Sonderkulturen statt, welche von Experimenten begleitet wird. Diese Arbeit erfordert regelmäßige Beurteilungen der Vegetation und ihrer Entwicklung. Es wird ein standardisiertes Protokoll vorgeschlagen, das auf einer vergleichenden Studie und Daten aus der Literatur basiert. Die Methode beruht auf visuelle Schätzungen der spezifischen Deckungsraten und umfasst bis zu zehn Deckungsklassen. Dieses Protokoll stellt einen guten Kompromiss zwischen Präzision und Arbeitsaufwand dar und eröffnet Möglichkeiten für vergleichende Studien und Informationsaustausch.

**Riassunto** ■ **Proposta di un protocollo per la valutazione floristica nei vigneti e frutteti.** L'inerbimento dei vigneti e dei frutteti rappresenta oggi una delle principali e cruciali sfide agronomiche e ambientali legate all'uso di erbicidi, alla protezione del suolo, alla promozione della biodiversità e alla qualità della vendemmia. In questo contesto, sta attualmente estendendo un'intensa attività di sviluppo e di sperimentazione nel settore della realizzazione e gestione delle coperture vegetali nelle colture speciali perenni. Questi lavori richiedono valutazioni regolari della vegetazione e della sua evoluzione. Si propone un protocollo standardizzato basato su una prova comparativa e su dati bibliografici. Il metodo si fonda sulla stima visiva del tasso di copertura specifico, distinguendo una decina di classi di copertura. Questo protocollo rappresenta un buon compromesso tra precisione e rapidità d'esecuzione e apre delle possibilità di confronto ed scambio d'informazioni.

## Maximiser le potentiel de vos raisins pour améliorer la qualité des vins

Les œnologues et les viticulteurs sont en permanence à la recherche d'opportunités pour améliorer la qualité de leur vin et cela commence par la production de raisins de qualité au vignoble. La gamme innovante LALVIGNE™ a été développée pour les viticulteurs et les œnologues travaillant à la vigne afin de maximiser le potentiel de leur raisin, et donc de leur vin.

### Une application foliaire innovante avec des produits 100 % naturels



Les produits de la gamme LALVIGNE™ sont composés de fractions spécifiques de dérivés de levures *Saccharomyces cerevisiae*, non OGM et font l'objet d'un brevet en instance de dépôt. Autorisés en Agriculture Biologique, LALVIGNE™ AROMA et LALVIGNE™ MATURE s'appliquent par pulvérisation foliaire, en deux applications encadrant la véraison.

Chacun a un objectif bien spécifique: LALVIGNE™ AROMA permet d'améliorer le potentiel aromatique des vins blancs et rosés et LALVIGNE™ MATURE améliore la maturité phénolique des vins rosés et des vins rouges.



- Augmentation de la teneur en glutathion réduit
- Préservation de l'intensité et la longévité des arômes
- Augmentation des précurseurs de thiols 3MH et A-3MH (fig. 2)
- Augmentation des esters dans les vins



- Aucun impact sur le poids des baies, la teneur en sucre, le pH et l'acidité totale.



- Accélère et améliore la maturité phénolique
- Augmentation de la quantité d'anthocyanes et d'anthocyanes extractibles (fig. 1)
- Augmentation de la quantité de tanins de la pellicule
- Degré de polymérisation des tanins plus élevé



- Augmentation de l'épaisseur de la pellicule des baies.
- Diminution des notes herbacées et des sensations d'astringence.

Figure 1. Concentrations en anthocyanes des baies de Rondinella traitées avec LalVigne Mature par rapport aux témoins (mg/L), Italie

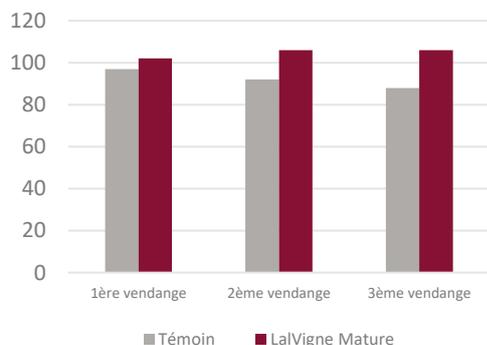
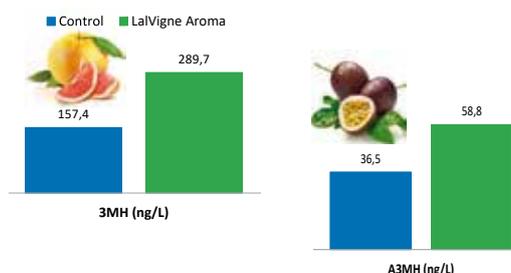


Figure 2. Augmentation des thiols 3MH et A-3MH dans les vins issus de raisins traités avec LalVigne Aroma, Chardonnay



### La distribution en Suisse:

**Max Baldinger AG**  
Alte Bahnhofstrasse 67  
CH-5464 Rümikon

info@baldinger.biz  
www.baldinger.biz  
044 806 80 80

# Période et intensité de l'effeuillage de la vigne: bilan sur cinq cépages en Suisse

Thibaut VERDENAL<sup>1</sup>, Vivian ZUFFEREY<sup>1</sup>, Gilles BOURDIN<sup>2</sup>, Ágnes DIENES-NAGY<sup>2</sup>, Katia GINDRO<sup>2</sup>, Olivier VIRET<sup>3</sup> et Jean-Laurent SPRING<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Centre de recherche Agroscope de Pully, 1009 Pully

<sup>2</sup> Centre de recherche Agroscope de Changins, 1260 Nyon

<sup>3</sup> Direction générale de l'agriculture, de la viticulture et des affaires vétérinaires, 1110 Morges

Renseignements: Thibaut Verdenal, tél. +41 58 468 65 61, e-mail: thibaut.verdenal@agroscope.admin.ch, www.agroscope.ch

**Cet article est adapté de:** Verdenal Thibaut, Zufferey Vivian, Dienes-Nagy Ágnes, Bourdin Gilles, Gindro Katia, Viret Oliver et Spring Jean-Laurent, 2019.

Timing and Intensity of Grapevine Defoliation: An extensive overview on five cultivars in Switzerland. *American Journal of Enology and Viticulture* 70 (4), 427–434.



Essai sur Gamay à Agroscope, à Changins.

## Introduction

L'effeuillage de la vigne dans la zone des grappes est une pratique courante et est généralement effectué entre la nouaison et la fermeture des grappes, afin de créer un microclimat défavorable aux maladies fongiques telles que *Botrytis cinerea* (pourriture grise) et *Erysiphe necator* (oïdium) (Sternad Lemut *et al.* 2015). Dans certains cas, il permet également d'améliorer la maturation du raisin par une meilleure exposition au soleil. Lorsqu'il est effectué après nouaison (c'est-à-dire après formation des baies), l'effeuillage n'affecte pas le rendement (Feng *et al.* 2015). À l'inverse, l'effeuillage pré-nouaison affecte le rendement (Basile *et al.* 2015) et modifie considérablement la structure et la composition des baies (sucres, acidité et polyphénols) (Palliotti *et al.* 2012; Komm & Moyer 2015).

L'effeuillage pré-nouaison présente des risques par l'induction d'une forte compétition pour les ressources entre les organes végétatifs et reproducteurs, suite à la réduction de la surface foliaire. La majeure partie du feuillage photosynthétiquement actif est enlevée à un moment où les inflorescences ont des besoins élevés en carbone et azote, obligeant la vigne à puiser davantage dans ses réserves dans le bois et les racines (Vaillant-Gaveau *et al.* 2011). Cette pratique affecte fortement la nouaison et le nombre de baies par grappe, avec des chutes de rendement pouvant atteindre 45% selon le contexte et l'intensité de l'effeuillage (Intrigliolo *et al.* 2014). Dans certaines situations, l'effeuillage pré-nouaison peut avoir des arrière-effets l'année suivante: une moindre vigueur peut être constatée, ainsi qu'une baisse de fertilité (Uriarte *et al.* 2012; Risco *et al.* 2014).

L'effeuillage pré-nouaison peut avoir un effet considérable sur la composition du moût. La maturité des raisins est parfois améliorée par rapport à celle d'une vigne non effeuillée, notamment en termes de concentration des sucres totaux et des composés phénoliques (Palliotti *et al.* 2012; Sternad Lemut *et al.* 2013), améliorant ainsi l'intensité de la couleur et la stabilité des vins rouges. Enfin, la concentration de composés volatils peut aussi augmenter dans certains cas, avec des conséquences positives sur la qualité des arômes du vin (Vilanova *et al.* 2012).

L'effeuillage pré-nouaison est une technique prometteuse dans les conditions tempérées de la Suisse. Cependant, son impact sur le rendement et la composition des raisins semble être imprévisible en fonction de nombreux facteurs biotiques et abiotiques, par exemple le type de cultivar, les conditions climatiques, la période et l'intensité de l'effeuillage. Compte tenu de l'hétérogénéité des résultats susmentionnés et du risque de perte de rendement excessive résultant

de l'effeuillage pré-nouaison, Agroscope a mis en place cinq essais agronomiques sur les cépages Chasselas, Doral, Pinot noir, Merlot et Gamay. Des résultats ont déjà été publiés séparément sur les quatre premiers cépages (Verdenal *et al.* 2016, 2017, 2018, 2019). Le présent article est un bilan de ces cinq essais. Ces expériences étaient nécessaires pour étudier les effets de l'effeuillage pré-nouaison dans les conditions du vignoble suisse, en comparaison avec d'autres périodes et intensités d'effeuillage. Une attention particulière a été accordée aux effets sur la réduction du rendement et la composition du moût et du vin.

## Matériel et méthodes

### Dispositif expérimental

Cinq essais (sur cinq cépages) ont été menés entre 2010 et 2016 dans trois vignobles expérimentaux d'Agroscope, dans les cantons de Vaud et du Tessin (Changins, Pully et Gudo). Les cinq parcelles expérimentales sont décrites dans le tableau 1.

Les essais ont été conçus de manière semblable avec cinq variantes d'effeuillage – 10 à 15 vignes chacune – répétées quatre fois dans des blocs homogènes randomisés. Les effeuillages consistaient à enlever les feuilles principales et les entre-cœurs du bas de chaque rameau sur une hauteur de 6 feuilles, à trois stades phénologiques différents:

- 1) variante témoin non effeuillée;
- 2) effeuillage à la fermeture de grappe (stade J selon l'échelle phénologique de Baggiolini), intensité 100% de la zone des grappes;
- 3) effeuillage à la floraison (stade I), 100%;
- 4) effeuillage au stade boutons séparés (stade H), 100%;
- 5) effeuillage au stade boutons séparés (stade H), 50% (variante uniquement sur Chasselas).

**Résumé** Pourquoi effeuiller la vigne? A quelle période? Avec quelle intensité? Et quels sont les risques encourus? Ces questions récurrentes sont posées chaque année dès le début de la saison végétative de la vigne, alors que le feuillage se développe, parfois même avec vigueur. La pratique d'un effeuillage pré-nouaison est une technique prophylactique intéressante pour limiter le rendement, augmenter la résistance aux maladies fongiques et modifier le profil organoleptique des vins, mais elle peut également présenter des risques. Cet article propose un tour d'horizon des connaissances actuelles sur l'effeuillage de la vigne et fait le bilan de cinq essais viticoles conduits dans les vignobles expérimentaux d'Agroscope en Suisse. Les cépages Pinot noir, Merlot, Gamay, Chasselas et Doral ont été effeuillés à différents stades phénologiques et à différentes intensités, en vue d'apporter des réponses aux vignerons.

### Mesures à la vigne

Le développement phénologique des vignes a été contrôlé à la floraison et à la véraison et exprimé en pourcentage d'inflorescences ou de grappes ayant atteint le stade phénologique au moment de l'observation. Le développement des grappes a été suivi (fertilité, poids de grappe et de baie, rendement à la vendange). Le rendement potentiel avant dégrappage (c'est-à-dire avant les vendanges en vert) a été estimé en juillet (avant fermeture des grappes) à partir d'un échantillon de 50 baies et de 10 grappes par répétition. >

**Tableau 1** | Description des cinq parcelles expérimentales. Données météorologiques de [www.meteosuisse.ch](http://www.meteosuisse.ch). Profils et capacités hydriques des sols estimés de Changins et Pully par la HES Changins (Nyon, CH).

Variante	Vignoble	Type de sol et réserve utile en eau	Température – Précipitations (moyenne 1981–2010)	Plantation	Densité (vignes/ha)	Porte-greffe	Taille	Période de l'essai
Chasselas	Pully (VD)	Moraine 230 mm	11,0°C 1138 mm	2007	5880	3309 C	Single Guyot	2011–2016
Pinot noir				1991	5880	3309 C	Cordon Royat	2010–2015
Doral	Changins (VD)	Moraine compacte 180 mm	10,4 °C 999 mm	2003	5880	3309 C	Single Guyot	2011–2015
Gamay				2007	5880	3309 C	Single Guyot	2010–2016
Merlot	Gudo (TI) en terrasses	Eboulis granitique < 150 mm	12,4 °C 1559 mm	2006	5200	3309 C	Single Guyot	2011–2016

Après estimation, les rendements ont été régulés (objectif 1,0 kg/m<sup>2</sup>) afin d'obtenir des résultats de vendanges et de vinifications comparables. Des échantillons de 300 baies ont été prélevés à la vendange pour analyses ultérieures. Le rapport feuille/fruit a été calculé et exprimé en mètre carré de surface foliaire exposée par kilogramme de vendange. Dans le cas de millerandage, d'échaudage ou d'une attaque fongique, le pourcentage de symptômes a été estimé sur 25 grappes par répétition.

### Microscopie

En 2013 et 2015, l'épaisseur des pellicules a été observée au microscope électronique par le laboratoire de mycologie d'Agroscope à Changins, sur des échantillons de grappes de Chasselas et de Pinot noir récoltés aux vendanges.

### Vinifications

Chaque année, les variantes ont été vendangées le même jour pour chaque cépage. Environ 50 kg de vendange ont été vinifiés par variante selon le protocole standard de la cave d'Agroscope à Changins, puis mis en bouteille dans les six mois. Tous les vins ont ensuite été décrits par le panel d'analyse sensorielle d'Agroscope selon des critères de dégustation prédéfinis.

### Analyses des moûts et des vins

Au laboratoire d'analyse des vins d'Agroscope à Changins, l'analyse des moûts et des vins a été réalisée au spectrophotomètre infrarouge (FOSS WineScan): sucres, acidité totale (équivalent acide tartrique), acides tartrique et malique, pH, azote assimilable. La concentration en polyphénols des vins a été mesurée par absorbance (indice polyphénols totaux). Les couleurs ont été décrites à l'aide de l'espace de couleur CIE L\*a\*b\* conforme à la perception des écarts de couleur par l'œil humain.

## Résultats

Les tableaux 2 et 3 présentent la synthèse des résultats par cépage, de la vigne au vin. L'effeuillage pré-nouaison (variantes effeuillées aux stades floraison et boutons séparés) a engendré des pertes de rendement avec des tendances similaires pour tous les cépages. La baisse de rendement a été proportionnelle au rendement naturel de la vigne, qui a lui-même fluctué en fonction du millésime et du cépage. Dans le cas du Chasselas, l'estimation de rendement en juillet (avant dégrappage) a montré une perte moyenne de 40% lors d'un effeuillage intensif (100% de la zone des grappes) au stade boutons séparés (tab. 2). Les grappes étaient

globalement plus petites (-30% en poids) et contenaient moins de baies (-36%). L'effeuillage d'intensité moyenne au stade boutons séparés (50%) a limité la baisse de rendement, avec une perte moindre de 18% par rapport à un effeuillage plus intense au même moment. Une baisse de rendement de 24% a été observée lors d'un effeuillage à la floraison et aucune perte significative n'a eu lieu lors d'un effeuillage à la fermeture des grappes. Les travaux de vendange en vert ont été réduits en conséquence. L'objectif de rendement de 1,0 kg/m<sup>2</sup> n'a pas été atteint certaines années dans les variantes effeuillées avant nouaison.

Le développement phénologique des vignes dans les variantes effeuillées pré-nouaison a été plus avancées que dans le témoin, comme le montrent les observations faites à la floraison et à la véraison (tab. 2 et 3): en moyenne pour le Pinot noir, 72% de la floraison était achevée au moment de l'observation, contre seulement 57% dans les trois autres traitements. Cela dit, les différences en termes de maturité des raisins à la vendange ont été négligeables. Une légère baisse de fertilité des bourgeons et de vigueur (représentée par le poids de rognage annuel) a été observée sur Chasselas et Gamay, sans compromettre la pérennité de la vigne. L'effeuillage pré-nouaison a réduit les symptômes de millerandage sur Pinot noir en 2013, ainsi que les symptômes d'échaudage sur Gamay en 2012, par rapport à un effeuillage plus tardif (tab. 3). La présence de pourriture grise sur grappes en 2013 sur Chasselas et Merlot, et en 2012 sur Pinot noir, a confirmé l'efficacité de l'effeuillage contre *Botrytis cinerea*: la résistance était clairement liée à l'intensité de l'effeuillage – qui crée un microclimat défavorable à l'inoculation du champignon – plutôt qu'à sa précocité dans la saison. L'effeuillage a également été efficace contre la pourriture acide sur Merlot en 2014. La période d'effeuillage a eu une incidence sur l'épaisseur de la pellicule des baies: sur Chasselas, le témoin non effeuillé a eu les pellicules les plus minces, suivi de l'effeuillage à la fermeture des grappes, puis de l'effeuillage avant fleur (tab. 2). Des résultats similaires ont été obtenus sur Pinot noir (tab. 3).

Le rapport feuille/fruit était proche de 1,0 m<sup>2</sup>/kg en moyenne pour les cinq cépages. Il a été régulièrement plus faible dans la variante effeuillée à la fermeture des grappes et a pu être limitant certaines années en termes d'accumulation des sucres dans les raisins, notamment pour le Chasselas et le Merlot. L'effeuillage à la floraison a entraîné une baisse d'acide malique et d'azote assimilable dans le moût, avec des variations plus ou moins marquées en fonction du cépage. Pour les cépages rouges, l'acidité des moûts (totale, tartrique et

**Tableau 2 | Mesures au vignoble, composition des moûts à la vendange, analyses chimique et sensorielle des vins pour les cépages Doral et Chasselas. Moyennes des millésimes. Pour chaque cépage, les nombres d'une même ligne suivis de lettres différentes sont significativement différents (test Newman-Keuls, P < 0,05). Les résultats de l'analyse sensorielle sont des notes sur une échelle de 1 à 7.**

Cépages		Doral				Chasselas				Chasselas		
Variantes d'effeuillage		Période d'effeuillage				Période d'effeuillage				Intensité d'effeuillage		
		Pas d'effeuillage	Fermeture de grappe	Floraison	Boutons séparés	Pas d'effeuillage	Fermeture de grappe	Floraison	Boutons séparés	Pas d'effeuillage	50% zone des grappes	100% zone des grappes
Mesures au vignoble	Floraison (%)	49 b	48 b	52 b	58 a	53 a	48 ab	53 a	43 b	53 a	49 a	43 b
	Véraison (%)	36 c	37 c	41 b	43 a	-	-	-	-	-	-	-
	Azote foliaire (% matière sèche)	2,5 b	2,5 b	2,5 b	2,6 a	1,6	1,6	1,7	1,8	1,6 b	1,6 b	1,8 a
	Potassium foliaire (% matière sèche)	1,1	1,1	1,2	1,2	1,3 a	1,0 b	1,0 b	1,0 b	1,3 a	1,2 b	1,0 c
	Poids de rognage (g/cep)	198	182	193	200	682 a	600 b	567 b	546 b	682 a	613 ab	546 b
	Poids bois de taille (g/m)	51	52	50	51	64 a	62 a	56 b	54 b	64 a	57 ab	54 b
	Surface foliaire exposée (m <sup>2</sup> /m <sup>2</sup> sol)	1,1 a	0,8 b	0,9 b	0,9 b	1,3 a	1,0 b	1,0 b	1,0 b	1,3 a	1,2 b	1,0 c
	Fertilité des bourgeons (grappes/rameau)	1,8	1,8	1,8	1,7	1,9 a	1,9 ab	1,9 ab	1,8 b	1,9 a	1,9 b	1,8 b
	Poids grappe à la vendange (g)	195 a	183 a	143 b	130 b	399 a	402 a	338 ab	265 b	399 a	374 a	265 b
	Nombre baies par grappes	149 a	147 a	129 ab	105 b	210 a	201 a	160 b	124 c	210 a	182 a	124 b
	Poids baie à la vendange (g)	1,5 ab	1,5 a	1,4 b	1,4 b	3,0	2,9	2,9	2,9	3,0	3,0	2,9
	Épaisseur pellicule des baies (µm)	-	-	-	-	119 c	138 b	-	179 a	119 b	-	179 a
	Dégrappage (grappes coupées par cep)	3,0 a	3,0 a	1,6 ab	0,4 b	8,8 a	8,3 a	7,3 b	5,5 c	8,8 a	7,7 b	5,5 c
	Rapport feuille-fruit (m <sup>2</sup> /kg)	1,4 a	1,1 b	1,2 ab	1,4 a	1,2	0,9	0,9	1,0	1,2	1,0	1,0
	Estimation rendement en juillet (kg/m <sup>2</sup> )	1,5 a	1,6 a	1,3 ab	1,1 b	4,1 a	3,8 a	3,1 b	2,4 c	4,1 a	3,4 b	2,4 c
	Rendement réel à la vendange (kg/m <sup>2</sup> )	0,8 a	0,8 a	0,7 ab	0,7 b	1,2	1,2	1,2	1,1	1,2	1,2	1,1
	<i>Botrytis cinerea</i> en 2013 (% symptoms)	-	-	-	-	11 a	4 b	4 b	4 b	11 a	7 ab	4 b
	Moûts	Sucres solubles (°Brix)	22,0	21,8	22,2	22,2	18,2 a	17,9 ab	17,8 b	18,0 ab	18,2	18,2
Acidité totale (g/L ac, tart.)		9,0	8,9	9,0	9,0	7,0	7,0	7,2	7,0	7,0	6,9	7,0
Acide tartrique (g/L)		8,1	8,2	8,3	8,1	5,8	5,9	5,9	5,8	5,8	5,8	5,8
Acid malique (g/L)		2,9 a	2,7 bc	2,6 c	2,8 ab	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,3	3,5
pH		3,1	3,1	3,1	3,1	3,30 ab	3,30 ab	3,27 b	3,31 a	3,3	3,3	3,3
Azote assimilable (mg N/L)		188 a	186 a	173 b	184 a	181	188	174	189	181	171	189
Vins	Clarté L*	98	98	98	98	99	99	99	99	99	99	99
	Couleur a* (axe vert-rouge)	-2	-2	-1	-2	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1
	Couleur b* (axe bleu-jaune)	10	10	9	10	4 b	5 a	4 b	4 b	4	4	4
Analyse sensorielle des vins	Intensité couleur	4,6	4,6	4,6	4,6	3,7	3,8	3,8	3,8	3,9	3,8	3,9
	Fruité	4,2	4,1	4,1	4,1	4,0	4,0	4,0	4,0	4,2	4,3	4,2
	Herbacé	1,9	1,9	1,8	1,8	2,0	2,0	2,1	2,0	2,0	1,9	2,0
	Qualité du bouquet	4,1	4,1	4,1	4,1	3,9	4,0	3,9	4,0	4,1	4,2	4,2
	Acidité	4,3	4,2	4,3	4,3	4,1 b	4,1 b	4,3 a	4,2 b	4,2	4,2	4,3
	Amertume	2,5	2,6	2,6	2,6	2,5	2,4	2,4	2,5	2,2	2,3	2,5
	Impression générale	4,1	4,0	4,0	4,0	3,9	3,9	3,8	3,9	4,1	4,1	4,0

malique) a été généralement plus élevée dans les témoins non effeuillés. En termes de dégustation, les différences entre variantes ont été plus marquées sur vins rouges, surtout sur Pinot noir. Les vins rouges ont montré des différences remarquables en termes de couleur et de concentrations en polyphénols (notamment anthocyanes), l'effeuillage avant fleur donnant les vins les

plus concentrés. Bien que les différences n'aient pas été significatives chaque année, les vins issus de la variante non effeuillée ont été souvent dépréciés, avec des couleurs moins intenses, des arômes plus végétaux et une acidité plus marquée que les variantes effeuillées. L'effeuillage pré-nouaison n'a pas présenté d'intérêt pour la qualité des vins blancs.



**Tableau 3 | Mesures au vignoble, composition des moûts à la vendange, analyses chimique et sensorielle des vins pour les cépages Doral et Chasselas. Moyennes des millésimes. Pour chaque cépage, les nombres d'une même ligne suivis de lettres différentes sont significativement différents (test Newman-Keuls, P < 0,05). Les résultats de l'analyse sensorielle sont des notes sur une échelle de 1 à 7.**

Cépages	Pinot noir				Gamay				Merlot			
	Période d'effeuillage				Période d'effeuillage				Période d'effeuillage			
Variantes d'effeuillage	Pas d'effeuillage	Fermeture de grappe	Floraison	Boutons séparés	Pas d'effeuillage	Fermeture de grappe	Floraison	Boutons séparés	Pas d'effeuillage	Fermeture de grappe	Floraison	Boutons séparés
Floraison (%)	58 b	58 b	56 b	72 a	53 b	52 b	55 b	62 a	50	47	47	48
Véraison (%)	51 a	40 b	44 ab	52 a	45 a	31 c	31 c	39 b	36 c	37 c	41 b	43 a
Azote foliaire (% matière sèche)	2,2 b	2,3 a	2,3 ab	2,3 a	2,1	2,2	2,2	2,2	2,4	2,5	2,5	2,5
Potassium foliaire (% matière sèche)	1,4	1,4	1,5	1,5	1,1 c	1,1 bc	1,2 ab	1,3 a	1,8 b	1,8 b	2,0 a	2,0 a
Poids de rognage (g/cep)	470	488	475	518	321 a	286 ab	256 b	280 ab	843	865	757	752
Poids bois de taille (g/m)	62	63	61	61	45 a	42 b	39 b	40 b	0,29	0,28	0,3	0,29
Surface foliaire exposée (m <sup>2</sup> /m <sup>2</sup> sol)	1,4 a	1,1 c	1,1 c	1,2 b	1,1 a	0,8 b	0,8 b	0,8 b	1,2 a	1,0 b	1,0 b	1,0 b
Fertilité des bourgeons (grappes/rameau)	1,7	1,7	1,7	1,7	2,1	2,1	2,2	2,1	1,6 a	1,6 ab	1,6 ab	1,5 b
Poids grappe à la vendange (g)	176 a	165 a	124 b	119 b	154 a	143 ab	125 ab	114 b	192 a	189 a	162 b	141 c
Nombre baies par grappes	151 a	148 a	106 b	98 b	146 a	142 a	119 b	106 b	–	–	–	–
Poids baie à la vendange (g)	1,6 a	1,5 a	1,4 b	1,4 b	2,2	2,1	2,1	2,1	1,8 a	1,8 a	1,7 b	1,7 b
Épaisseur pellicule des baies (µm)	110 c	149 b	–	219 a	–	–	–	–	–	–	–	–
Dégrappage (grappes coupées par cep)	3,5 a	2,7 a	1,6 ab	0,3 b	4,1	2,7	3,2	1,6	1,8	1,3	1,2	0,5
Rapport feuille-fruit (m <sup>2</sup> /kg)	1,6	1,3	1,4	1,8	1,1 a	0,8 c	0,9 b	1,0 ab	1,1 ab	1,0 b	1,1 ab	1,3 a
Estimation rendement en juillet (kg/m <sup>2</sup> )	1,5 a	1,4 a	1,2 b	1,0 c	1,8 a	1,6 ab	1,6 ab	1,3 b	1,4 b	1,3 b	1,2 a	1,0 a
Rendement réel à la vendange (kg/m <sup>2</sup> )	0,9 a	0,9 ab	0,8 b	0,8 b	1,0 ab	1,0 a	0,9 b	0,9 b	1,0 a	1,0 a	0,9 b	0,8 c
Millerandage en 2013 (% sur grappe)	66 a	63 a	42 b	26 c	–	–	–	–	–	–	–	–
Echadage en 2012 (% sur grappe)	–	–	–	–	2,5 c	6,9 a	5,5 ab	3,6 bc	–	–	–	–
<i>Botrytis cinerea</i> en 2012 (% sur grappe)	8,3 a	1,2 b	0,2 b	0,3 b	–	–	–	–	–	–	–	–
<i>Botrytis cinerea</i> en 2013 (% sur grappe)	–	–	–	–	–	–	–	–	17 a	0 b	0 b	0 b
Pourriture acide en 2014 (% sur grappe)	–	–	–	–	–	–	–	–	54 a	37 b	33 b	29 b
Sucres solubles (°Brix)	22,1	22,1	22,4	22,4	21,6	21,4	21,6	21,6	21,0 a	20,6 b	20,8 ab	20,8 ab
Acidité totale (g/L ac, tart.)	11,2 a	10,8 b	10,4 c	10,8 b	10,1	9,8	9,8	9,9	6,6 a	6,2 c	6,3 bc	6,4 b
Acide tartrique (g/L)	7,6 a	7,5 a	7,1 b	7,2 b	7,8	7,7	7,7	7,8	5,8 a	5,5 b	5,6 b	5,6 b
Acid malique (g/L)	5,4 a	5,1 a	4,8 b	5,2 a	4,2 a	3,9 b	3,9 b	3,9 b	3,3 a	3,0 b	3,0 b	3,2 b
pH	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,8	3,7	3,7	3,8
Azote assimilable (mg N/L)	150 b	166 a	132 c	147 b	185	180	170	179	158 a	146 b	135 c	138 bc
Indice polyphénols totaux	29 b	29 b	31 ab	33 a	36	35	37	37	41	41	44	44
Anthocyanes (mg/L)	293 b	311 ab	303 ab	331 a	474	463	482	496	532 b	574 a	605 a	608 a
Clarté L*	47 a	45 ab	43 bc	41 c	31	32	30	30	26 a	23 b	21 c	21 c
Couleur a* (axe vert-rouge)	50	50	50	52	56	56	56	56	53 a	52 ab	51 b	51 b
Couleur b* (axe bleu-jaune)	25 c	27 bc	29 ab	30 a	31	31	31	32	34	33	32	33
Intensité couleur	4,1 c	4,2 bc	4,3 ab	4,4 a	4,6	4,7	4,7	4,7	5,1 b	5,2 a	5,3 a	5,3 a
Fruité	4,2 b	4,4 a	4,4 a	4,4 a	4,3	4,3	4,3	4,4	4	4,1	4,2	4,2
Herbacé	2,0 a	1,8 b	1,8 b	1,8 b	2,0	2,0	2,0	1,9	2,5	2,3	2,4	2,3
Epicé	2,5	2,6	2,6	2,7	2,5	2,5	2,6	2,6	3,0	3,0	3,0	3,0
Qualité du bouquet	4,2 b	4,4 a	4,4 a	4,4 a	4,1	4,3	4,3	4,4	4,1	4,1	4,2	4,2
Volume	4,2 b	4,2 b	4,3 ab	4,4 a	4,2	4,2	4,2	4,3	4,4	4,5	4,5	4,5
Acidité	4,2	4,1	4,2	4,1	4,2	4,2	4,2	4,2	3,9	3,9	3,9	3,9
Intensité tannique	4,3	4,3	4,4	4,5	4,3	4,3	4,3	4,3	4,6	4,7	4,7	4,7
Tannins secs	2,9	2,6	2,6	2,7	2,8	2,8	2,8	2,7	2,9	2,7	2,9	2,9
Tannins souples	3,3	3,5	3,5	3,4	3,4	3,4	3,4	3,5	3,5	3,6	3,5	3,5
Tannins charpentés	3,1 b	3,1 b	3,4 a	3,4 a	3,2	3,1	3,3	3,3	3,5	3,7	3,8	3,7
Amertume	1,9	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8	1,7	2	1,9	2,1	2,1
Impression générale	4,0 b	4,2 ab	4,2 ab	4,3 a	4,1	4,1	4,1	4,2	4,1	4,3	4,2	4,2

## Conclusions

Dans le contexte de nos essais, nous pouvons retenir les points suivants (tab. 4).

- L'effeuillage de la vigne est une mesure prophylactique efficace contre les maladies fongiques. Son impact est surtout lié à l'intensité de l'effeuillage, qui crée un microclimat défavorable aux maladies fongiques.
- Un effeuillage intensif pré-nouaison peut entraîner jusqu'à 40% de baisse de rendement. La modération de l'intensité et de la précocité de l'effeuillage pré-nouaison permet de réduire son impact sur le rendement. A l'inverse, l'effeuillage après nouaison n'a aucun effet sur le rendement.
- Dans certaines conditions restrictives (par exemple, jeunes vignes, contrainte hydrique), des arrière-effets sur la fertilité des bourgeons et sur la vigueur de la vigne peuvent apparaître après plusieurs années d'effeuillage intensif pré-nouaison.
- Un effeuillage pré-nouaison aide à produire des vins rouges aux couleurs et structures plus intenses, avec une acidité plus faible. A l'inverse, cette technique n'a pas présenté d'intérêt pour la qualité des vins blancs. ■

### Remerciements

Les auteurs remercient vivement l'équipe du groupe Viticulture pour leur rigueur dans l'entretien du vignoble expérimental, Stéphane Burgos (Changins) pour la réalisation des profils de sols, l'équipe du groupe Œnologie pour la qualité des vinifications et l'équipe du groupe Analyse des vins pour la précision de ses analyses.

### Bibliographie

- Basile B., Caccavello G., Giaccone M. & Forlani M., 2015. Effects of early shading and defoliation on bunch compactness, yield components, and berry composition of aglianico grapevines under warm climate conditions. *American Journal of Enology and Viticulture* **66** (2), 234–243.
- Feng H., Yuan F., Skinkis P. A. & Qian M. C., 2015. Influence of cluster zone leaf removal on Pinot noir grape chemical and volatile composition. *Food Chemistry* **173**, 414–23.

- Gómez I., Revert J., Esteve M. D., Climent M. D., Martínez A., Jiménez J. & Intrigliolo D. S., 2012. Effects of early defoliation in grape yield and quality in Mandó, an autochthon cultivar of South East Spain. *International Society for Horticultural Science (ISHS)*, Leuven, Belgium, 365–370.
- Intrigliolo D. S., Llacer E., Revert J., Esteve M. D., Climent M. D., Palau D. & Gómez I., 2014. Early defoliation reduces cluster compactness and improves grape composition in Mandó, an autochthonous cultivar of *Vitis vinifera* from southeastern Spain. *Scientia Horticulturae* **167**, 71–75.
- Komm B. L. & Moyer M. M., 2015. Effect of Early Fruit-Zone leaf removal on canopy development and fruit quality in riesling and sauvignon blanc. *American Journal of Enology and Viticulture* **66**, 424–434.
- Palliotti A., Gardi T., Berrios J. G., Civardi S. & Poni S., 2012. Early source limitation as a tool for yield control and wine quality improvement in a high-yielding red *Vitis vinifera* L. cultivar. *Scientia Horticulturae* **145**, 10–16.
- Risco D., Pérez D., Yeves A., Castel J. R. & Intrigliolo D. S., 2014. Early defoliation in a temperate warm and semi-arid Tempranillo vineyard: wine performance and grape composition. *Australian Journal of Grape and Wine Research* **20** (1), 111–122.
- Sternad Lemut M., Sivilotti P., Butinar L., Laganis J. & Vrhovsek U., 2015. Pre-flowering leaf removal alters grape microbial population and offers good potential for a more sustainable and cost-effective management of a Pinot noir vineyard. *Australian Journal of Grape and Wine Research* **21** (3), 439–450.
- Uriarte D., Picón J., Mancha L. A., Blanco J., Prieto M. H., Moreno D., Gamero E., Valdés E., Risco D., Castel J. R. & Intrigliolo D. S., 2012. Early defoliation of Tempranillo grapevines in semi-arid terroirs of Spain. *International Society for Horticultural Science (ISHS)*, Leuven, Belgium, 299–306.
- Vaillant-Gaveau N., Maillard P., Wojnarowicz G., Gross P., Clement C. & Fontaine F., 2011. Inflorescence of grapevine (*Vitis vinifera* L.): a high ability to distribute its own assimilates. *Journal of Experimental Botany* **62** (12), 4183–90.
- Verdenal T., Zufferey V., Spring J.-L., Rösti J., Dienes-Nagy Á., Lorenzini F. & Viret O., 2016. Intérêts et risques de l'effeuillage précoce du cépage *Vitis vinifera* Doral dans le canton de Vaud. *Revue suisse Viticulture, Arboriculture, Horticulture* **48** (3), 176–182.
- Verdenal T., Zufferey V., Spring J.-L., Koestel C., Rösti J., Dienes-Nagy Á., Belcher S., Lorenzini F. & Gindro K., 2018. Intensité et précocité de l'effeuillage sur vigne de Chasselas dans le canton de Vaud. *Revue suisse Viticulture, Arboriculture, Horticulture* **50** (3), 148–155.
- Verdenal T., Zufferey V., Spring J.-L., Dienes-Nagy Á., Belcher S., Lorenzini F., Koestel C., Rösti J. & Gindro K., 2018. L'effeuillage pré-floral du Pinot noir limite le rendement et modifie la composition des vins. *Revue suisse Viticulture, Arboriculture, Horticulture* **50** (5), 276–283.
- Verdenal T., Zufferey V., Dienes-Nagy Á., Bourdin G. & Spring J.-L., 2019. L'effeuillage préfloral sur Merlot: impact à la vigne et sur les vins dans le contexte du Tessin. *Revue suisse Viticulture, Arboriculture, Horticulture* **51** (6), 338–345.
- Vilanova M., Diago M. P., Genisheva Z., Oliveira J. M. & Tardaguila J., 2012. Early leaf removal impact on volatile composition of Tempranillo wines. *Journal of the Science of Food and Agriculture* **92** (4), 935–942. ➤

Période d'effeuillage	Etat sanitaire	Rendement	Qualité des moûts et des vins
 Boutons séparés Stade BBCH: H	++	--	0 / ++ Selon le cépage et les conditions climatiques
 Boutons séparés Stade BBCH: H Effeuillage moins intensif	+	-	0 / + Selon le cépage et les conditions climatiques
 Floraison Stade BBCH: I	++	-	0 / + Selon le cépage et les conditions climatiques
 Fermeture de grappe Stade BBCH: L	++	0	0 Le rapport feuille-fruit doit demeurer suffisant

**Tableau 4 | Synthèse des essais d'effeuillage sur Pinot noir et Chasselas (Pully), Gamay et Doral (Changins) et Merlot (Tessin).**

Résultats comparés à un témoin non effeuillé.  
 ++ effet très positif  
 + effet positif  
 0 pas d'effet  
 - effet négatif  
 -- effet très négatif

**Summary****Period and intensity of vine leaf removal: Assessment of five grape varieties in Switzerland.**

Why shall we defoliate the vines? Which period? Which intensity? And at what risk? These recurrent questions are asked every year at the beginning of the vegetative season of the vine, while the canopy is developing, sometimes even with vigor. Pre-flowering leaf removal is an interesting prophylactic technique to control yield, increase resistance to fungal diseases and modify the organoleptic profile of wines, but it can also present risks. This article provides an overview of the current knowledge on vine leaf removal and reports on five trials conducted in the experimental vineyards of Agroscope in Switzerland. Pinot noir, merlot, gamay, chasselas and doral grape varieties were defoliated at different phenological stages and different intensities, in order to provide answers to the wine-growers.

**Key words:** leaf removal, yield regulation, wine composition.

**Zusammenfassung****Zeitpunkt und Intensität der Entlaubung bei Reben: Bilanz für fünf Rebsorten in der Schweiz.**

Warum werden im Rebbau die Blätter ausgedünnt? Welches ist der ideale Zeitpunkt? Wie stark sollen die Blätter ausgedünnt werden? Welches sind die Risiken? Diese Fragen stellen sich jedes Jahr zu Beginn der Vegetationsperiode, wenn sich das Laub entwickelt, teils sogar mit starker Wuchskraft. Die frühzeitige Entlaubung ist eine interessante prophylaktische Technik, um den Ertrag zu begrenzen, die Resistenz gegen Pilzkrankheiten zu erhöhen und das organoleptische Profil der Weine zu verändern, sie kann aber auch Risiken bergen. Dieser Artikel gibt einen Überblick über den aktuellen Wissensstand zur Entlaubung der Reben und berichtet über fünf Weinbauversuche, die von Agroscope in den Versuchsfeldern in der Schweiz durchgeführt wurden. Die Rebsorten Pinot noir, Merlot, Gamay, Chasselas und Doral wurden in verschiedenen phänologischen Stadien und mit unterschiedlicher Intensität entlaubt, um Antworten auf die Fragen der Winzer zu finden.

**Riassunto****Sfogliatura della vite: quando e quanto? Bilancio su cinque vitigni in Svizzera**

Perché sfoltire i pampini? Quando e quanto? E quali sono i possibili rischi? Sono queste le domande ricorrenti che si ripropongono ogni anno all'inizio della stagione vegetativa della vite, quando si sviluppa il fogliame, a volte anche rigogliosamente. La sfogliatura precoce è una tecnica profilattica interessante – ma non priva di rischi – per limitare la resa, aumentare la resistenza alle malattie fungine e modificare il profilo organolettico dei vini. Questo articolo fornisce una panoramica delle conoscenze attuali in materia di sfogliatura della vite e presenta cinque esperimenti realizzati nei vigneti sperimentali di Agroscope in Svizzera. I vitigni Pinot noir, Merlot, Gamay, Chasselas e Doral sono stati sfogliati in diverse fasi fenologiche e con intensità differenti, allo scopo di fornire risposte ai viticoltori.

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

JEAN-CLAUDE  
**FAY**  
PÉPINIÈRES  
VITICOLES

### Qualité, conseil, service

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

Rencontrons-nous :

**Plus d'informations :**

**00 33 (0)4 79 28 54 18**

**[www.pepinieres-viticoles-fay.fr](http://www.pepinieres-viticoles-fay.fr)**

Le meilleur du monde pour l'agriculture suisse

# Armicarb®



### Le fongicide de contact contre l'oïdium

- Efficacité sûre et forte
- Sans résidus
- Bonne efficacité secondaire contre le botrytis

W-6432 Armicarb porte un numéro W et est un produit phytosanitaire contrôlé. N'hésitez pas à consulter votre spécialiste suisse pour la protection de vos cultures.

**Stähler**

Stähler Suisse SA  
Henzmannstrasse 17A, 4800 Zofingen  
Tel. 062 746 80 00, [www.staehler.ch](http://www.staehler.ch)

**GIGANDET SA**

Votre spécialiste

**BUCHER**  
vaslin

## VENTE - SERVICE - RÉPARATION - RÉVISION

Notre expérience dans vos projets sur mesure

### Réception vendange



### Pressoir



### Filtre tangential



### Oenopompe®



#### ADRESSES GÉNÉRALES

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

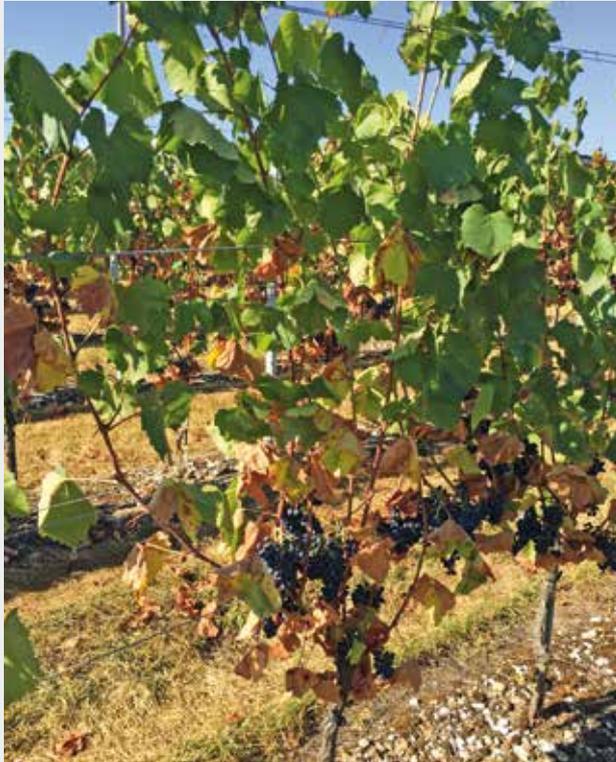
#### POUR NOUS CONTACTER

[info@gigandetsa.ch](mailto:info@gigandetsa.ch)  
+41 (0)24 466 13 83

#### POUR PLUS D'INFORMATION

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

## Les outils pour évaluer le stress hydrique et gérer l'irrigation de la vigne – Etat des lieux des avancées scientifiques



Vignes souffrant d'un stress hydrique sévère.

### Introduction

Si près de 70% de la surface de la terre est recouverte d'eau, une part de 2,5% seulement est de l'eau douce et uniquement 1% est facilement accessible sous forme liquide, car la majeure partie est emprisonnée dans les calottes glaciaires et les glaciers (Siddique & Bramley 2014). Dans le monde, plus de 330 millions d'hectares de terres agricoles sont irrigués. Cette superficie correspond à environ 20% de la superficie totale des terres agricoles et contribue à 40% de la production de nourriture dans le monde, en raison de la productivité plus élevée des terres irriguées ([www.fao.org/nr/water/aquastat/data/glossaire/search.html](http://www.fao.org/nr/water/aquastat/data/glossaire/search.html)). Les systèmes de production agricole sous irrigation sont le principal consommateur mondial d'eau douce, qui représente environ 60% des prélèvements d'eau et 80% de la consommation totale d'eau (Siebert *et al.* 2015). En viticulture, l'irrigation était historiquement limitée aux «nouveaux pays viticoles» tels que l'Australie, l'Argentine, les Etats-Unis et le Chili, où une superficie d'environ 580 000 ha est irriguée, ce qui correspond à environ 83% de la surface totale du vignoble. En Argentine, par exemple, environ 250 000 ha – soit

la quasi-totalité de la superficie viticole – sont irrigués. Depuis près de vingt ans, l'irrigation se développe également rapidement dans les zones viticoles européennes traditionnelles.

Dans un monde où l'eau est une ressource rare et où 850 millions de personnes n'ont pas accès à l'eau potable et 2,5 milliards de personnes ne disposent pas d'eau potable à domicile, il est urgent de réduire «l'empreinte hydrique» des cultures irriguées.

Si le réchauffement climatique se poursuit au rythme actuel, les climatologues envisagent une augmentation de la température d'au moins 1,5°C sur la période 2030–2050 (GIEC 2018). De grands changements sont à prévoir notamment dans la distribution des précipitations, l'intensification des vagues de chaleur et de sécheresse ainsi qu'une augmentation des taux d'évapotranspiration de l'eau, conduisant à un bilan hydrique de plus en plus négatif durant le cycle végétatif de la vigne (van Leeuwen & Destrac-Irvine 2017). L'impact du réchauffement climatique sur la physiologie, la phénologie, la composition des baies, la qualité et la typicité des vins fait l'objet de nombreuses études scientifiques (Mira de Orduna 2010; Rienth *et al.* 2014; Rienth *et al.* 2016; Rienth *et al.* 2021; van Leeuwen & Destrac-Irvine 2017). Ces différents aspects ne seront pas développés dans cet article.

Par ailleurs, la consommation en eau de la vigne s'élève entre 300 et 600 mm dans les climats frais et peut atteindre 400 à 800 mm dans les climats chauds durant le cycle végétatif (Williams & Baeza 2007). Cette consommation dépend pour beaucoup de la température saisonnière, mais aussi largement de l'association cépage/porte-greffe, du système de conduite, de la densité de plantation et du rendement, entre autres. Dans la majorité des régions viticoles européennes, les vignes ne sont pas encore irriguées, ce qui pourrait représenter la stratégie la plus durable. Les techniques culturales et agronomiques, propres à atténuer les risques de sécheresse, doivent être envisagées avant de mettre en œuvre l'irrigation.

De telles stratégies consistent à diminuer la consommation en eau par une adaptation de la canopée et de l'entretien des sols, du mode de conduite et de la densité de plantation, mais aussi du choix du cépage et du porte-greffe. Par exemple, la réduction des densités de plantation en combinaison avec un système de conduite à faible surface foliaire, comme le Gobelet, est un moyen efficace pour réduire potentiellement la consom-

mation d'eau. C'est la raison pour laquelle ces systèmes ont été historiquement développés dans les régions sèches du pourtour méditerranéen. Cependant, ces systèmes présentent des inconvénients liés à la difficulté de mécanisation, à de faibles rendements et principalement à des coûts élevés de production qui nuisent au succès économique de la culture. La gestion de l'entretien des sols (couverture herbeuse, paillage, copeaux, etc.) peut contribuer à limiter l'érosion dans certaines situations en absorbant les précipitations estivales, mais aussi à augmenter la consommation d'eau du vignoble lors d'épisodes de fortes chaleurs (enherbement des vignes et concurrence hydrique). Le choix du matériel végétal est un outil très puissant pour adapter les vignobles à la sécheresse, grâce à la combinaison de porte-greffes et de cépages réputés résistants à la sécheresse (van Leeuwen & Destrac-Irvine 2017).

Néanmoins, la fréquence et la gravité de la sécheresse au cours des trois dernières décennies ont nécessité l'installation de systèmes d'irrigation dans de nombreux vignobles du monde pour maintenir une production économiquement durable et assurer la qualité des raisins et des vins. L'évaluation de l'état hydrique de la vigne est devenue un défi important pour adapter les pratiques agronomiques et éventuellement gérer l'irrigation.

Il est bien connu qu'un déficit hydrique modéré améliore la répartition des glucides entre les structures reproductives telles que les baies, et contrôle une végétation excessive. Ce concept a une importance particulière en viticulture, où l'objectif est de garantir une quantité de production économiquement viable, mais aussi une excellente qualité de raisins, déterminée par un équilibre complexe des métabolites primaires et secondaires, qui est atteint avec une contrainte hydrique modérée (Zufferey 2007).

Un déficit hydrique sévère peut cependant entraîner des pertes de quantité et de qualité de la production, tout en menaçant la longévité des souches de vigne en réduisant les réserves des parties pérennes (Pellegrino *et al.* 2014). De surcroît, un déficit hydrique affecte la disponibilité et l'absorption d'azote, réduisant ainsi la synthèse de certains précurseurs de composés aromatiques tels que les thiols et la quantité d'azote fermentescible dans le moût, et entraîne des problèmes de fermentation (Zufferey 2007).

Par conséquent, il s'avère important d'évaluer le plus précisément possible l'état hydrique de la vigne en cours de saison afin d'adapter les pratiques culturales en fonction des objectifs de production. Compte tenu des avancées scientifiques récentes concernant le comportement hydraulique des cépages face au

déficit hydrique, une évaluation des différentes techniques de mesure du régime hydrique reste à établir et à adapter constamment. Le présent article porte sur les techniques d'observation et de mesure de l'état hydrique de la vigne à disposition des viticulteurs à la parcelle.

### Méthodes pour évaluer l'état hydrique de la vigne

Le choix des méthodes les plus appropriées pour mesurer l'état hydrique peut être très différent selon l'objectif visé: (a) la gestion pratique d'un vignoble ou d'une parcelle telle que le calendrier d'irrigation, l'évaluation des effets des pratiques culturales ou la compréhension de l'impact de l'état hydrique sur le rendement et la qualité; (b) la compréhension des mécanismes du mouvement de l'eau dans la plante; (c) la compréhension des mécanismes impliqués dans les effets du stress hydrique sur la croissance et la physiologie; ou (d) l'identification des différences de tolérance à la sécheresse pour la création (par croisement) ou la sélection de génotypes tolérants à la sécheresse.

### L'observation visuelle

La façon la plus simple d'évaluer l'état hydrique d'une vigne est l'observation visuelle au vignoble. La perte de turgescence des vrilles et le ralentissement de la croissance végétative figurent parmi les premières réponses d'une plante détectant une restriction en eau. Le ralentissement de la croissance végétative est visible en observant l'extrémité des rameaux des vignes ou les apex qui cessent de croître, brunissent et chutent avec le stress hydrique (fig. 1). Une simple méthode consiste donc à observer une cinquantaine d'apex et à les classer selon trois catégories (pleine croissance, croissance ralentie ou arrêt de croissance). Le calcul d'un indice synthétique, appelé indice de croissance des apex (iC-Apex), permet ensuite de caractériser la croissance végétative de la zone observée (Rodríguez-Lovelle *et al.* 2009). Récemment, une application pour Android a été développée pour automatiser ces mesures <https://play.google.com/store/apps/details?id=ag.GB.apex&hl=fr> (Pichon *et al.* 2020). Cependant, l'observation est plus délicate quand la croissance végétative a cessé depuis un certain temps, ou lorsque les apex des rameaux ont été supprimés par cisailage. L'observation de la croissance des entre-cœurs pallie cet inconvénient dans ce cas.

### La Chambre à pression: mesure du potentiel hydrique ( $\psi$ )

La mesure du potentiel hydrique de la vigne ( $\psi$ ) représente la tension (c'est-à-dire la pression négative) de la sève brute qui règne à l'intérieur des vaisseaux

conduisant l'eau des racines jusqu'aux feuilles, où elle est vaporisée par transpiration à travers les stomates. Le potentiel hydrique est mesuré dans les tissus du xylème au niveau du pétiole et reflète le potentiel hydrique des feuilles.

Pour assurer le flux de sève brute depuis les racines jusqu'aux feuilles, où a lieu la transpiration, la tension exercée sur la colonne d'eau à l'intérieur des vaisseaux (dans le xylème) augmente progressivement depuis l'interface sol-racine jusqu'aux feuilles. Les valeurs du potentiel hydrique diminuent progressivement de la racine vers les feuilles (elles deviennent plus négatives). Lorsque la tension d'eau dans le xylème devient très élevée à l'interface feuille-air, des bulles d'air se forment à l'intérieur des vaisseaux du xylème: le système hydraulique des pétioles foliaires se déconnectent progressivement de celui des rameaux. Ce phénomène est appelé cavitation et se mesure à travers la perte de conductivité hydraulique des différents organes de la vigne.

L'usage de la chambre à pression s'est largement répandu (fig. 2), non seulement dans les centres de recherche, mais aussi dans de nombreux vignobles européens et américains (Californie, Chili, Argentine, etc.) pour évaluer l'état hydrique de la vigne (Zufferey *et al.* 2019). En Suisse, certains viticulteurs en ont fait l'acquisition également.

### Potentiel hydrique des feuilles ( $\psi_{\text{feuille}}$ )

Il est habituellement mesuré à midi solaire, sur des feuilles adultes bien exposées à l'éclairement direct. Les valeurs du  $\psi_{\text{feuilles}}$  varient cependant en fonction des conditions environnementales, notamment du microclimat lumineux des feuilles, de la température et de l'hygrométrie de l'air durant la journée. Pour ces raisons, le potentiel hydrique des feuilles n'est que rarement utilisé comme indicateur de l'état hydrique de la vigne, car sa représentativité n'est pas toujours garantie.

### Potentiel hydrique de tige ( $\psi_{\text{tige}}$ )

Le  $\psi_{\text{tige}}$  reflète, à un moment donné de la journée, l'état de la disponibilité des ressources en eau du sol (stress édaphique), de la demande atmosphérique (stress climatique) et des capacités de transfert hydraulique (conductivité de la sève brute dans les vaisseaux). Il est mesuré à midi solaire quand la demande climatique est la plus élevée dans des conditions suisses (déficit de pression de vapeur ou VPD au plus haut). Les feuilles sont ensachées dans une poche de papier d'aluminium environ une heure avant la mesure, afin de diminuer au maximum leur transpiration.

### Potentiel hydrique de base ( $\psi_{\text{base}}$ )

Le potentiel hydrique de base est mesuré en fin de nuit, juste avant le lever du soleil, sur des feuilles adultes. Il reflète le niveau de réhydratation maximale de la vigne en l'absence de transpiration (à l'obscurité). La mesure du  $\psi_{\text{base}}$  de la vigne s'équilibre avec le potentiel hydrique du sol, exploré par le système racinaire. Cette mesure renseigne sur la disponibilité de l'eau dans le sol pour la plante (stress édaphique), lorsque les conditions de remplissage de tous les tissus de la plante sont réunies (c'est-à-dire VPD nocturne faible et valeur élevée ou modérée du ratio de transpiration la journée précédente).

Différents seuils de potentiel hydrique ont été proposés pour évaluer l'état hydrique de la vigne au vignoble. Le tableau 1 résume les valeurs correspondantes de potentiels hydrique de base ( $\psi_{\text{base}}$ ), de tige ( $\psi_{\text{tige}}$ ) et de feuille ( $\psi_{\text{feuille}}$ ) en fonction du niveau faible, modéré, fort et sévère du stress hydrique. L'analyse de la composition isotopique du carbone ( $\delta^{13}\text{C}$ ) est également indiquée.

### Interprétation des mesures de potentiel hydrique et phénomène particulier de la cavitation

La mesure du  $\psi_{\text{base}}$  de la vigne apporte une estimation des ressources en eau du sol et surtout de sa disponibi-



Figure 1 | État de croissance des apex des rameaux de vigne (cv. Chasselas) comme indicateur du stress hydrique. De gauche à droite: Apex en croissance; Ralentissement de la croissance; Arrêt de la croissance avec brunissement de l'apex; Chute de l'apex.



Figure 2 | Utilisation de la bombe Scholander dans différents vignobles. (Photo Hernan Ojeda)

lité. Néanmoins, durant la nuit, la transpiration de la vigne n'est pas tout à fait nulle, mais subsiste de façon très faible. Selon les conditions du milieu, l'équilibre entre le potentiel matriciel de l'eau du sol et celui de la plante n'est pas toujours atteint. Aussi, dans les cas où plusieurs jours à forte demande évaporative se suivent, l'hypothèse du remplissage en eau de tous les tissus pourrait ne plus être à 100% vraie. Le potentiel foliaire de base demeure une bonne estimation de l'état hydrique instantané de la plante, mais il n'est plus une bonne estimation des disponibilités en eau du sol. Ce phénomène est particulièrement connu dans les régions désertiques, notamment quand le déficit de pression de vapeur est élevé durant la nuit. Dans le vignoble suisse, ces conditions sont très rarement atteintes, et on peut considérer que la mesure du  $\psi_{\text{base}}$  est une bonne estimation de l'état hydrique de la vigne et des disponibilités en eau du sol.

Quand les conditions climatiques deviennent extrêmes, comme lors d'une sécheresse et d'une canicule prolongée et/ou de fortes demandes atmosphériques (VPD – déficit de pression de vapeur – très élevé), les mesures de potentiel hydrique au niveau du pétiole foliaire ( $\psi_{\text{feuille}}$ ) ne reflètent pas toujours l'état hydrique des rameaux ( $\psi_{\text{tige}}$ ) en fonction de leur conductivité hydraulique respective (Charrier *et al.* 2016, cité par Rienth M. & Scholasch T. 2019). L'embolisation ou la cavitation des vaisseaux du limbe foliaire et des pétioles (formation de bulles d'air) entraîne une perte de conductivité hydraulique et une chute de la transpiration foliaire. Les feuilles sont alors déconnectées des rameaux et agissent comme des fusibles hydrauliques (Zufferey *et al.* 2011), en limitant fortement la transpiration et la propagation de l'embolie, tout en préservant l'intégrité des autres organes (rameaux, raisins, etc.) sous stress hydrique. Les pétioles foliaires semblent plus vulnérables aux accidents physiologiques comme l'embolie que les rameaux (Charrier *et al.* 2016). Certains cépages semblent capables de développer une segmentation hydraulique efficace, pour laquelle les pétioles de feuilles jouent un rôle important. Dans les circonstances exceptionnelles d'embolie, la mesure des potentiels hydriques ne traduit pas tou-

jours l'état réel d'alimentation en eau de la plante. Des travaux récents (Dayer *et al.* 2020) suggèrent d'identifier les caractéristiques ou les traits de résistance à la sécheresse, spécifiques à chaque cépage. Ces approches innovantes permettraient d'évaluer de façon plus globale les spécificités de la tolérance de la vigne à la sécheresse (Gambetta *et al.* 2020).

### Méthode de discrimination à partir des isotopes du carbone

La mesure de la discrimination isotopique du carbone ( $\delta^{13}\text{C}$  ou rapport  $^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$ ) se fonde sur l'analyse de la composition isotopique du carbone dans les sucres d'organes végétatifs, de baies ou des moûts de raisins. Une bonne corrélation a été démontrée entre la composition isotopique du carbone des moûts de raisins et les valeurs de potentiels hydriques foliaires obtenus au cours de la même saison (Rienth *et al.* 2020). La mesure est généralement réalisée à la fin de la saison et n'est donc pas adaptée pour gérer l'irrigation quotidienne ou les pratiques culturales pendant la saison. Cependant, la mesure peut être utile pour évaluer a posteriori l'effet des pratiques culturales, de l'irrigation et des conditions du millésime sur l'assimilation du carbone et des sucres qui est liée aux déficits en eau. Pour la caractérisation des terroirs (cartographie spatiale des risques de sécheresse au vignoble à long terme), cette approche a montré sa pertinence.

### Mesure basée sur le flux de sève

Le flux de sève est le mouvement de l'eau à l'intérieur du xylème depuis les racines aux feuilles, où elle est transpirée à travers les stomates. Le flux de sève mesure directement la quantité d'eau utilisée au niveau de la vigne entière. Il existe deux méthodes de mesure.

#### 1) Méthode de dissipation thermique

Cette méthode utilise des sondes insérées sous forme d'aiguilles dans la vigne. Vergeynst *et al.* (2014) ont montré que la variation circonférentielle et radiale de la densité du flux de sève peut entraîner à la fois une sous-estimation et une surestimation du flux de sève. De plus, la densité du flux de sève peut être sous-estimée

	$\psi_{\text{base}}$ (MPa)	$\psi_{\text{tige}}$ (MPa)	$\psi_{\text{feuille}}$ (MPa)	$\delta^{13}\text{C}$ (pour mille)
Aucun stress	> -0,2	> -0,6	> -0,9	< -26
Stress faible	-0,2 à -0,3	> -0,6 à -0,9	-0,9 à -1,1	-24,5 à -26
Stress modéré	-0,3 à -0,5	-0,9 à -1,1	-1,1 à -1,3	-23 à -24,5
Stress modéré à fort	-0,5 à -0,8	-1,1 à -1,4	-1,3 à -1,4	-21,5 à -23
Stress sévère	< -0,8/0,9	< -1,4	< -1,4	-21,5

**Tableau 1** | Valeurs du potentiel hydrique et de  $\delta^{13}\text{C}$  pour apprécier l'état hydrique de la vigne d'après Carbonneau 1998; Lovisolo *et al.* 2016; van Leeuwen *et al.* 2009; Zufferey 2007.

lorsque l'aiguille chauffée est en contact avec des tissus non conducteurs. Par conséquent, la méthode de dissipation thermique n'est pas utilisée pour une application au niveau industriel.

## 2) Méthode de l'équilibre thermique de la tige

La conception du capteur de flux de sève se compose d'un manchon chauffant enroulé autour de la tige. La chaleur est fournie uniformément et radialement à travers la section de la tige; le manchon est flexible et maintient un ajustement serré entre la tige et le thermocouple pendant les contractions diurnes de la tige (fig. 3). Les capteurs peuvent être appliqués sur des tiges légèrement pliées ou même lorsqu'elles sont partiellement nécrotiques, comme cela est parfois observé en réponse à des plaies de taille ou des maladies du bois. Parce que toute la section de la tige est chauffée, la méthode du bilan thermique peut être appliquée, même si la trajectoire du flux de sève à travers la tige est tortueuse. Les résultats montrent que le bilan thermique de la tige est une méthode fiable pour calculer l'utilisation de l'eau de la vigne (c'est-à-dire la transpiration) séparément des autres composantes de l'évapotranspiration (ET), telles que l'évaporation du sol ou la transpiration des cultures de couverture dans l'inter rangs. Pour ces raisons, des capteurs de flux de sève non intrusifs ont été adoptés en pratique avec succès pour conduire les stratégies d'irrigation. La figure 4 illustre comment les grands volumes d'irrigation par rapport aux petits affectent la réponse du flux de sève dans un même vignoble.

### Méthodes basées sur le sol

Les études basées sur le sol évaluent directement l'humidité du sol soit par des méthodes volumétriques

(pourcentage d'eau dans un volume donné de sol), soit par des méthodes tensiométriques (force physique retenant l'eau dans le sol). Il existe une multitude de types de capteurs et de fournisseurs proposant différents systèmes. Certains appareils mesurent directement la tension d'eau dans le sol. Cependant, la majorité des instruments utilisent des systèmes de mesure indirects via des courants électriques. Parmi les instruments les plus couramment utilisés, il faut signaler les tensiomètres et les psychromètres du sol, qui mesurent la tension capillaire ou l'énergie avec laquelle l'eau est retenue par les particules du sol (Mullins 2001). Les sondes à neutrons ou les capteurs capacitifs (Townend *et al.* 2001) sont des exemples de systèmes de mesure volumétrique fréquemment utilisés au champ.

La surveillance continue et automatisée de l'humidité du sol constitue le principal avantage des capteurs placés directement dans le sol. La mesure de la teneur en eau du sol durant l'hiver et la possibilité d'évaluer le niveau de remplissage de leur réserve utile présentent également un intérêt, notamment sous climats secs. Ces capteurs installés en permanence sont largement utilisés pour la surveillance de l'irrigation des cultures annuelles sur des sols peu profonds et homogènes ainsi que dans les serres.

Cependant, dans le contexte spécifique de la viticulture, l'utilisation de capteurs d'humidité du sol présente plusieurs inconvénients. Dans le vignoble, en effet, les sols sont souvent pierreux et hétérogènes. L'utilisation de capteurs est très délicate, voire impossible dans ce cas. La cartographie des sols permet de mettre en évidence l'hétérogénéité des parcelles et devrait servir à mieux définir l'emplacement des capteurs. Cependant, le morcellement et l'hétérogénéité des parcelles sur de petites distances néces-



Figure 3 | Capteur de flux de sève.

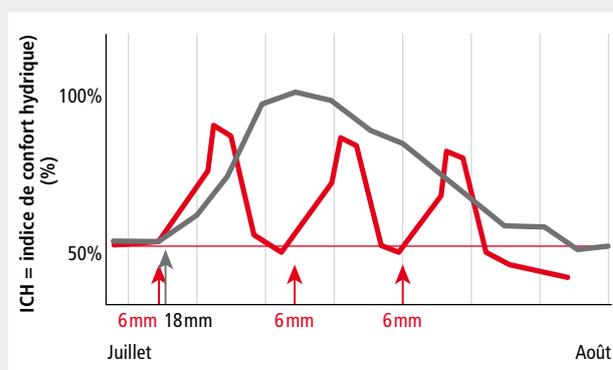


Figure 4 | Profil montrant l'indice de confort hydrique (ICH) calculé à partir du ratio entre transpiration réelle et évapotranspiration de référence. Ce qui distingue les deux profils sont les irrigations indiquées par les flèches pour leur moment d'application et leurs volumes respectifs (d'après Scholasch 2018).

sitent un nombre élevé de capteurs et un investissement financier important. La présence de cailloux rend leur installation très difficile, notamment dans les couches plus profondes du sol où se trouvent les racines.

Par ailleurs, les capteurs au sol nécessitent un entretien régulier et ont souvent une durée de vie assez limitée, en particulier en viticulture, où les passages fréquents avec de la machinerie lourde pour les opérations de travail du sol, la tonte et d'autres interventions liées au sol augmentent le risque de dommages pour des capteurs souvent fragiles.

Enfin, l'enracinement profond de la vigne, qui dépend entre autres du type de sol et du porte-greffe, limite les possibilités d'estimation de l'eau disponible dans le sol, mesurée par le capteur, et celle à disposition pour la vigne. Cette faiblesse est réelle dans les situations où la vigne a accès à de l'eau provenant des couches de sol plus profondes, qui ne sont pas nécessairement mesurées par le capteur.

### Méthodes de bilan hydrique

En complément des méthodes décrites précédemment, on peut utiliser des méthodes de modélisation de la contrainte hydrique. Les calculs du bilan hydrique du sol sont un moyen indirect pour évaluer l'état hydrique de la vigne et peuvent servir à piloter l'irrigation. La quantité totale d'eau du sol et sa fraction qui est transpirée potentiellement par la plante sont estimées en utilisant une approche de modélisation. La variation de l'humidité du sol durant la saison est estimée à partir des entrées (irrigation et précipitations) et des pertes d'eau (ruissellement, drainage et évapotranspiration) (Lebon *et al.* 2003). La quantité totale d'eau transpirable est la quantité d'eau du sol non disponible au point de flétrissement déduite de la capacité maximale de rétention d'eau du sol, qui dépend de la profondeur d'enracinement efficace et de la composition du sol. La quantité totale d'eau du sol transpirable indique le point de départ du modèle quand le sol est à pleine capacité. Le modèle effectue une mise à jour quotidienne de la teneur en eau du sol pour laquelle la quantité d'eau transpirable qui demeure dans le sol (TSW<sub>d</sub>) est calculée selon la formule suivante à la date «d»:

$$TSW_d = TSW_{d-1} + Rain_d + I_d - Runoff_d - ES_d - Tcrop_d$$

où TSW<sub>d</sub> = une estimation de l'eau totale disponible à la date d, R = pluie, I = irrigation, ES = évapotranspiration du sol (avec ou sans couverture herbeuse), et Tcrop = transpiration à partir de la canopée de la vigne.

Ces modèles permettent de suivre l'évolution de l'eau dans le sol, disponible pour la vigne en cours de saison, et aident à piloter l'irrigation.

## Conclusions

De nombreux indicateurs physiologiques de l'état hydrique de la vigne peuvent être utilisés au vignoble, comme des outils d'aide à la décision pour l'irrigation, mais aussi pour adapter les pratiques culturales à plus long terme (entretien des sols, choix des porte-greffes, gestion de la canopée, etc.). Parmi ces indicateurs figurent l'observation de la croissance des rameaux, la mesure des potentiels hydriques, des flux de sève, de la composition isotopique du carbone dans les sucres, ou encore l'utilisation de modèles de bilan hydrique.

Chaque indicateur présente des avantages et parfois des inconvénients dans la caractérisation du régime hydrique de la vigne, qu'il faut évaluer en fonction de chaque situation (précision de la mesure, fiabilité et facilité d'utilisation, etc.) et des objectifs recherchés (irrigation, cartographie des terroirs, prédiction, etc.).

De nos jours, la mesure des potentiels hydriques foliaires et particulièrement du potentiel hydrique de base ( $\psi$  base) et de tige ( $\psi$  tige) constitue une référence universelle pour évaluer le statut hydrique des végétaux et de la vigne en particulier. Les récents travaux de recherche suggèrent néanmoins que ces indicateurs doivent être complétés dans certaines situations particulières (fortes chaleurs, déficit hydrique extrême, VPD élevés) par des études complémentaires touchant au fonctionnement hydraulique des vignes. Des accidents physiologiques comme l'embolie des vaisseaux entraînent des dysfonctionnements de la conductivité de la sève brute dans les rameaux de vigne et une évaluation plus délicate de leur statut hydrique. Le réchauffement climatique et les situations de sécheresse périodique risquent de renforcer ces phénomènes à l'avenir.

Une irrigation raisonnée et économe en eau doit pouvoir intégrer des indicateurs physiologiques fiables afin de diminuer les intrants. ■

### Les auteurs

Markus Rienth, Changins, route de Duillier 50, 1260 Nyon, Suisse  
Thibaut Scholasch, Fruition Sciences, MIBI, rue du Mas-de-Verchant 672, 34000 Montpellier, France, <https://fruitionsciences.com>  
Vivian Zufferey, Agroscope, Centre de recherche viticole, 1009 Pully, Suisse  
Renseignements: Markus Rienth, tél. +41 22 363 40 61, e-mail [markus.rienth@changins.ch](mailto:markus.rienth@changins.ch), [www.changins.ch](http://www.changins.ch)



## Bibliographie

- Carbonneau A. (1998). Irrigation, vignoble et produit de la vigne. Aspects qualitatifs. In T. e. D. Lavoisier (Ed.), *Traité d'irrigation*, Tiercelin JR, pp. 258–276.
- Charrier G., Torres-Ruiz J. M., Badel E., Burlett R., Choat B., Cochard H., Delmas C. E. L., Domec J.-C., Jansen S., King A., Lenoir N., Martin-StPaul N., Gambetta G. A. & Delzon S. (2016). Evidence for hydraulic vulnerability segmentation and lack of xylem refilling under tension. *Plant Physiol* **172** (3), 1657–1668. Doi: 10.1104/pp.16.01079.
- Dayer S., Herrera J. C., Dai Z., Burlett R., Lamarque L. J., Delzon S., Bortolami G., Cochard H. & Gambetta G. A. (2020). The sequence and thresholds of leaf hydraulic traits underlying grapevine varietal differences in drought tolerance. *Journal of Experimental Botany*. Doi:10.1093/jxb/eraa186
- Gambetta G. A., Herrera J. C., Dayer S., Feng Q., Hochberg U. & Castellarin S. D. (2020). Grapevine drought stress physiology: towards an integrative definition of drought tolerance. *Journal of Experimental Botany*. Doi: 10.1093/jxb/eraa245.
- Hannah L., Roehrdanz P. R., Ikegami M., Shepard A. V., Shaw M. R., Tabor G., Zhi L., Marquet P. A. & Hijmans R. J. (2013). Climate change, wine and conservation. *Proceedings of the National Academy of Sciences*. Doi: 10.1073/pnas.1210127110.
- Lebon E., Dumas V., Pieri P. & Schultz H. R. (2003). Modelling the seasonal dynamics of the soil water balance of vineyards. *Functional Plant Biology* **30** (6), 699–710. Doi: <https://doi.org/10.1071/FP02222>.
- Lovisolo C., Lavoie-Lamoureux A., Tramontini S. & Ferrandino A. (2016). Grapevine adaptations to water stress: new perspectives about soil/plant interactions. *Theoretical Experimental Plant Physiology* **28** (1), 53–66. Doi: 10.1007/s40626-016-0057-7.
- Mira de Orduna R. (2010). Climate change associated effects on grape and wine quality and production. *Food Research International* **43** (7), 1844–1855.
- Pichon L., Brunel G., Payan J.-C. & Tisseyre B. (2020). Apex-Vigne: Une application mobile pour faciliter le suivi de la croissance et estimer l'état hydrique des parcelles viticoles. *IVES, Technical Reviews*. Doi: <https://doi.org/10.20870/IVES-TR.2020.3558>.
- Rienth M. (2020). Une étude de terroirs à Villette (Lavaux, VD). *Revue suisse viticulture, arboriculture et horticulture* **52** (6), 320–334.
- Rienth M. & Scholasch, T. (2019). State of the Art of tools and methods to asses vine water status. *OENO One* **53** (4).
- Rienth M., Torregrosa L., Luchaire N., Chatbanyong R., Lecourieux D., Kelly M. & Romieu C. (2014). Day and night heat stress trigger different transcriptomic responses in green and ripening grapevine (*vitis vinifera*) fruit. *BMC Plant Biology* **14** (1), 108.
- Rienth M., Torregrosa L., Sarah G., Ardisson M., Brillouet J.-M. & Romieu C. (2016). Temperature desynchronizes sugar and organic acid metabolism in ripening grapevine fruits and remodels their transcriptome. *BMC Plant Biology* **16** (1), 164. Doi: 10.1186/s12870-016-0850-0.
- Rienth M., Vigneron N., Darriet P., Sweetman C., Burbidge C., Bonghi C., Walker, R. P., Famiani F. & Castellarin S. D. (2021). Grape berry secondary metabolites and their modulation by abiotic factors in a climate change scenario – a review. *Frontiers in Plant Science*. Doi: 10.3389/fpls.2021.643258.
- Rodriguez-Lovelle B., Trambouze W. & Jacquet O. (2009). Progrès agricole et viticole, évaluation de l'état de croissance végétative de la vigne par la « méthode des apex ». (126), 77–88.
- Scholasch T. & Rienth M. (2019). Review of water deficit mediated changes in vine and berry physiology; consequences for the optimization of irrigation strategies. *OENO One* **53** (3). Doi: <https://doi.org/10.20870/oeno-one.2019.53.3.2407>.
- Scholasch T. (2018). Improving winegrowing with sap flow driven irrigation – a 10-year review. *Acta Hort.*, 1222, 155–168. Doi: 10.17660/ActaHortic.2018.1222.21.
- Siddique K. & Bramley H. (2014). Water deficits: Development. In Y. Wang (Ed.), *Encyclopedia of Natural Resources*, vol. 1, pp. 1–4. New York, USA: CRC Press. <https://doi.org/10.1081/E-ENRL-120049220>
- Siebert S., Kumm M., Porkka M., Döll P., Ramankutty N. & Scanlon B. R. (2015). A global data set of the extent of irrigated land from 1900 to 2005. *Hydrol. Earth Syst. Sci.* **19** (3), 1521–1545. Doi: 10.5194/hess-19-1521-2015.
- van Leeuwen C. & Destrac-Irvine A. (2017). Modified grape composition under climate change conditions requires adaptations in the vineyard. *OENO One* **51**, 147–154.
- van Leeuwen C., Tregoat O., Chone X., Bois B., Pernet D. & Gaudillère J.-P. (2009). Vine water status is a key factor in grape ripening and vintage quality for red Bordeaux wine. How can it be assessed for vineyard management purposes? *J Int Sci Vigne Vin* **43**, 121–134.
- Williams L. E. & Baeza P. (2007). Relationships among ambient temperature and vapor pressure deficit and leaf and stem water potentials of fully irrigated, field-grown grapevines. *Amer J Enol Vitic* **58** (2), 173–181.
- Zufferey V. (2007). Alimentation en eau et irrigation de la vigne. *Revue suisse viticulture, arboriculture, horticulture* **39**, 77–78.
- Zufferey V., Cochard H., Ameglio T., Spring J.-L. & Viret O. (2011). Diurnal cycles of embolism formation and repair in petioles of grapevine (*Vitis vinifera* cv. Chasselas). *Journal of Experimental Botany* **62** (11), 3885–3894.
- Zufferey V., Verdenal T. & Spring J. L. (2019). Indicateurs du statut hydrique de la vigne. *Revue suisse viticulture, arboriculture, horticulture* **51**(3), 190–195.



## L'engrais organique complet à base de fumier de volaille suisse

- Améliore de façon durable la fertilité du sol
- Favorise durablement l'activité du sol
- Renforce la vie microbiologique du sol

Pour les grandes cultures, la culture maraîchère, la viticulture et l'arboriculture. Également disponible pour l'agriculture biologique (FiBL).



# Seuls les sols en bon état produisent des rendements élevés

Contact/Infos: Tél. 058 571 81 35 | [optisol@optisol.ch](mailto:optisol@optisol.ch) | [www.optisol.ch](http://www.optisol.ch)



**Plants Bio**



CH-BIO-006

Preneur de licence  
Bourgeon

- Hybridation
- Sélection
- Développement

Pépinières

# BORIOLI



pour une viticulture durable

***Réservez maintenant vos plants pour 2022 !***

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

**Sauvignac®**  
nouveau cépage  
multi-résistant



Chemin du Coteau 1 • 2022 BEVAIX • Tél. 032 846 40 10 • Tél. 079 240 67 43 • [info@multivitis.ch](mailto:info@multivitis.ch)



Avant-dernier  
épisode  
de notre série  
de quatre articles

## Développement de stratégies durables pour lutter contre les adventices en arboriculture fruitière

### Partie 3: Floraison, rendement, qualité des fruits, minéraux, propriétés de conservation.

Comment les différentes méthodes de lutte contre les adventices influencent-elles la floraison, le rendement et la qualité des pommes? Des essais sur ce sujet ont été réalisés dans le cadre d'un projet Interreg V sur les sites de Wädenswil (CH), du KOB Bavendorf (D) et de Schlachters (D). Les propriétés de stockage des fruits ont également fait l'objet de tests à Weihenstephan (D).

Les deux derniers articles de la série en quatre parties sur la lutte contre les adventices en arboriculture fruitière portent sur les effets de différentes mesures de lutte contre les mauvaises herbes (pour les variantes, voir le tableau 1, *Revue suisse Viticulture, Arboriculture, Horticulture*, 02/2021) sur les conditions du sol, la vie du sol, la dynamique de l'azote et la croissance des arbres.

#### Floraison

Une comparaison de l'intensité de la floraison permet de tirer de premières conclusions sur les effets des différentes méthodes de lutte contre les adventices sur le potentiel de rendement et l'alternance. Dans le cadre du projet, l'intensité de la floraison a été évaluée sur le site de Bavendorf pour les variétés Topaz et Shalimar et à Wädenswil pour la variété Gala Galaxy dans des

vergers en pleine productivité (années de plantation 2009, 2010, 2012) en 2018, 2019 et 2020. Aucune différence significative n'a été constatée entre les différentes variantes de lutte contre les adventices sur les deux sites. Cela signifie que la prolifération des adventices dans les rangées d'arbres ainsi que la stratégie de lutte contre les mauvaises herbes, du moins au cours de la courte période d'essai, n'ont eu aucune influence sur l'intensité de la floraison ou l'alternance des arbres. Conclusion: aucune influence du mode de lutte contre les mauvaises herbes sur la floraison n'a été observée.

#### Rendement par arbre

Sur les sites d'essai de Wädenswil, KOB-Bio et KOB PI, aucune différence significative n'a été constatée entre les stratégies testées en termes de rendement. Même la parcelle sans régulation des adventices, par exemple

dans le verger Gala en pleine productivité, n'a montré aucune perte de rendement à Wädenswil au cours de la période d'essai (tab. 1). De même, aucune différence n'a été constatée entre les différentes variantes d'herbicides à Wädenswil.

Dans la parcelle bio du KOB, un rendement par arbre plus élevé a été déterminé au cours des années d'essai 2018 et 2019 dans la variante «herse rotative seule» (= émotteuse toute l'année) ainsi que dans les variantes combinées, dans lesquelles le dispositif de binage a été utilisé plusieurs fois pendant la saison, et dans la variante avec utilisation régulière de la faucheuse à fils (éclaircisseuse à fils de nylon rotatifs). Dans les variantes de binage, les rendements des arbres étaient en moyenne de 2,0 kg (2018) et 3,5 kg (2019) plus élevés que dans la variante qui était travaillée exclusivement avec la faucheuse à fils entre le printemps et l'automne. Toutefois, ces résultats ne sont pas statistiquement significatifs.

A Schlachters, en revanche, dans la jeune plantation de la variété Jonagold (année de plantation 2017), la parcelle témoin sans lutte contre les adventices a donné des rendements plus élevés de 5 kg par arbre que les autres variantes, alors qu'elle était dans sa troisième année. Ces résultats sont probablement dus au faible rendement de cette variante l'année précédente et ne peuvent donc pas directement être associés à

l'influence des mesures de lutte contre les mauvaises herbes. Toutes les autres variantes, constituées de mesures purement chimiques, purement mécaniques ou combinées, ne se différencient pas en termes de rendement dans cette jeune plantation. La plantation d'essai mise en place en 2018 à Wädenswil avec les variétés Bonita et Gala ne permet pas encore de tirer de conclusions sur le rendement en raison de son âge. Il reste à voir si d'éventuelles différences apparaîtront avec l'âge croissant des plantations à Schlachters et Wädenswil.

Dans la plantation de Schlachters en pleine productivité, la situation était différente avec la variété Fuji (année de plantation 2010, fig. 1). La tendance montre qu'en 2019, la parcelle témoin sans lutte contre les adventices a obtenu le rendement le plus faible par arbre, avec une moyenne de 7,5 kg, en comparaison aux variantes avec application d'herbicides (purement chimique ou combiné) les rendements les plus élevés, avec 12,6 à 13,9 kg. Les rendements des variantes purement mécaniques se situaient entre les deux. Une tendance comparable avait déjà été constatée dans cette plantation l'année précédente. A Schlachters, comme pour les autres sites, aucune différence statistiquement significative n'a pu être constatée entre les stratégies purement chimiques, mécaniques ou combinées dans la plantation en pleine productivité. ➤

**Tableau 1** | Volumes de récolte de 2016 à 2020 dans l'ancienne plantation de Wädenswil, variété Gala Galaxy (kg/arbre ± erreur-type). Aucune différence statistique n'a été constatée entre les variantes au cours d'une année d'essai. Les stratégies ont été adaptées aux autorisations actuelles pendant la période d'essai: Alce et Basta ont été remplacés par de l'acide pélargonique et des acides gras et, après la récolte, par du glyphosate ou par une combinaison entre un herbicide foliaire hormonal et un graminicide. Ces substances actives ne sont pas ou seulement partiellement autorisées en Suisse pour les traitements post-récolte. Lacunes: traitement unique avec un herbicide qui n'est plus approuvé, dont les résultats ne sont plus présentés pour des raisons de clarté.

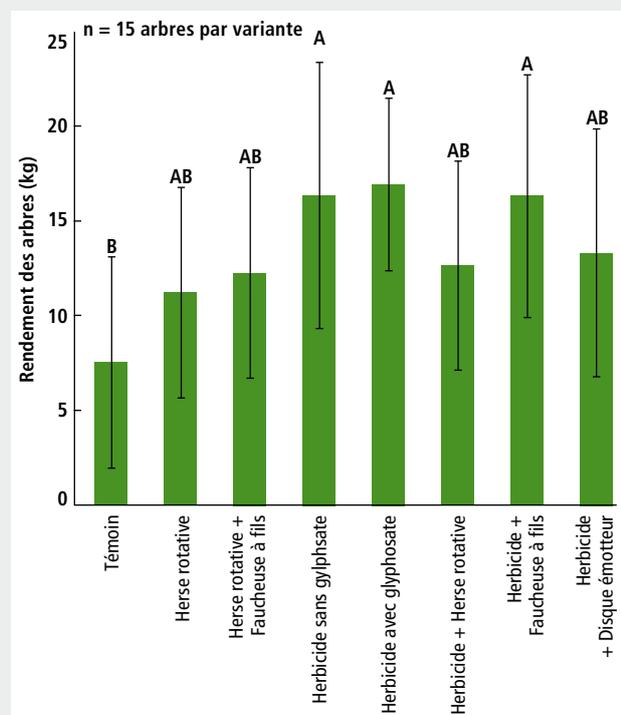
Traitement	2016	2017	2018	2019	2020
Témoin	14,8 ± 1,6	8,5 ± 1,7	12,5 ± 1,2	13,1 ± 0,6	10,8 ± 0,8
Faucheuse à fils solo	15,5 ± 0,5	8,0 ± 2,3	12,7 ± 2,3	15,4 ± 1,4	13,1 ± 1,0
Glyphosate + Faucheuse à fils		8,5 ± 0,7	14,4 ± 2,1	13,4 ± 0,6	11,3 ± 0,8
Glyphosate + glyphosate + glufosinate	16,2 ± 1,6	8,6 ± 1,2	11,3 ± 2,1		
Glyphosate + glyphosate + glyphosate				14,8 ± 0,7	10,7 ± 1,1
Glyphosate + Alce + glufosinate	14,7 ± 1,9	9,8 ± 1,5	12,7 ± 2,7		
Glyphosate + acide pélargonique + Faucheuse à fils				15,6 ± 0,4	12,8 ± 1,2
Glyphosate + oryzalin + glufosinate		9,4 ± 2,3	15,2 ± 1,4		
Glyphosate + oryzalin + herbicides foliaires hormonaux / Select				15,3 ± 1,4	12,3 ± 1,0
Glyphosate + diuron + glufosinate	14,0 ± 1,6	8,3 ± 1,8	14,4 ± 2,1		
Glyphosate + diuron + herbicides foliaires hormonaux / Agil				13,8 ± 0,9	11,8 ± 0,6
Glufosinate + diuron + glufosinate		8,1 ± 1,5	14,9 ± 1,9		
Glyphosate + acides gras + Faucheuse à fils				13,4 ± 1,4	11,3 ± 0,8
Grasskiller solo			13,2 ± 1,5	14,3 ± 1,3	10,5 ± 0,8

Herbicides foliaires hormonaux = MCCP-P + 2,4-D; Alce = terbuthylazine + diuron + glyphosate

Conclusion: dans les jeunes plantations, la lutte contre les adventices peut influencer les rendements. Dans les plantations en pleine productivité, aucune différence significative n'a été mesurée entre les luttes chimique et mécanique contre les mauvaises herbes.

### Calibre des fruits

Il n'y avait pas non plus de différences entre les stratégies dans les plantations de Wädenswil et de KOB (PI et biologique) en termes de calibre des fruits. A Schlachters, la situation était de nouveau différente en 2019: la figure 2 montre les résultats de la jeune plantation de Jonagold (année de plantation 2017). Les variantes purement mécaniques ont eu tendance à donner un nombre plus important de petits fruits (voir barres oranges). Au contraire, la variante herbicide à base de glyphosate ainsi que la variante combinée avec herbicide au printemps et faucheuse à fils pendant l'été ont permis d'obtenir des fruits de plus gros calibre (voir barres jaunes). Toutes les autres stratégies se situaient à peu près entre les deux en termes de taille des fruits. Les résultats suggèrent que, dans cette plantation, une lutte efficace contre les mauvaises herbes, surtout au printemps, grâce à l'utilisation d'herbicides, a eu un effet positif sur la taille des

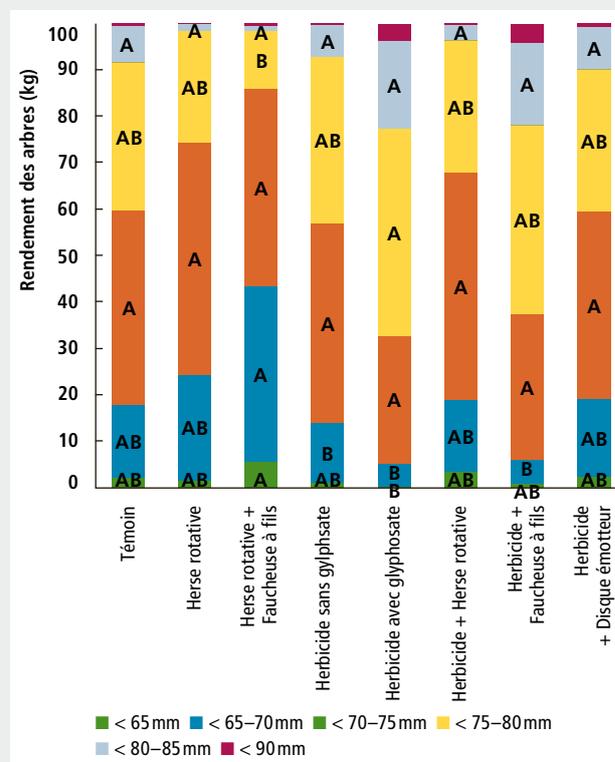


**Figure 1** | Rendement des arbres en fonction de la lutte contre les mauvaises herbes dans la plantation de Fuji en pleine productivité sur le site de Schlachters en 2019. Différentes lettres indiquent des différences statistiquement significatives ( $p < 0,05$ , barre d'erreur = écart-type).

fruits. Cependant, une partie de ces résultats n'est pas statistiquement significative. Dans la plantation de la variété Fuji (année de plantation 2010) en pleine productivité, la parcelle témoin sans lutte contre les adventices a donné des fruits de calibres plus petits que toutes les autres variantes. Résultat: la lutte contre les mauvaises herbes n'a eu que peu d'influence sur la taille des fruits.

### Coloration des fruits

Comme on pouvait s'y attendre, la coloration des fruits dépendait principalement de la charge en fruits et de l'âge de la plantation, et moins des mesures de lutte contre les mauvaises herbes mises en place. A Wädenswil par exemple, conformément aux résultats obtenus pour l'intensité de la floraison, le rendement et la taille des fruits, aucune différence de coloration n'a été observée entre les stratégies de lutte contre les mauvaises herbes ayant fait l'objet de tests. A Schlachters également, aucune différence de coloration n'a pu être constatée entre les jeunes arbres de Jonagold qui ont bénéficié d'une bonne luminosité,



**Figure 2** | Influence des différentes stratégies de lutte contre les mauvaises herbes sur la répartition du calibre des fruit à la récolte pour la variété Jonagold (année de plantation 2017) en 2019 (proportion en pourcentage du poids dans les différentes catégories de taille). Les différentes lettres indiquent des différences statistiquement significatives au sein des différentes catégories ( $p < 0,05$ ).

alors que la plantation était dans sa deuxième ou troisième année. En revanche, dans la plantation de Fuji en pleine productivité, une proportion plus élevée de fruits de la catégorie de coloration 80–100% a été relevée dans la parcelle témoin sans lutte contre les adventices, avec une charge en fruits plus faible.

Dans la plantation biologique du KOB, un pourcentage plus élevé de fruits d'une coloration de 80 à 100% a pu être relevée en 2018 et 2019 pour la variété Shalimar dans la variante «herse rotative + faucheuse à fils à partir du printemps», avec généralement une charge en fruits plus réduite. Dans la parcelle PI du KOB, un pourcentage un peu plus élevé de coloration a été observé, en particulier dans les variantes «disque émotteur toute l'année» et «herse rotative + faucheuse à fils» (fig. 3). Ici comme à Schlachters, la parcelle témoin présentait un pourcentage plus élevé de fruits bien colorés. En résumé, aucune influence générale de la lutte contre les mauvaises herbes n'a été constatée en ce qui concerne la coloration des fruits.

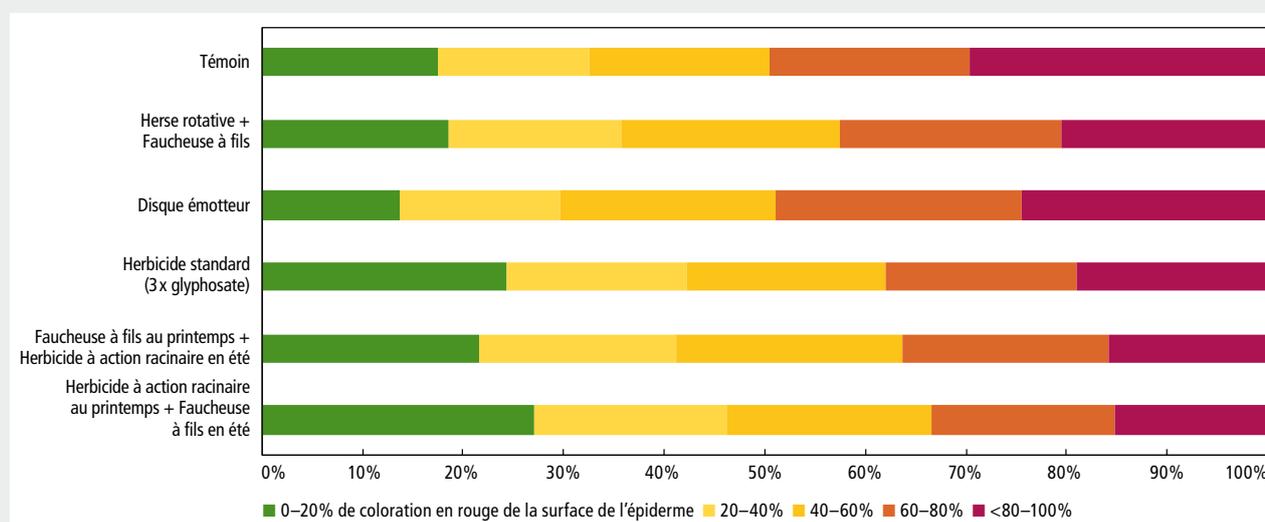
### Teneurs en minéraux à la récolte

Afin de pouvoir se prononcer sur l'influence de la lutte contre les mauvaises herbes sur la teneur en minéraux des fruits, les pommes de Schlachters et de Bavendorf ont été analysées après la récolte pour déterminer leur teneur en potassium, calcium, magnésium et phosphore. Au KOB, on n'a pu constater aucune différence entre les stratégies en ce qui concerne la teneur en minéraux. Il en va de même pour la variété Fuji de la plantation en pleine productivité de Schlachters. Les seules différences constatées concernent la teneur en potassium dans la jeune plantation à Schlachters. En 2018, la variante herbicide avec glyphosate présentait la teneur en potassium la plus élevée, tandis que les variantes «herbicide + faucheuse à fils» et «herbicide + herse rotative» affichaient les teneurs les plus faibles (tab. 2).

La situation était similaire en 2019, la variante «herse rotative + faucheuse à fils» présentant également la plus forte teneur en calcium. Les résultats ne permettent pas de déterminer clairement dans quelle

**Tableau 2** | Teneur en minéraux de la variété Jonagold à la récolte 2018 à Schlachters (MF = matière fraîche).

	Calcium [mg Ca/100 g MF]	Magnésium [mg Mg/100 g MF]	Potassium [mg K/100 g MF]	Phosphore [mg P/100 g MF]	Rapport K/Ca
Témoin	3,5 a	5,5 a	123,3 ab	13,4 a	35,1 ab
Herse rotative solo	4,1 a	5,3 a	107,3 ab	11,7 a	26,6 ab
Herse rotative + Faucheuse à fils	4,1 a	5,0 a	94,0 b	9,9 a	22,9 b
Herbicide sans glyphosate	3,7 a	5,4 a	110,5 ab	11,5 a	30,2 ab
Herbicide avec glyphosate	3,4 a	5,7 a	124,9 a	12,5 a	36,6 a
Herbicide + Herse rotative	4,0 a	5,3 a	99,0 b	10,5 a	25,3 ab
Herbicide + Faucheuse à fils	4,0 a	5,2 a	106,6 ab	11,7 a	27,7 ab
Herbicide + Disque émotteur avec étoile bineuse	3,6 a	5,4 a	104,3 ab	10,7 a	29,4 ab



**Figure 3** | Répartition de la coloration rouge de la variété Topaz sur le site du KOB (moyennes des années 2018 et 2019).

mesure ceci peut être attribué à la concurrence exercée par les mauvaises herbes ou à d'éventuelles différences en termes de charge en fruits. L'important est de savoir si les différences de teneurs en minéraux ont un effet sur la conservation des fruits. Conclusion: sur un site, des différences de teneurs en potassium et en calcium ont été constatées entre les différentes variétés.

### Qualité des fruits à la récolte et propriétés de conservation

Lors de la récolte, la fermeté, la décomposition de l'amidon ainsi que la teneur en sucre et l'acidité des fruits ont été analysés. Aucune différence n'a été constatée entre les variantes sur aucun des sites. Par conséquent, la concurrence plus élevée pour l'eau (*Revue suisse Viticulture, Arboriculture, Horticulture*, 01/2021) et les nutriments (*Revue suisse Viticulture, Arboriculture, Horticulture*, 02/2021) dans les variantes enherbées en permanence «témoin» et «faucheuse à fils seule» n'a eu aucun effet sur la qualité interne du fruit par rapport aux autres variantes.

Afin d'étudier les effets possibles sur les propriétés de conservation, les pommes de la station d'essais de Schlachters ont été stockées dans un entrepôt frigorifique à 1°C pendant quatre ou cinq mois. Après le déstockage, les fruits ont de nouveau été analysés afin de déterminer leur qualité ainsi que les dommages parasitaires et physiologiques causés par le stockage. En ce qui concerne les fluctuations qualitatives après le stockage (dégradation de la fermeté, perte d'acidité, changement de la teneur en sucre), il n'y avait pas de différences entre les variantes de traitement. En ce qui concerne les dommages inhérents au stockage, les pommes provenant d'arbres de la parcelle témoin, c'est-à-dire sans régulation des adventices, étaient ceux qui, étonnamment, présentaient la plus grande proportion de fruits sains ainsi que la plus faible proportion de noircissement intérieur lié à l'âge. Conclusion: le mode de lutte contre les mauvaises herbes n'a eu aucune influence sur la qualité interne des fruits et la durée de conservation des pommes dans les essais.

### Résumé des trois ans de projet

Le projet a montré que les différentes mesures de lutte contre les mauvaises herbes, par exemple en fonction de leur efficacité et de la concurrence associée, peuvent influencer les conditions du sol ainsi que la dynamique des nutriments. En termes de rendement et de qualité des fruits cependant, les stratégies de lutte contre les adventices ne différaient guère dans les essais. Sur ces points importants, aucune différence majeure entre les stratégies chimiques, méca-

niques ou combinées n'a été observée, ou seulement sur des sites isolés. Il faut garder à l'esprit que les résultats décrits sont le fruit de deux ou trois années d'essais au maximum. Il serait nécessaire de faire des essais supplémentaires sur plusieurs années, notamment pour étudier l'influence de la lutte contre les mauvaises herbes sur l'alternance, le rendement et la qualité des fruits, car les différences peuvent n'apparaître qu'après plusieurs années.

En outre, les essais montrent clairement que l'évaluation des différents procédés de lutte contre les adventices dépend des conditions du site (météo, état du sol, pression des mauvaises herbes, etc.) ainsi que de l'âge de la plantation. En particulier dans les jeunes plantations, une lutte «trop laxiste» contre les adventices peut rapidement avoir des effets négatifs sur la croissance des arbres et donc sur leurs futurs rendements, notamment en raison du volume encore faible des racines des jeunes arbres.

Les essais réalisés en Allemagne et en Suisse ont confirmé que la lutte contre les mauvaises herbes est une mesure culturale indispensable. Même si les parcelles non traitées ne différaient pas des parcelles testées sur les différents sites, des pertes de rendement et, surtout, une augmentation de la présence de campagnols ont été observées dans d'autres essais lorsque les rangées d'arbres n'étaient pas entretenues.

Le prochain numéro de la *Revue suisse Viticulture, Arboriculture, Horticulture* comprendra un dernier article qui traitera des aspects économiques de la lutte contre les mauvaises herbes. ■

**En raison des réactions aux deux premiers articles, nous avons renommé deux machines: émotteuse --> herse rotative éclaircisseuse à fils de nylon rotatifs --> faucheuse à fils**

#### Les auteurs

Johannes WERTH<sup>1</sup> et Thomas KUSTER<sup>2</sup>

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

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

#### En collaboration avec

Dominikus KITTEMANN et Michael BECK, Haute Ecole Weihenstephan-Triesdorf HSWT, Allemagne

Esther BRAVIN, Agroscope, Suisse

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



## LA GAMME DE MACHINES À VENDANGER

ALLIANT PRODUCTIVITÉ ET CONFORT.

### SÉRIE OPTIMUM

- Une ergonomie Premium
- Une maniabilité record
- Un circuit de récolte révolutionnaire
- Un entretien sans effort
- Multifonction sur quatre saisons

### SÉRIE GRAPES' LINE

- Capacité de récolte similaire à l'automotrice
- De nombreuses aides à la conduite
- Un entretien sans effort
- Une qualité de tri inégalée
- Un investissement réduit de moitié par rapport à l'automotrice

LA NATURE EST NOTRE MOTEUR

 [www.pellenc.com](http://www.pellenc.com)

**PELLENC**

## ETICOLLE LE LABEL ROMAND

**Profondément enraciné dans le terroir romand, Eticolle habille depuis un quart de siècle les plus belles bouteilles de centaines de producteurs helvétiques.**

Principale interface entre le producteur et le consommateur, l'étiquette doit tout à la fois attirer l'œil et convoyer des valeurs de qualité, d'authenticité et de convivialité. Depuis 1993, Eticolle relève ce défi auprès d'un millier de clients répartis dans toute la Suisse.

Bouteilles de bière et de jus de fruits côtoient les vins helvétiques qui représentent le cœur de métier de cette entreprise romande. La liste des flacons ornés des étiquettes autocollantes imprimées à Sierre n'a cessé de s'allonger durant les vingt-cinq dernières années. Ce qui a permis à la petite entreprise de quatre employés de se transformer en une société dynamique d'une vingtaine de collaborateurs. Sous la direction de Laurent Luyet, Eticolle métamorphose aujourd'hui 600'000 m<sup>2</sup> de papier – en 2500 km (grosso modo la distance entre Zurich et Moscou) linéaires d'étiquettes par année.

Le succès d'Eticolle n'a toutefois pas été synonyme d'éloignement et de relocalisation. En 2020, comme en 1993, le site de production, les salariés et les dirigeants d'Eticolle prospèrent à Sierre, au cœur du vignoble valaisan.

Même les machines d'impression ultramodernes – permettant l'ennoblissement de dorure à chaud, gaufrage et l'application de divers vernis (qui confèrent volume et dimension tactile au papier) – sont fabriquées dans le canton de Saint-Gall. Ce patriotisme économique ne constitue pas uniquement une garantie de savoir-faire et de précision typiquement helvétiques. Il apporte aussi une cohérence à des produits d'Appellation d'origine contrôlée qui sont le reflet d'un terroir local mis en valeur par une tradition séculaire.



**ETICOLLE**

ETICOLLE SA - Technopôle - 3960 Sierre

Tél. 027 452 25 26 - [www.eticolle.ch](http://www.eticolle.ch)

## Dynamique des symptômes dus à la punaise marbrée sur les cerises et les pommes

Originnaire d'Asie, la punaise marbrée (*Halyomorpha halys*) a été observée pour la première fois en Suisse en 2004. Elle a entraîné ces dernières années des dégâts croissants à de nombreuses plantes hôtes, dont d'importantes cultures fruitières. Bien que les cerisiers et les pommiers fassent partie des plantes hôtes connues de l'espèce, il n'existe pratiquement pas de descriptions détaillées des symptômes sur ces fruits. Les recherches décrites ici ont été réalisées dans le cadre d'un travail de bachelor et avaient pour objectif d'identifier ces symptômes et d'observer leur évolution au cours d'une saison.

### *Halyomorpha halys*: une nouvelle menace pour les cultures fruitières en Suisse

*Halyomorpha halys* est un insecte ravageur invasif, originaire de Taïwan, du Japon et de Corée. Après s'être répandue en Amérique du Nord dans les années 1990, l'espèce est apparue en Suisse pour la première fois en 2004. Depuis, elle s'est également signalée dans plusieurs pays d'Europe, dont la France, l'Italie, l'Allemagne et la Grèce. On considère généralement que des introductions involontaires par l'homme sont la principale cause de propagation (Haye et al. 2014).



*Halyomorpha halys* appartient à la famille des Pentatomidae. L'espèce passe l'hiver au stade adulte, souvent dans des structures artificielles ou des bâtiments. Les adultes hibernants redeviennent actifs en avril et pondent les œufs de la première génération à partir de juin (exemple du monitoring 2020, fig. 1). De l'œuf à l'insecte adulte, les punaises passent par cinq stades

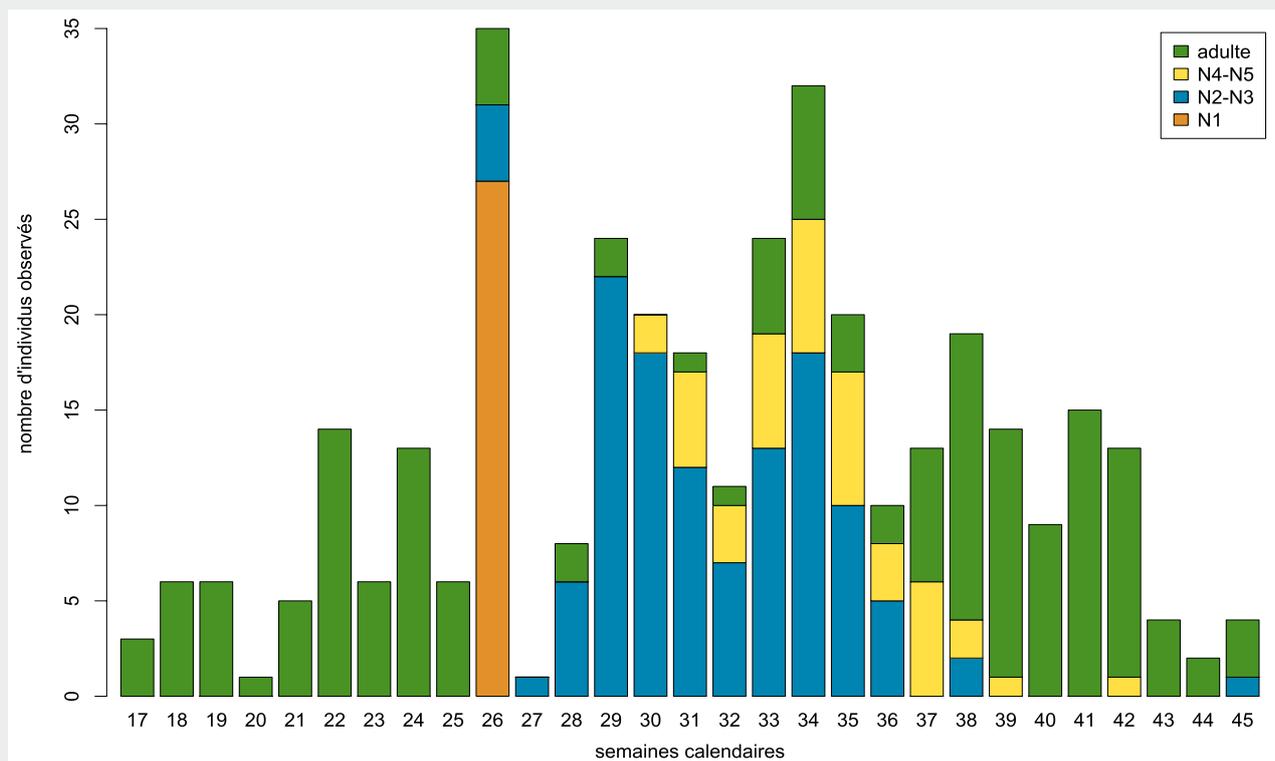


Figure 1 | Nombre de *H. halys* observés à Wädenswil en 2020 (N = stade nymphal).

nymphaux. En Suisse, au nord des Alpes, on n'observe généralement qu'une génération complète par année, mais deux générations sont possibles lorsque les conditions sont plus chaudes (Haye *et al.* 2014).

*Halyomorpha halys* est très polyphage. Plus de 100 plantes hôtes ont ainsi été documentées à l'échelle mondiale. Parmi elles, on compte des arbres fruitiers, tels que les cerisiers et pommiers, mais on observe également des dommages sur des baies, des arbres forestiers, des légumes – haricots et concombres notamment – et dans des cultures de plein champ. Les nymphes comme les adultes se nourrissent de fruits, bourgeons, feuilles et tiges, détruisant ainsi les structures cellulaires autour du canal de piqûre. En 2010, la United States Apple Association a documenté des dégâts dépassant les 37 millions de dollars américains dans des vergers de pommes (Lee *et al.* 2013).

En Suisse, des dégâts économiques importants ont été rapportés pour la première fois en 2015 dans des cultures maraîchères du Tessin; deux ans plus tard, d'autres dégâts étaient signalés dans des vergers des cantons de Zurich et de Thurgovie (Kehrli *et al.* 2018). Selon les estimations de Fruit-Union Suisse, les dégâts en arboriculture ont atteint leur paroxysme en 2019, dépassant les 3 millions de francs (Fruit-Union Suisse 2019). Ce sont principalement les vergers de poires et quelques vergers de pommes de Suisse centrale et nord-orientale qui ont été touchés.

#### Méthode expérimentale sur cerises et pommes

Bien que les cerisiers et les pommiers soient des plantes hôtes connues de *H. halys*, il n'existe pratiquement aucune étude décrivant les symptômes sur ces fruits. Cet essai avait donc pour objectif de documenter la progression des dégâts causés par *H. halys* sur les cerises et les pommes. Une vue d'ensemble de l'évolution temporelle des symptômes au cours de la saison permet de mettre en œuvre en temps utile des mesures ciblées de surveillance et de protection des plantes.

L'essai a été réalisé à la station expérimentale d'Agroscope à Wädenswil, sur des cerises Sweetheart et des pommes Gala Galaxy. Les punaises utilisées lors de l'essai ont été collectées à Zurich et multipliées en laboratoire. Nous leur avons ensuite exposé des fruits afin de pouvoir observer les symptômes développés: pour ce faire, nous avons déposé trois à cinq punaises sur des rameaux porteurs de fruits, avant de les mettre sous filet. Après deux semaines, nous avons enlevé les punaises et refermé le filet autour des branches pour éviter que d'autres insectes n'endommagent les fruits. Ces expositions ont été menées de début juin à la date de cueillette, couvrant les stades

de développement BBCH 81-87 pour les cerises et BBCH 74-89 pour les pommes. Nous avons observé et photographié les symptômes, de manière hebdomadaire, jusqu'au moment de la récolte. Après la récolte, nous avons ouvert les fruits afin d'identifier les dégâts apparus dans la pulpe.

#### Symptômes sur les cerises

Sur les cerises, les premiers symptômes visibles sont les petites blessures rondes laissées par les piqûres (fig. 2A). Elles sont souvent difficiles à déceler, en particulier lorsque les fruits sont déjà bien colorés. Il s'agit exclusivement de dégâts survenus peu avant

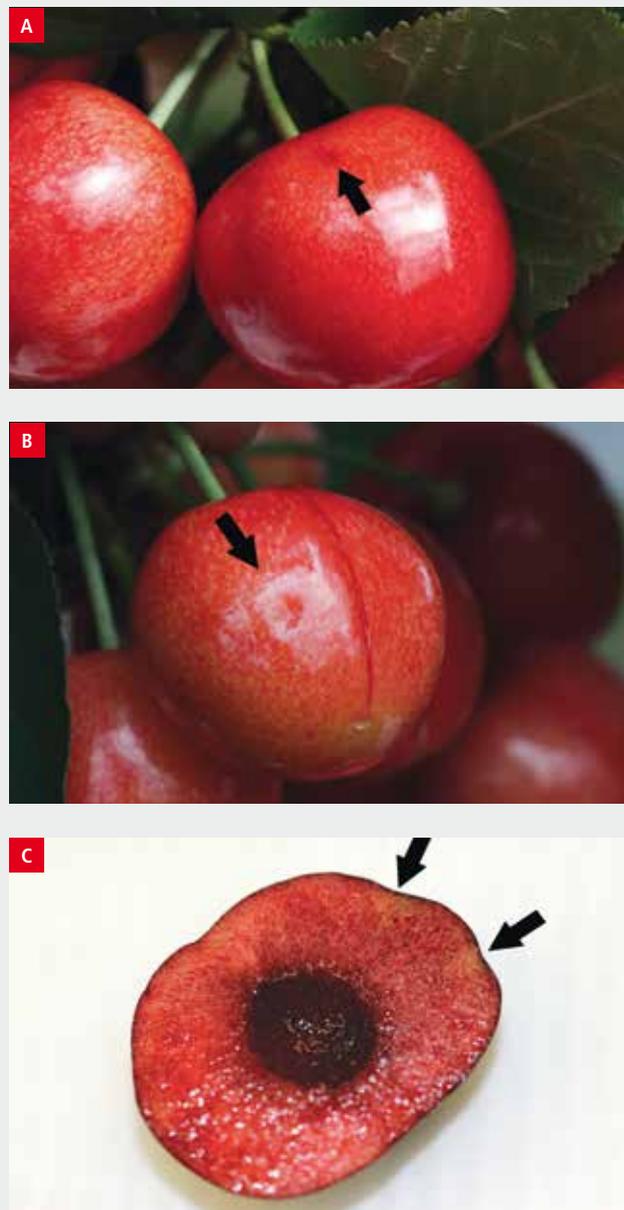


Figure 2 | Dégâts provoqués par *H. halys* sur des cerises: A) Piqûre, B) Boursofflure, C) Décoloration jaunâtre de la pulpe.

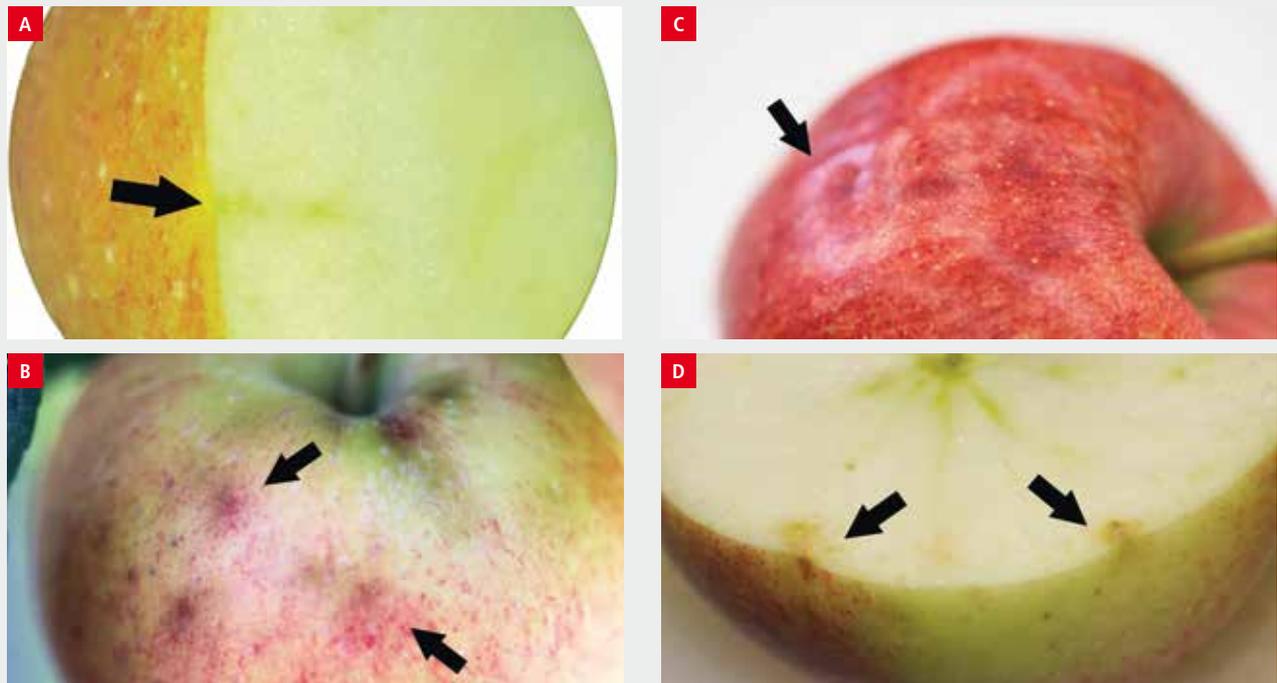


Figure 3 | Dégâts provoqués par *H. halys* sur des pommes: A) Canal de piqûre vu au microscope, B) Taches foncées à la surface du fruit C) Boursoufflures, D) Coloration de la pulpe.

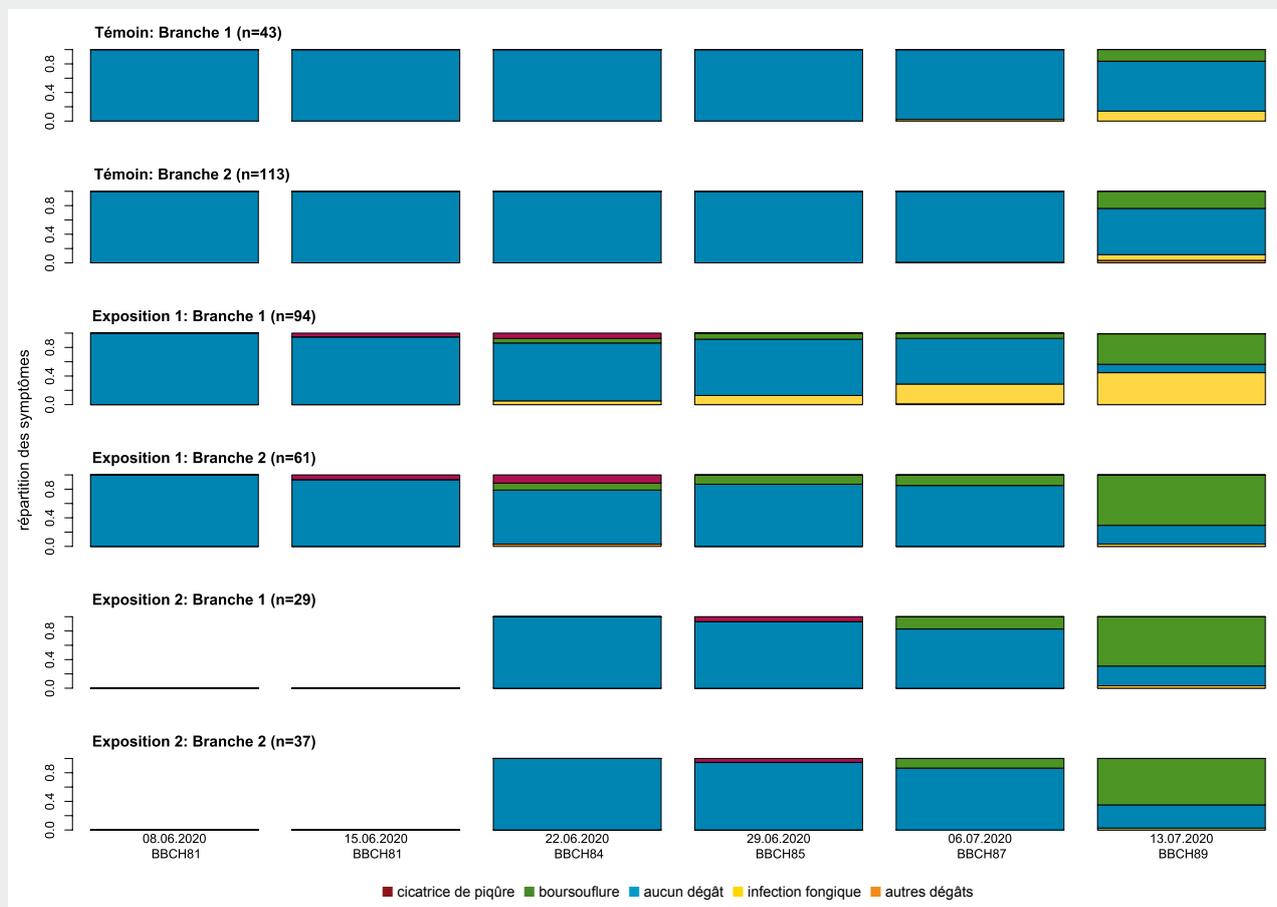


Figure 4 | Répartition des symptômes sur les cerises. Période d'exposition des fruits aux punaises: Témoins: aucune punaise sur les fruits, Exposition 1: 8 au 22 juin 2020, Exposition 2: 22 juin au 2 juillet 2020 (n = nombre de cerises).

le contrôle visuel. Avec le temps, la pulpe s'enfoncé autour des points de piqûre et des boursouflures apparaissent à la surface des fruits (fig. 2B). Ce symptôme se développe généralement en moins d'une semaine. A mesure que l'on s'éloigne de la date de piqûre, les dépressions s'élargissent et, en trois semaines au maximum, les boursouflures atteignent 3 mm de diamètre. Il est donc possible visuellement d'estimer grossièrement l'âge du dommage, plus le diamètre des boursouflures est grand, plus les dégâts sont anciens (fig. 4).

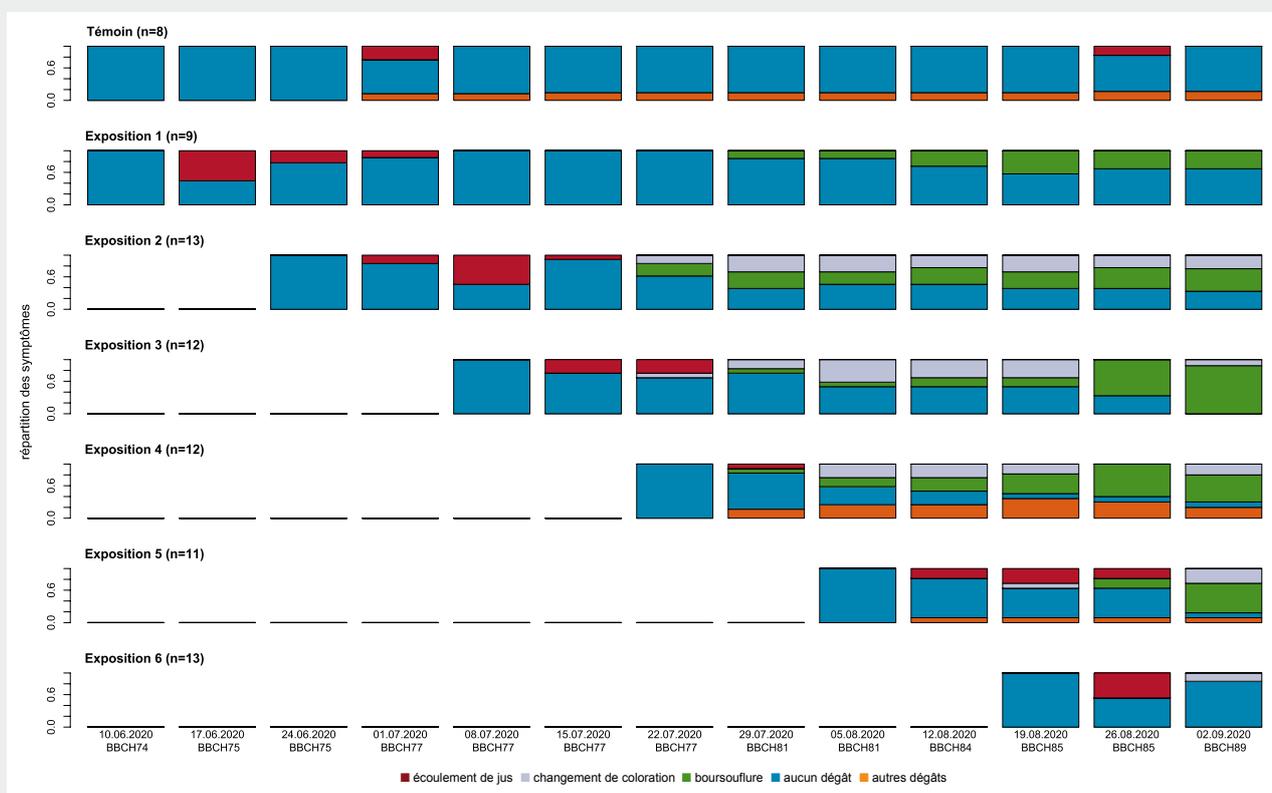
Lors de la récolte, la pulpe des fruits présente une décoloration jaunâtre au-dessous des cicatrices visibles en surface – plus la décoloration est prononcée et étendue, plus l'atteinte est ancienne (fig. 2C). Nous n'avons observé aucun dégât interne qui ne soit sous-jacent à un symptôme externe clairement visible. Un contrôle des symptômes visibles de l'extérieur devrait par conséquent suffire pour estimer l'étendue des dégâts.

Des études menées en Italie ont montré que les cerises endommagées par *H. halys* présentent un risque plus élevé d'infection secondaire par des champignons phytopathogènes (Moore *et al.* 2019). Ce lien n'a cependant pas pu être confirmé lors de l'essai de 2020,

seul un des rameaux examinés ayant subi une attaque fongique plus marquée.

### Symptômes sur les pommes

Sur les pommes, les blessures récentes passent pratiquement inaperçues. Il est très rare, à l'ouverture des fruits, que le canal de piqûre soit visible au microscope (fig. 3A). Le premier symptôme observé est généralement un écoulement de jus. Ce symptôme ne suffit pas à poser un diagnostic, car il apparaît sporadiquement sur des fruits qui n'ont pas été en contact avec des punaises. Des atteintes plus anciennes sont reconnaissables à la coloration plus foncée ou à l'apparition de boursouflures autour des points de piqûre (fig. 3B et 3C). Sur les pommes, l'évolution temporelle des symptômes est beaucoup moins cohérente que sur les cerises. Les premières boursouflures et les changements de coloration apparaissent, selon le groupe d'essai, entre une et sept semaines après l'exposition aux punaises (fig. 5). L'essai n'a pas permis de dégager un schéma clair de l'apparition des différents symptômes en fonction des périodes d'exposition. Les piqûres ne se sont pas systématiquement accompagnées d'un changement de coloration. Les dégâts plus anciens ont



**Figure 5 | Répartition des symptômes sur les pommes. Période d'exposition des fruits aux punaises :**

Témoins : aucune punaise sur les fruits, Exposition 1 : 10 au 24 juin 2020, Exposition 2 : 24 juin au 8 juillet 2020, Exposition 3 : 8 au 22 juillet 2020, Exposition 4 : 22 juillet au 5 août 2020, Exposition 5 : 5 au 19 août 2020, Exposition 6 : 19 août au 2 septembre 2020 (n = nombre de pommes).

généralement été plus faciles à déceler que les plus récents. Une étude menée aux Etats-Unis a mis en évidence une augmentation des dégâts visibles dans les fruits stockés: des dégâts internes – coloration plus foncée – sont apparus au-dessous des symptômes visibles en surface (fig. 3D). Cette coloration plus foncée de la pulpe s'est généralement accentuée avec le temps, tout comme celle des cicatrices externes. Tous les dégâts internes se sont limités aux 5 mm les plus superficiels de la pulpe (Bergh *et al.* 2019).

### Confusions possibles

Un essai similaire, mené en 2009 avec la punaise à pattes rousses (*Pentatoma rufipes*) dans des vergers de poires et d'abricots, a décrit des symptômes comparables. Les piqûres de cette punaise indigène ont entraîné des déformations, notamment sur les poires. Les mêmes symptômes pourraient d'ailleurs être induits par une simple piqûre d'aiguille. Il est donc vraisemblable que les dégâts provoqués par *H. halys* ne puissent être distingués de ceux imputables à d'autres espèces de punaises (Kehrli *et al.* 2011). Les boursouffures apparues sur les cerises au cours de l'essai présentent des similitudes avec les dégâts provoqués par l'anthonome du cerisier (Höhn & Stäubli 1989). Cependant, la cicatrice de morsure laissée par l'anthonome du cerisier est généralement plus large et plus visible que le canal de piqûre des punaises.

Sur les pommes, la maladie des taches amères peut entraîner des symptômes similaires dans la pulpe des fruits (Höhn *et al.* 2007).

Dans l'essai décrit ici, les dégâts n'ont été induits et observés qu'à partir de juin. On ne peut par conséquent tirer aucune conclusion sur les dégâts provoqués dès le printemps par les premières punaises adultes. En 2018 et 2019, lors de contrôles phytosanitaires, des déformations sévères sur des pommes ont été constatées, vraisemblablement suite à des infestations très précoces de punaises. Des dégâts comparables ont également été observés sur des cerises. Ces déformations provoquées par des piqûres peu après la floraison, à des stades très précoces du développement des fruits, avaient déjà été décrites pour les poires (Kehrli *et al.* 2011).

### Un premier jalon pour le diagnostic et la surveillance de *H. halys*

Les symptômes observés dans cette étude correspondent en grande partie à ceux ressortant d'études menées aux Etats-Unis et en Italie, même si la sévérité des symptômes varie dans une certaine mesure. Cela permet un diagnostic fiable des dommages causés

par des punaises et est essentiel pour une surveillance fiable et le développement de stratégies de lutte efficaces. ■

#### Les auteurs

Hanna NEUENSCHWANDER, EPF Zurich  
Barbara EGGER, Agroscope Wädenswil  
E-mail: barbara.egger@agroscope.admin.ch

#### Remerciements

Nous remercions ici Dominique Mazzi pour la supervision du travail de bachelor et pour sa contribution à cet article.

#### Bibliographie

- Bergh, J. C., S. V. Joseph, B. D. Short, M. Nita & T. C. Leskey (2019). Effect of pre-harvest exposures to adult *Halyomorpha halys* (Hemiptera: Pentatomidae) on feeding injury to apple cultivars at harvest and during post-harvest cold storage. *Crop Protection* **124**, 104872.
- Haye, T., S. Abdallah, T. Garipey & D. Wyniger (2014). Phenology, life table analysis and temperature requirements of the invasive brown marmorated stink bug, *Halyomorpha halys*, in Europe. *Journal of Pest Science* **87**, 407–418.
- Haye, T., T. Garipey, K. Hoelmer, J.-P. Rossi, J.-C. Streito, X. Tassus & N. Desneux (2015). Range expansion of the invasive brown marmorated stinkbug, *Halyomorpha halys*: an increasing threat to field, fruit and vegetable crops worldwide. *Journal of Pest Science* **88**, 665–673.
- Höhn, E., S. Gabioud, B. Zoller & J.-P. Siegrist (2007). Maladies physiologiques d'entreposage des pommes et des poires. *Schweizer Zeitschrift für Obst- und Weinbau* **20**.
- Höhn, H., & A. Stäubli (1989). Teigne des fleurs du cerisier – Anthonome du cerisier. Agroscope fiche 123.
- Kehrli, P., D. Pasquier & H. Höhn (2011). Die Rotbeinige Baumwanze, ein sporadisch auftretender Schädling im Obstbau. *Schweizer Zeitschrift für Obst- und Weinbau* **147** (4), 10–13.
- Kehrli, P., D. Zwahlen & S. Fischer (2018). La punaise marbrée, un nouveau ravageur émergent. *Revue suisse Viticulture, Arboriculture, Horticulture* **50**, 70–72.
- Lee, D.-H., B. D. Short, S. V. Joseph, J. C. Bergh & T. C. Leskey (2013). Review of the biology, ecology and management of *Halyomorpha halys* (Hemiptera: Pentatomidae) in China, Japan and the Republic of Korea. *Environmental Entomology* **42**, 627–641.
- Moore, L., P. Tirello, D. Scaccini, M. D. Toews, C. Duso & A. Pozzebon (2019). Characterizing damage potential of the brown marmorated stink bug in cherry orchards in Italy. *Entomologia Generalis* **39**, 271–283.
- Fruit-Union Suisse (2019). [www.swissfruit.ch/fr/infothek/les-punaises-causent-des-degats-se-chiffrent-en-millions](http://www.swissfruit.ch/fr/infothek/les-punaises-causent-des-degats-se-chiffrent-en-millions)



## 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)

# Nimrod®

## Un spécialiste de l'oïdium unique en son genre

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




Plus d'informations sous [www.syngenta.ch](http://www.syngenta.ch)  
Utilisez les produits phytosanitaires avec précaution. Avant toute utilisation, consulter les indications sur l'emballage.

TM

**ACTION POMPES ENOVENETA JUIN 2021 RABAIS 20%**



Industriestrasse 12 – 3970 Salgesch  
Tél : 027 456 33 05 – 079 428 99 29  
[ab.avidorvs@bluewin.ch](mailto:ab.avidorvs@bluewin.ch)

<p><b>Pompe Mono</b> Variateur et inverter, raccords DIN 50 Stop sec, by-pass</p> <p>T 715, 15-60 hl T 716, 30-110 hl</p>	<p><b>6'560</b> <b>7'350</b></p>		<p><b>Pompe mono de décuvage</b> Trémie large en inox, sonde stop sec, 4 roues Dont 2 pivotantes, Raccord DIN 100</p> <p>T 608 8-10 tonnes/heure T 609 20-25 tonnes/heure</p>	<p><b>8'545</b> <b>9'995</b></p>		<p><b>Pompe à membrane</b> 1 vitesse, charriot et corps inox, rotor En plastic alimentaire de haute qualité By-pass, Raccord DIN 40</p> <p>T 40, 80 hl/h</p>	<p><b>1'470</b></p>		<p><b>Pompe à membrane</b> Avec inverter, variateur de vitesse, électr. By-pass, châssis et corps en inox Raccords DIN 40</p> <p>T 40, 15-80 hl/h T 60, 60-190 hl/h avec variateur mécanique</p>	<p><b>2'905</b> <b>3'605</b></p>	
			<p><b>Pompe péristaltiques</b> Châssis et corps inox, rotor avec galets A pression réglables, variateur de vitesse, Inverseur, 2 cloches anti-bélier</p>								
			<p><b>Flotation Floatclear</b> Réglage facile, châssis et corps inox, Raccords DIN 40 / 50</p> <p>CC 100, 80-100 hl/h (petites quantités possibles) CC 200, 150-200 hl/h</p>	<p><b>8'115</b> <b>9'680</b> <b>855</b> <b>12'310</b></p>							
			<p><b>Options pour toutes les pompes</b></p> <p>Radiocommande à distance Raccords inox sur mesure (Friedrich etc.) Autres modèles sur demande</p>	<p><b>950</b></p>							
			<p><b>Conditions de vente :</b> Livraison juillet 2021, paiement 50 % à la commande, 50 % à 30 jours De la livraison, Garantie 2 ans <b>Rabais 20 % sur prix affiché H.T</b></p>								
			<p><b>ATTENTION ; toutes pompes disponibles chez nous</b></p>								



Industriestrasse 12 – 3970 Salgesch Tél : 027 456 33 05 – 079 428 99 29 / [ab.avidorvs@bluewin.ch](mailto:ab.avidorvs@bluewin.ch)



**Pépinières viticoles**

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

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

**JEAN-PAUL GAUD SA**  
BOUCHON OENOTECHNIQUE



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

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

**Baldinger** [www.baldinger.biz](http://www.baldinger.biz)  
044 806 80 80



Préservation de l'intensité et la longévité des arômes

Améliore la maturité phénolique

**LaVigne™**

## Divers risques – une solution!

**LANDOR**

Le silicium est le deuxième élément le plus présent de la croûte terrestre, mais sous une forme qui n'est pas disponible pour les plantes. Il a été démontré que les plantes absorbent bien le silicium sous forme d'acide silicique par fertilisation foliaire.

Dans la plante, le silicium sert de matériau de construction pour les parois cellulaires et la couche de cire sur les feuilles. Grâce à une couche de cire plus dense, la plante perd moins d'eau en cas de sécheresse et de forte chaleur. Elle sert aussi de protection contre les rayons UV et le gel. Des études ont démontré une amélioration de la transportabilité et de la capacité de stockage ainsi qu'une meilleure stabilité des cultures suite à l'utilisation de silicium.

Le fait que le silicium aide à lutter contre les dommages causés par les champignons et les insectes n'est pas seulement lié à une meilleure stabilité, car le silicium agit aussi comme un messenger qui active les défenses immunitaires.

Le produit **LANDOR Silifer** est un engrais liquide contenant 2% de fer (sous forme de chélate EDTA) et 16,5% de silice stabilisée.

La formule unique de **LANDOR Silifer** garantit une absorption rapide et une grande disponibilité du silicium pour les plantes. En raison de son pH presque neutre, il est miscible avec les produits phytosanitaires courants.

L'application de **LANDOR Silifer** permet de réduire la tolérance de la plante aux facteurs de stress, de préserver le rendement dans des conditions de croissance défavorables et d'améliorer la durée de conservation et la qualité des produits récoltés.

Pour un conseil personnalisé, veuillez contacter votre conseiller **LANDOR**.  
**LANDOR fenaco** société coopérative  
1200 Zeichen

Conseils gratuits par téléphone 0800 80 99 60  
[www.landor.ch](http://www.landor.ch)





## Nouveau projet de vin durable commercialisé en grandes surfaces

**Depuis le 30 avril 2021, les deux partenaires Denner et IP-Suisse lancent un nouveau projet: ensemble, ils s'engagent en faveur d'une viticulture durable en Suisse. Les premiers vins portant le label de durabilité IP-Suisse sortiront en 2022, en exclusivité chez Denner, renommé pour son offre en produits porteurs de ce label.**

Suite à une proposition du WWF Suisse il y a trois ans, ce projet tourné vers l'avenir a été développé par IP-Suisse, Denner et en collaboration avec la Station Ornithologique de Sempach. Le programme poursuit principalement deux objectifs.

- 1) La réduction des produits phytosanitaires en limitant la quantité et les produits autorisés et en réglementant strictement leur utilisation.
- 2) La promotion de la biodiversité grâce à l'enherbement, ainsi que l'aménagement de surfaces de promotion de la biodiversité dans les vignobles. La mise en œuvre s'effectue selon un système de points développé par IP-Suisse en collaboration avec

la Station ornithologique suisse de Sempach. Il comprend douze mesures obligatoires ainsi que d'autres mesures visant à protéger les ressources naturelles et à promouvoir la biodiversité. Les vigneronnes doivent obtenir au moins seize points pour pouvoir attribuer à leurs vins le label de durabilité IP-Suisse, la coccinelle.

Denner est l'un des principaux commerçants de vin en Suisse et souhaite assumer une responsabilité particulière envers les consommateurs et les producteurs. A ce titre, Denner s'est fixé pour objectif de promouvoir une viticulture respectueuse de l'environnement et lance cet ambitieux programme avec IP-Suisse. A cette heure, quatre entreprises ont relevé le défi, réparties aux quatre coins du pays: Schenk SA (VD), Cave de la Côte (VD), Rimuss & Strada (Suisse orientale) et Jean-René Germanier (VS).

Les personnes qui s'intéressent à ce projet peuvent s'adresser à IP-Suisse. ■

Photo: Markus Jenny

## Des thématiques de recherche dans l'air du temps!

Malgré les contraintes sanitaires, les chercheuses et les chercheurs de CHANGINS poursuivent leur travail sans relâche. Leurs projets, reconnus aux niveaux national et international, produisent des connaissances nouvelles qui permettent l'amélioration de l'enseignement, ainsi que l'innovation technique et scientifique dans le domaine de la vigne et du vin. Plusieurs projets ont démarré récemment à Changins sur des sujets aussi importants qu'actuels tels que la durabilité et la valorisation de produits.

Plus de détails sous [www.changins.ch/recherche-appliquee-et-developpement/projets/](http://www.changins.ch/recherche-appliquee-et-developpement/projets/)

### Durabilité et alternatives aux composés chimiques

**DuraPrimVine**, projet financé par le FNS, vise à étudier l'impact des composés organiques volatils des huiles essentielles sur la vigne pour lutter contre les infections de mildiou. Dans son projet EOVOG, terminé en 2019, Markus Rienth et ses partenaires de l'hepia, ont pu démontrer un effet des huiles essentielles sur l'infection par le mildiou. Dans ce nouveau projet, des analyses permettront de déchiffrer les bases moléculaires qui régissent le mode d'action de ces molécules volatiles comme éliciteurs de la résistance de la vigne. Combinant étude fondamentale et tests d'applications sur des ceps, ce projet permettra de mieux appréhender ces alternatives potentielles pour le traitement des maladies cryptogamiques de la vigne.

Avec ses deux projets, **PestiDiome** et **Midibo-2**, Thierry Heger continue ses recherches sur le microbiome des sols. **Midibo-2**, financé par l'Office fédéral de l'agriculture (OFAG) est un projet collaboratif avec Agroscope Reckenholz-Tänikon et l'Institut fédéral de recherches sur la forêt, la neige et le paysage (WSL), qui veut étudier le microbiome des sols agricoles suisses. Quant au projet **PestiDiome**, financé par l'Office fédéral de l'environnement (OFEV), il a pour objectif d'étudier l'impact d'un biopesticide utilisé en viticulture sur les communautés microbiennes du sol.

Le développement d'alternatives à l'utilisation d'herbicides constitue un grand défi pour la viticulture, en particulier dans les parcelles peu accessibles à la mécanisation. Le projet **CV-VigneSol** a pour objectif de concevoir des itinéraires techniques innovants, sans herbicides, pour la couverture du sol en viticulture.

Rassemblant des partenaires comme le FiBL (Institut de recherche de l'agriculture biologique), Agroscope, hepia et CHANGINS et soutenu par l'OFAG pour une



Le Chasselas reste le cépage phare dans nos régions.

© Denise Cugini, Changins

durée de quatre ans, ce projet fédérateur permet d'associer les compétences en sciences du sol, en environnement et en viticulture de l'école.

Pour la lutte alternative contre les insectes, CHANGINS collabore avec hepia pour le développement d'un piège permettant de contaminer des insectes parasites avec des champignons entomopathogènes spécifiques. Ce projet, intitulé **NoThrips**, est soutenu par la HES-SO (domaine Ingénierie et architecture).

### Mieux comprendre pour mieux valoriser:

#### «Chacun son Chasselas»

Le projet **Chacun son Chasselas**, financé par l'association de promotion du Chasselas et l'Office fédéral de l'agriculture (OFAG), vise à obtenir une meilleure compréhension des consommatrices et consommateurs dans leurs relations avec les vins issus de ce cépage typiquement suisse. En collaboration avec deux hautes écoles de Suisse alémanique (Berner Fachhochschule BFH-HAFL et Zürcher Hochschule für Angewandte Wissenschaften ZHAW), CHANGINS analysera de manière qualitative l'image du Chasselas dans l'esprit des consommatrices et consommateurs suisses. Une meilleure compréhension permettra de mieux promouvoir ce produit traditionnel de nos régions.

### Analyse des baies et des moûts

Liming Zeng travaille sur son premier projet de recherche: **WinE-Index**. Ce projet, financé par la HES-SO et mené en partenariat avec la Haute Ecole d'ingénierie et d'architecture de Fribourg (HEIA-FR), a pour objectif de développer un capteur permettant l'analyse des polyphénols pendant la phase d'extraction. Cet outil simple et peu coûteux devra permettre d'aider l'œnologue à la prise de décision dans cette phase cruciale de l'élaboration des vins rouges.

De son côté, Benoît Bach souhaite développer les connaissances sur les populations, le microbiome, de levures présentes naturellement sur les baies. L'objectif principal de ce projet intitulé **Biotop** est d'offrir des outils innovants pour permettre aux caves d'exploiter la diversité des micro-organismes liée à leur terroir.

Un grand nombre de conférences et d'événements de présentation de résultats de la recherche étant compromis ces derniers mois, les chercheuses et chercheurs



Le projet CV-VigneSol vise à concevoir des itinéraires techniques innovants sans herbicides.

© Sofia Dos Santos, Changins

diffusent leurs résultats par un nombre respectable de publications dans des revues à comité de lecture, ainsi que dans des revues techniques. ■

#### PUBLICITÉ

## LA VIGNE

# VOLUME 3

## MALADIES VIRALES ET BACTERIENNES

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



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

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

**COMMANDES**  
[www.revuevitiarbohorti.ch](http://www.revuevitiarbohorti.ch)



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

pour une production saine et sans résidus

**penergetic** + **Vital** + **Carbyc**  
the natural biotechnology

ensemble nous sommes imbattables



**Leu+Gygax SA**

Commandez directement dans notre shop en ligne avant 12 h - livré le lendemain (lu-ve)

5413 Birmenstorf Téléphone 056-201 45 45  
3075 Rüfenacht Téléphone 031-839 24 41  
[www.leugygax.ch](http://www.leugygax.ch)

**ACTION** du 5.07.2021 au 30.07.2021

Filet contre la grêle | Filet anti-oiseaux | Filet anti-insectes  
Filet anti-guêpes | Filet de protection latéral

**gvz\_rossat**  
Le choix des professionnels



[www.gvz-rossat.ch](http://www.gvz-rossat.ch)

Tél.: 062 662 44 66 - Route de la Petite Glâne 20 - 1566 St. Aubin - [gvzsales@gvz-rossat.ch](mailto:gvzsales@gvz-rossat.ch)

**BON**  
**JOUR**

Suivez votre ligne de vie, venez donner votre sang

 TRANSFUSION INTERREGIONALE CRS  
INTERREGIONALE BLUTSPENDE SRK

 **MAVIE**  
**TON SANG**

Numéro gratuit 0800 14 65 65 | [itransfusion.ch](http://itransfusion.ch)

parenthesa-NOW.ch

# Le black-rot de la vigne

Anamorphe: *Phyllosticta ampellicida* (Engelm.) van der Aa – Téléomorphe: *Guignardia bidwellii* (Ellis) Viala & Ravaz  
Katia Gindro, Olivier Viret et Pierre-Henri Dubuis

## Symptômes

- Tous les organes verts de la vigne peuvent être atteints par le black-rot. Les jeunes feuilles y sont particulièrement sensibles, ainsi que les inflorescences et les baies juste après la nouaison. Les grappes peuvent être infectées par le pathogène jusqu'à la véraison (BBCH 77-79).
- **Figure 1:** Les symptômes foliaires sont des taches orbiculaires à poly-gonales, initialement gris-brun clair puis brun rougeâtre, de 2 à plus de 10mm de diamètre. La bordure des nécroses est nettement plus foncée.
- **Figure 2:** Ces taches se confondent facilement avec des dégâts dus à des projections d'herbicides de contact. La présence de petits points noirs à l'intérieur des nécroses permet de diagnostiquer à coup sûr le black-rot. Ces pustules correspondent aux fructifications asexuées du champignon, les pycnides, qui contiennent une multitude de conidies assurant la contamination des organes encore sains.
- **Figure 3:** Les pycnides ponctuent également les taches de forme plus allongée qui apparaissent sur les rameaux, les rafles, les pétioles ou les vrilles et peuvent être confondues avec les symptômes de l'antracnose.
- **Figures 4 et 5:** Les baies atteintes se marquent initialement de petits points blanchâtres, puis une dépression apparaît, à partir de laquelle la baie brunit rapidement (fig. 4). En quelques jours, l'ensemble de la baie prend une teinte violette, sèche et se momifie (fig. 5). La grappe entière peut ainsi être touchée. L'épiderme des baies se recouvre ensuite de petites pustules noires.



## Introduction

Le black-rot, également appelé pourriture maculée, est une maladie spécifique de la vigne et des vignes vierges (genres *Parthenocissus*, *Ampelopsis* et *Cissus*) originaire d'Amérique du Nord, où elle peut causer d'importantes pertes économiques. Ce champignon a été introduit en France à la fin du XIX<sup>e</sup> siècle avec l'importation de porte-greffe résistants au phylloxéra. Le black-rot est aujourd'hui présent dans les principales régions viticoles du monde. Il ne pose généralement pas de problèmes majeurs, sauf dans le nord-est des Etats-Unis, au Canada et dans certaines régions caractérisées par un climat tempéré et une forte pluviosité au printemps et au début de l'été. Régulièrement observée depuis 2002 dans la Moselle et en Allemagne, la maladie est actuellement en forte recrudescence dans tous les vignobles du nord de ce pays, où elle constitue un nouveau problème phytosanitaire. Sa présence dans les vignobles est souvent liée à des parcelles abandonnées, mal entretenues, ou à une lutte insuffisante contre les autres maladies fongiques. Les mesures prophylactiques et le traitement systématique des foyers infectieux, tout comme l'élimination des vignes abandonnées, permettent de maîtriser l'ampleur des contaminations. En Suisse, la maladie est apparue pour la première fois au

Tessin (sud des Alpes) en 1988, entraînant d'importantes pertes de récolte, et se manifeste depuis lors sporadiquement dans tout le pays.

## Epidémiologie

Le champignon hiberne dans les baies tombées au sol ou amenées par l'épandage de marc de parcelles contaminées. Le black-rot est un champignon spécifique des *Vitaceae*. Son développement annuel est polycyclique. Les infections primaires sont issues de baies momifiées infectées qui jonchent le sol des parcelles contaminées. Les ascospores libérées par temps humide, du débourrement jusqu'à mi-juillet, atteignent les différents organes de la vigne par le vent et les projections des gouttes de pluie. Les feuilles peuvent être infectées quel que soit leur âge, tandis que les grappes ne sont sensibles que jusqu'au stade BBCH 77-79 (fermeture des grappes). Les pycnides qui se développent sur les nécroses durant la période de végétation libèrent une multitude de conidies, qui infectent à leur tour les organes encore sains. Des pluies d'une à trois heures assurent une dispersion optimale des conidies. Des précipitations plus abondantes lessivent ces organismes et sont moins propices au développement de la maladie. Dès la véraison, les infections ne sont plus possibles.

## Lutte

Les foyers primaires du black-rot sont généralement liés au voisinage de parcelles de vigne abandonnées ou mal entretenues. L'élimination systématique des plantes de ces parcelles évite ainsi la propagation du pathogène. Dans les parcelles contaminées par le black-rot, des mesures prophylactiques d'hygiène sont requises et permettent une réduction significative de l'inoculum primaire. Lors des vendanges, le marc doit être éliminé afin d'écartier les baies momifiées. Le compostage offre une alternative intéressante à l'incinération. Les foyers primaires peuvent être éradiqués lors des travaux de la feuille en prélevant systématiquement les grappes atteintes pour les détruire. Lorsque ces mesures préventives ne suffisent pas, l'application de produits phytosanitaires est indispensable. Les matières actives utilisées contre les autres maladies de la vigne, comme le mildiou et l'oïdium, sont généralement efficaces contre le black-rot et les périodes de traitement sont similaires. La lutte débute dès le débourrement de la vigne, en corrélation avec les événements pluvieux. Les printemps secs et chauds sont particulièrement défavorables au développement de la maladie. La période la plus sensible de la vigne au black-rot se situe autour de la floraison.

---

## Impressum

Edition et diffusion: Amtra, [www.revuevitiarbohorti.ch](http://www.revuevitiarbohorti.ch)

Rédaction: Katia Gindro et Pierre-Henri Dubuis, Agroscope. Olivier Viret, Direction générale de l'agriculture, de la viticulture et des affaires vétérinaires, Morges

Photos: Agroscope

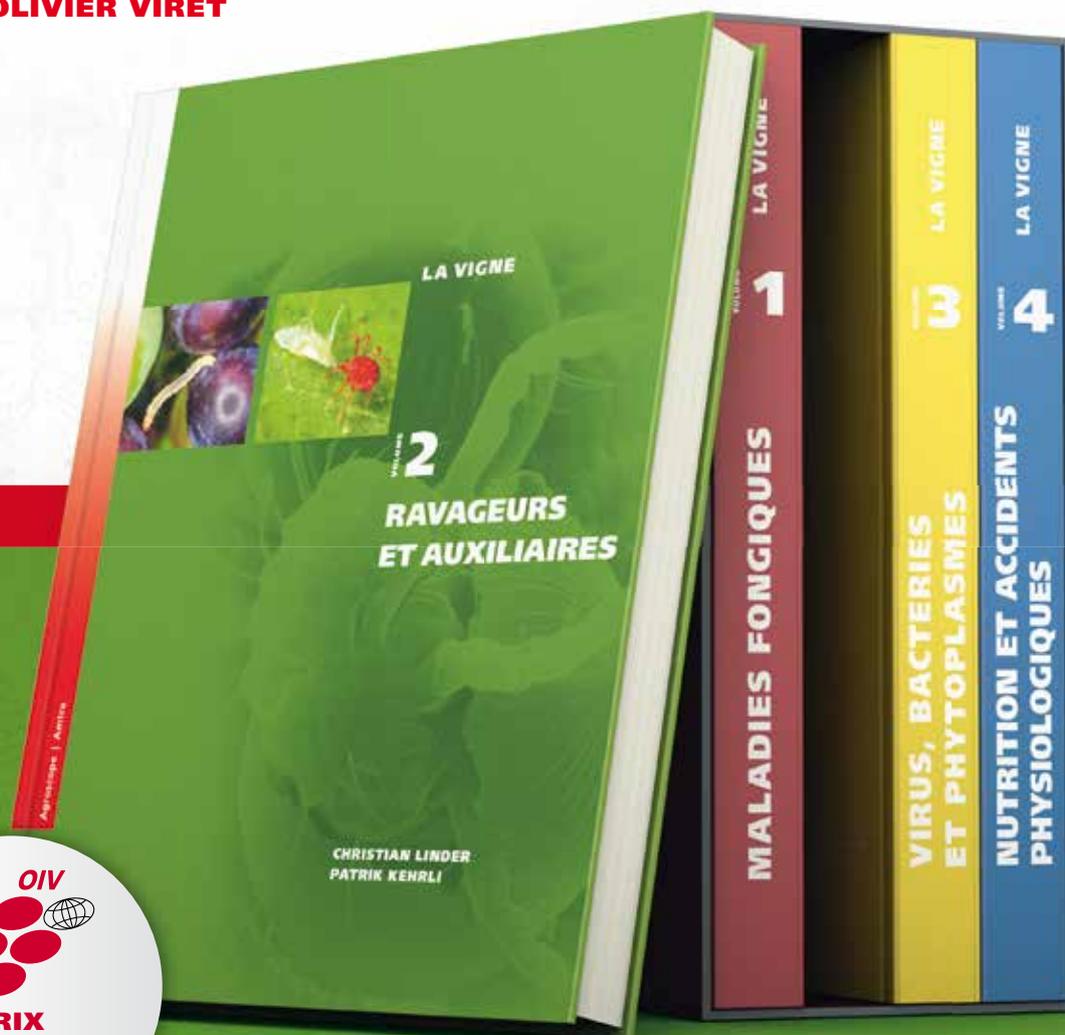
Copyright: 2020, Amtra, [www.revuevitiarbohorti.ch](http://www.revuevitiarbohorti.ch)

---

# LA VIGNE

## VOLUME 2 RAVAGEURS ET AUXILIAIRES

CHRISTIAN LINDER  
PATRIK KEHRLI  
OLIVIER VIRET



ISBN 978-3-85928-099-1

### PRIX

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

(TVA incluse, frais de port non compris)

### COMMANDES

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

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

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



# Sercadis®

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



 **BASF**

We create chemistry

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

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

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

BASF Schweiz AG · Protection des plantes · Klybeckstrasse 141 · 4057 Basel · phone 061 636 8002 · [www.agro.basf.ch/fr](http://www.agro.basf.ch/fr)