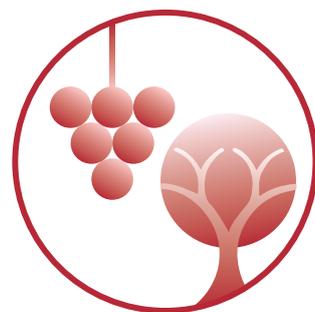


R E V U E S U I S S E D E

# VITICULTURE ARBORICULTURE HORTICULTURE



N O V E M B R E - D É C E M B R E 2 0 2 0 | V O L . 5 2 | N ° 6



Agroscope | Agora | Agridea | AMTRA | Haute école de Changins

**Viticulture**  
**œnologie**  
**Actualité**

Une étude de terroirs à Villette (Lavaux, VD) **Page 320**

Vins rosés: visions et attentes des consommateurs suisses **Page 352**

Chaleur printanière, été indien et crise sanitaire ont marqué l'année viticole 2020 **Page 362**



Swiss Precision. Made to Last.



FELCO 802

Ø 30 mm



FELCO 812

Ø 35 mm



FELCO 822

Ø 45 mm



Connexion Bluetooth  
via l'application FELCO

## OFFRE DE REPRISE!

Découvrez les nouveaux outils électroportatifs «Power Blade Series®»!

FELCO SA - Marché Suisse - 2206 Les Geneveys-sur-Coffrane - T. 032 737 18 80 - [www.felco.ch](http://www.felco.ch)



DOMAINE DU  
PETIT TRUET  
FOUNEX - LAC

MICHEL ET HÉLI DUTRUY  
PÉPINIÈRES VITICOLES

CHEMIN DU LAC 6 - 1297 FOUNEX  
TÉL. 079 607 83 61

*Quatre générations d'expérience pour une qualité irréprochable*

[michel.dutrui@bluewin.ch](mailto:michel.dutrui@bluewin.ch)



**Photographie de couverture:**  
**Fleur de monarde (*Monarda didyma*).**  
(Photo: V. Doimo)

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

#### Editeur

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

#### Rédaction

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

#### Comité de lecture

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

#### Publicité

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

#### Préresse

Inédit Publications SA, 1001 Lausanne

#### Impression

Stutz Medien AG, 8820 Wädenswil

#### Parution

6 fois par an

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

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

##### Suisse

Online: CHF 60.–

Print: CHF 60.–

Print et Online: CHF 70.–

##### Europe

Online: CHF 60.–

Print: CHF 80.–

Print et Online: CHF 90.–

##### Etranger

Online: CHF 60.–

Print: CHF 85.–

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

Novembre–Décembre | Vol. 52 | N°6

317 Editorial

#### Viticulture

320 Une étude de terroirs à Villette  
(Lavaux, VD)

Markus Rienth, Frédéric Lamy,  
Patrick Schoenenberger, Dorothea Noll,  
Fabrice Lorenzini, Olivier Viret  
et Vivian Zufferey

#### Plantes aromatiques et médicinales

336 Comparaisons agronomiques et  
organoleptiques de différentes lignées  
de monarde (*Monarda didyma*)

Vincent Doimo, Pierrick Rebenaque  
et Nicolas Delabays

#### Protection des végétaux

344 Détection des spores de mildiou  
et d'oidium en temps réel à haute  
résolution spatiale

Tessa Basso, Michaël Tran, Vittorio Pini,  
Sylvain Schnée, Pierre-Henri Dubuis,  
Jérôme Kasparian et Jean-Pierre Wolf

#### Œnologie

352 Vins rosés: visions et attentes  
des consommateurs suisses

Pascale Deneulin et Sarah Bovat

#### Actualités

362 Chaleur printanière, été indien  
et crise sanitaire ont marqué  
l'année viticole 2020

Olivier Viret, Jean-Laurent Spring  
et Vivian Zufferey

#### Actualités

374 «Le poirier suisse» – producteur de fruits  
et/ou de bois d'œuvre

Conférence annuelle IG Agroforst Suisse

377 La page de CHANGINS



## DUPENLOUP SA

FABRIQUE DE POMPES  
MAISON FONDÉE EN 1888



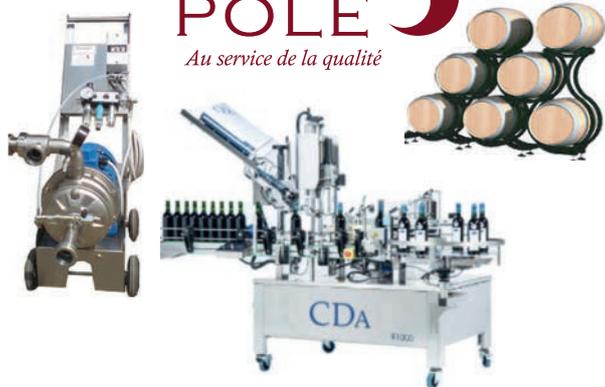
1219 Le Lignon (GE) 022 796 77 66 contact@dupenloup.ch

**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](http://www.oeno-pole.ch)**



# ETICOLLE LE LABEL SUISSE

**Profondément enraciné dans le terroir suisse, 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 convoier des valeurs de qualité, d'authenticité et de convivialité. Depuis 1992, 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 notre métier. La liste des flacons ornés des étiquettes autocollantes imprimées à Sierre n'a cessé de s'allonger durant les vingt-huit dernières années. Ce qui a permis à notre petite entreprise familiale de quatre employés de se transformer en une société dynamique d'une vingtaine de collaborateurs.

Aujourd'hui, sous la direction de Laurent Luyet, Eticolle transforme plus de 80 hectares de support adhésif en étiquettes à forte valeur ajoutée.

Le succès d'Eticolle n'a toutefois pas été synonyme d'éloignement et de relocalisation. En 2020, comme en 1992, le site de production, les salariés et les dirigeants d'Eticolle prospèrent à Sierre, au cœur du vignoble valaisan.

Même les machines d'impression permettant l'ennoblissement de dorure à chaud, gaufrage et l'application de divers vernis (qui confèrent volume et dimension tactile au papier) sont montées 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.



imprimé en  
suisse

**ETICOLLE SA**  
Technopôle  
3960 Sierre  
027 452 25 26  
[www.eticolle.ch](http://www.eticolle.ch)

# De la technologie de pointe dans la stratégie phytosanitaire



**Edmée Rembault-Necker**  
Rédactrice en chef  
de la Revue suisse Viticulture,  
Arboriculture, Horticulture

Sous nos latitudes, les maladies cryptogamiques sont les principaux obstacles rencontrés par les producteurs viticoles et arboricoles.

Il a été prouvé que les champignons affectent plus ou moins les cultures selon les températures, l'humidité de l'air et la présence d'eau. Ainsi, un relevé soigneux des données météorologiques constitue le premier pas de l'évaluation du risque des principales maladies: l'oïdium et le mildiou sur les vignes, et la tavelure sur les pommiers. Durant la saison végétative, les observations climatiques servent de base à des modélisations telles que, notamment, Viti-Meteo-Plasmopara, Oïdium ou Venturia. A leur tour, ces modélisations constituent un instrument d'aide à la décision pour les viticulteurs et arboriculteurs. Elles contribuent à prévoir les jours où les attaques seront les plus virulentes. Les traitements se faisant de manière préventive, les producteurs traiteront au meilleur moment.

A l'heure où la tendance est à la parcimonie en matière de traitements et au ménage du sol, des observations quantitatives des maladies cryptogamiques deviennent particulièrement intéressantes. Des spore-traps ont été développés il y a longtemps déjà, pour capter les spores sur des bandes adhésives. Sur ces dernières, il est possible de déterminer si les spores sont présentes sur la parcelle ou non, le matin ou l'après-midi. Cela demande du temps et des personnes bien formées à l'identification des spores, aussi les spore-traps n'apportent-ils pas suffisamment rapidement une information pour planifier la gestion des traitements phytosanitaires.

Les recherches des Prof. Wolf et Kasparian, de l'Université de Genève (*voir article p. 344*), apportent des perspectives à plusieurs égards. L'intérêt de la technologie proposée est un suivi en temps réel avec une résolution spatiale plus fine qui permettrait d'avoir une vision plus précise de l'hétérogénéité des parcelles. L'identification et la quantification des spores sont aussi d'une grande importance. Pour la tavelure par exemple, cela renseignerait les producteurs quant à la présence d'ascospores sur leur parcelle, et leur permettrait d'adapter la stratégie de lutte en conséquence. Pour le mildiou et l'oïdium, la quantification des spores donnerait une information très utile sur la présence réelle de spores lorsque les conditions météorologiques sont favorables à une infection. Les facteurs «temps réel» et quantitatifs de cette mesure constitueraient un bon outil pour les producteurs dans leur décision de traiter ou de différer le traitement.

Cette collaboration entre l'Institut de physique appliquée de l'Université de Genève et Agroscope est très intéressante et prometteuse: elle s'aligne sur la tendance consistant à utiliser de la technique de pointe en agriculture, tendance qui promeut des cultures saines en ciblant encore plus précisément les traitements et en diminuant la charge pour l'environnement. ■



Plants Bio

Pépinières

**BORIOI**



pour une viticulture durable

- Hybridation
- Sélection
- Développement



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

- Cépages classiques
- Variétés résistantes
- Plants hautes tiges

- Diversité de porte-greffes
- Plantation mécanisée
- Conseil personnalisé



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



**CERCLE**  
DES AGRICULTEURS  
DE GENÈVE ET ENVIRONS



SÉCATEUR ELECTROCOUP F3015

**INFACO**

Contact:  
Nicolas Longey,  
mobile 079 136 54 22

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

**Exploitation  
fruitière  
et maraîchère  
à remettre  
en fermage  
dès 2023**

**L'exploitation** s'étend sur 8 ha: 3 ha de cultures fruitières, 2 ha de petits fruits, 1,5 ha de cultures maraîchères, le solde en grandes cultures. Elle dispose d'une infrastructure moderne et bien équipée (tunnels, serre, chambres frigorifiques, parc à machines fonctionnel). L'entreprise représente 2 à 3 postes de travail.

**Exigence:** CFC arboricole ou maraîchère, si possible quelques années d'expériences.

**Nous proposons** un poste de salarié dès 2021.

**Offre par écrit jusqu'au 31 décembre 2020.**

Pour toutes informations complémentaires:

Chenaux Gérard et Catherine

Route de Rafoué 148 | 1720 Chésopelloz (FR)

Tél. 079 257 89 53 | E-mail: [gerard.chenaux@bluewin.ch](mailto:gerard.chenaux@bluewin.ch)

## NOS ARTICLES POUR LA VIGNE

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

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

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

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

Route de l'Etraz 8, 1267 Vich  
 Tél. 022 361 45 39  
 E-mail: info@linigeragro.ch



confiant phéromones

### Lutte par confusion

Contre les tordeuses en viticulture  
 et arboriculture



Andermatt  
**Biocontrol**  
 Suisse

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

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



### Qualité, conseil, service

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

Rencontrons-nous :

Plus d'informations :  
 00 33 (0)4 79 28 54 18  
[www.pepinieres-viticoles-fay.fr](http://www.pepinieres-viticoles-fay.fr)

# Une étude de terroirs à Villette (Lavaux, VD)

Markus RIENTH<sup>1</sup>, Frédéric LAMY<sup>1</sup>, Patrick SCHOENENBERGER<sup>1</sup>, Dorothea NOLL<sup>1</sup>, Fabrice LORENZINI<sup>2</sup>, Olivier VIRET<sup>4</sup> et Vivian ZUFFEREY<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Haute école de Changins, route de Duillier 60, 1260 Nyon, Suisse

<sup>2</sup> Agroscope, route de Duillier 50, 1260 Nyon, Suisse

<sup>3</sup> Agroscope, avenue Rochettaz 21, 1009 Pully, Suisse

<sup>4</sup> Direction générale de l'agriculture, de la viticulture et des affaires vétérinaires, avenue de Marcelin 29, 1110 Morges, Suisse

Renseignements: Markus Rienth, e-mail: markus.rienth@changins.ch



© Adolphe Stock

## Introduction

Le terme «terroir» décrit une aire géographique dotée de caractéristiques environnementales homogènes, susceptibles de conférer des qualités viticoles typiques identifiées par la mémoire collective et véhiculées de génération en génération sur un territoire marqué par le contexte social et les choix techniques culturels (Tomasi, 2013). Le terroir représente ainsi l'interaction complexe du sol, de la plante et du climat en lien avec l'histoire socio-économique d'une région donnée et le savoir-faire des viticulteurs (van Leeuwen et Seguin, 2006). Bien que de nombreuses études de terroirs aient été menées au cours des dernières décennies, le souhait subsiste toujours de mieux connaître la variabilité

spatiale et temporelle de la composition du raisin et du comportement physiologique de la vigne. La caractérisation des terroirs viticoles et leur spécificité peuvent contribuer à une plus grande appréciation des consommateurs pour les vins des petites régions de production traditionnelles. En effet, ces dernières font face à une pression croissante sur le marché mondial du vin et ne peuvent souvent pas concurrencer la viticulture à grande échelle en raison des coûts de production plus élevés dans des régions difficilement mécanisables.

Diverses études pédologiques ont montré de manière incontestable que le type de sol influence fortement la typicité et la qualité des vins (van Leeuwen et Darriet, 2016). Il s'avère néanmoins difficile de définir un type de sol particulier aux caractéristiques «idéales»

pour la production d'un vin de grande qualité et l'expression du terroir, puisque des vins renommés sont produits sur une grande diversité de sols (van Leeuwen *et al.*, 2018). Une restriction modérée en eau durant la maturation du raisin semble cependant être l'apanage des grands vins de terroir, particulièrement pour les cépages rouges (Choné *et al.*, 2001; Reynard *et al.*, 2011).

Parmi les conditions climatiques, la température semble jouer un rôle déterminant dans la capacité d'acclimatation d'un cépage. La température perçue par la vigne au sein d'une parcelle est cependant modulée par des caractéristiques pédoclimatiques telles que la topographie, l'altitude, l'exposition et donc le rayonnement intercepté. Les études de terroir permettent également d'identifier des sites ou des secteurs au sein d'une région viticole aux propriétés particulières, plus ou moins bien adaptées aux conditions climatiques futures, et d'adapter les pratiques culturales en conséquence.

Observée durant la période de végétation et liée au changement climatique mondial (GIEC, 2018), l'augmentation des températures entraîne une plus grande précocité du développement de la vigne et de la maturation du raisin (Spring *et al.*, 2009). Les effets portent sur une augmentation de la concentration en sucre et des pertes d'acidité dues à une augmentation de la respiration de l'acide malique (Rienth *et al.*, 2014; Rienth *et al.*, 2016). Par conséquent, les vins présentent des niveaux d'alcool et un pH plus élevés, une acidité plus basse et des profils aromatiques modifiés en raison de l'altération du métabolisme secondaire des baies (van Leeuwen et Destrac-Irvine, 2017). Ainsi, le réchauffement climatique pourrait modifier à l'avenir la typicité des vins et l'expression du terroir des régions viticoles traditionnelles. Selon van Leeuwen et Seguin (2006), la maturité optimale du raisin est décisive pour obtenir une expression maximale du terroir: celle-ci est atteinte lorsque la précocité du cépage est adaptée aux conditions climatiques locales de telle manière que la maturité soit obtenue en fin de saison.

Des études de terroir ont été menées dans le vignoble suisse ces dernières années, portant notamment sur ses caractéristiques pédoclimatiques: ces recherches ont révélé la très grande diversité des sols provenant principalement de moraines glaciaires (Zufferey *et al.*, 2004). Une étude récente, menée sur l'ensemble du vignoble vaudois, a permis d'étudier le comportement et le potentiel d'adaptation d'une dizaine de cépages implantés sur près de 130 sites. Ce travail a été réalisé à une échelle relativement grande (surface viticole de 3700 ha) compte tenu de la petite taille du vignoble suisse. Il ressort de cette étude que

## Résumé

Pendant trois saisons consécutives, 22 parcelles de Chasselas L. ont été suivies. Le but de l'étude était de caractériser le terroir d'une région viticole suisse à forte pente en établissant une relation entre la physiologie de la vigne et de la baie et les conditions pédoclimatiques. La région offre un site expérimental unique en raison de l'homogénéité du matériel végétal dans un petit microclimat (140 ha) avec une multiplicité d'expositions et d'altitudes différentes.

Entre les trois années d'étude, la variation de la température moyenne était de 142 degrés-jours de croissance (DJ).

La variabilité spatiale de la température atteignait 395 DJ entre les parcelles les plus extrêmes. Des analyses statistiques des paramètres physiologiques et pédoclimatiques présentaient des regroupements incohérents de parcelles entre les années, sans correspondance avec les entités géologiques. Cela montre que l'effet millésime a eu une plus grande influence que l'effet sol sur la physiologie de la vigne et la qualité des baies. L'altitude s'avère être le facteur principal de précocité dans toutes les années, indépendamment du millésime. L'étude fournit des informations importantes en termes d'adaptation du matériel végétal et de stratégies agronomiques en vue de réchauffement climatique.

les conditions d'alimentation en eau de la vigne, déterminées par la capacité de rétention d'eau des sols et les précipitations, jouent un rôle crucial dans le comportement de la vigne et la qualité des vins, et donc l'expression du terroir (Zufferey, 2007). Ces conclusions rejoignent les observations faites dans d'autres vignobles (van Leeuwen, 2010). L'étude vaudoise a ouvert la voie à une cartographie plus fine des différentes régions viticoles afin de mieux valoriser la grande diversité des terroirs rencontrés en Suisse.

Par ailleurs, la viticulture vaudoise et suisse est régie par le régime des AOC (appellation d'origine contrôlée), qui se décline de manière nuancée d'un canton à l'autre en fonction des réglementations cantonales en vigueur. L'Union européenne (UE), qui avait jusqu'en 2009 des dispositions équivalentes, les protège aujourd'hui avec les indications géographiques AOP et IGP. L'Office fédéral de l'agriculture a exprimé sa volonté



Figure A - Situation

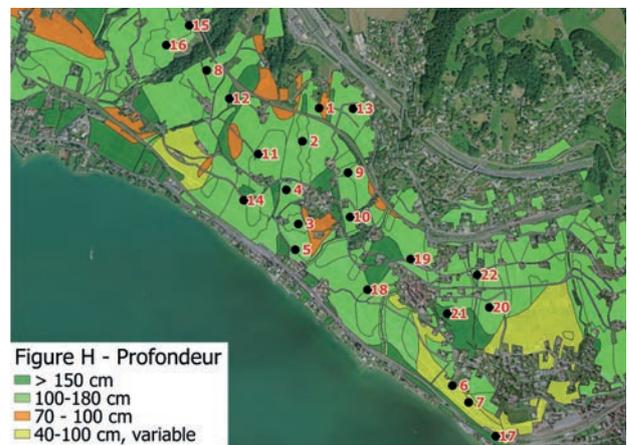
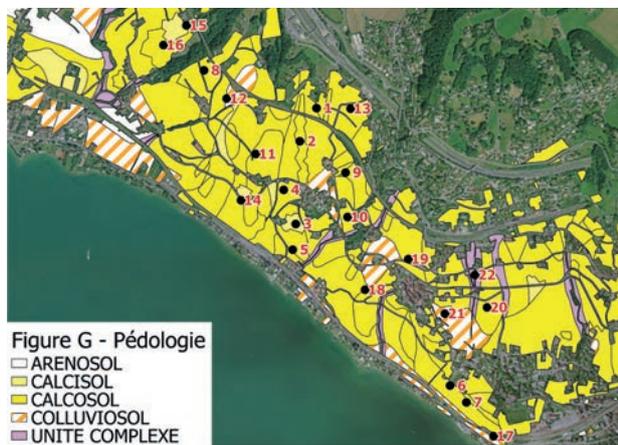
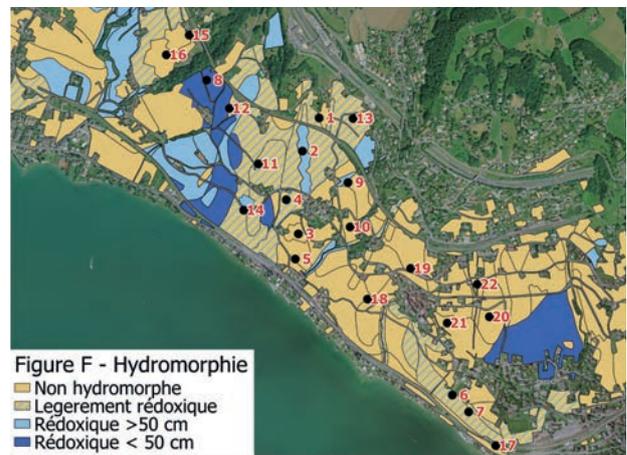
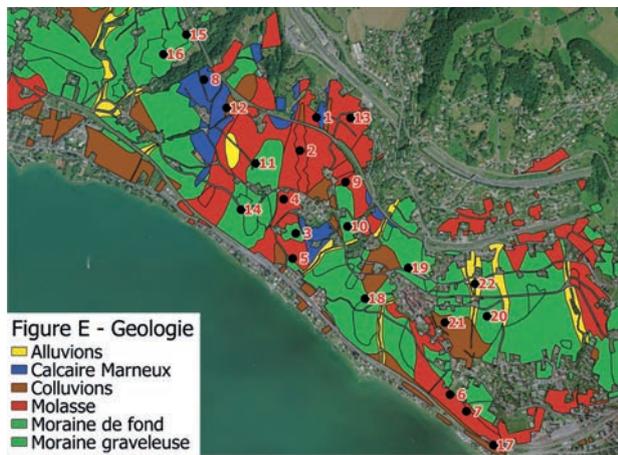
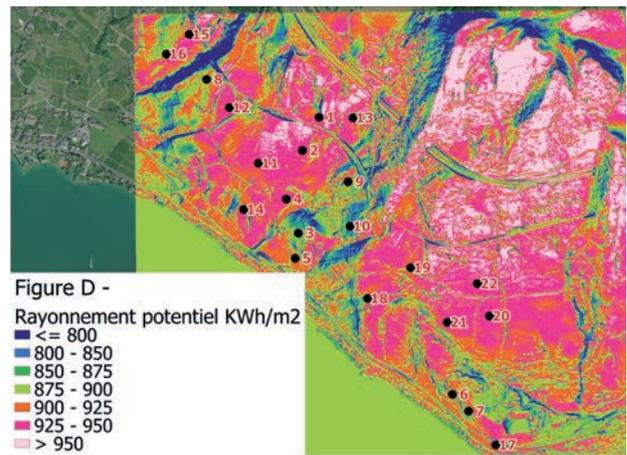
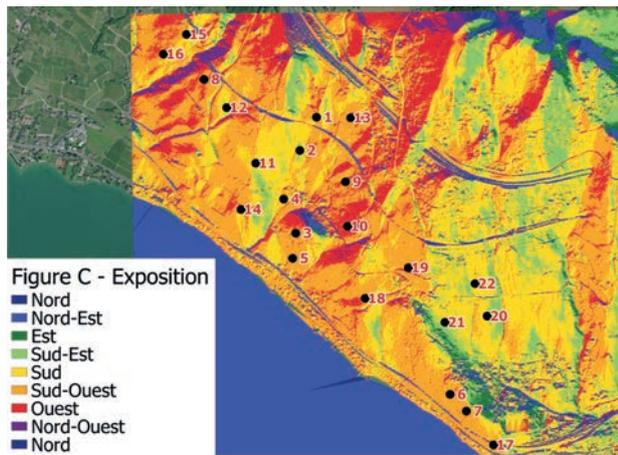
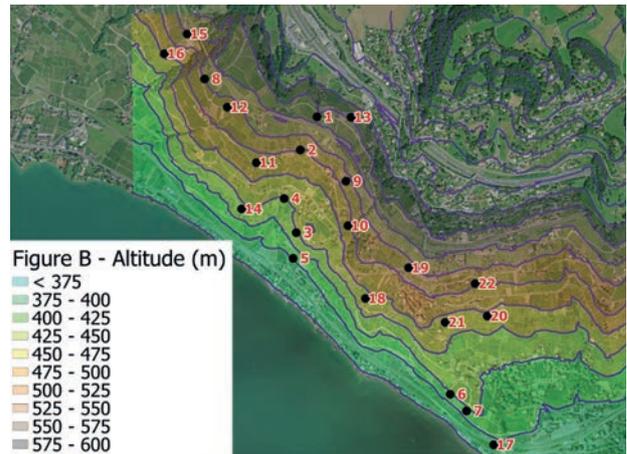


Figure 1 | Localisation géographique de la région (A) et cartes d'altitude (B), d'exposition (C), de la radiation intercepté (D) de la géologie (E), d'hydromorphie (F), de pédologie (G) et de la profondeur des sols (H) de la région étudiée. Villette (VD), Suisse.

d'harmonisation à l'échelle nationale et internationale, impliquant un alignement sur le système des AOP, IGP en vigueur pour d'autres produits agricoles et pour le vin dans les pays de l'UE. Dans cette optique, une méthodologie doit être définie, afin d'obtenir, sur la base des informations historiques, pédoclimatiques et viticoles, une caractérisation des différentes zones du vignoble permettant de distinguer de manière objective les vins issus de ces différents terroirs.

L'objectif de la présente étude était d'élaborer une méthodologie fondée sur l'étude du comportement physiologique de la vigne et de la composition des baies afin d'identifier des zones viticoles homogènes au sein de l'appellation Villette. La méthode de caractérisation des différentes zones du vignoble devrait être extrapolable à l'ensemble du vignoble vaudois. L'étude concourt également à définir les possibilités d'adaptation du Chasselas face à l'évolution climatique, et si besoin à recommander des techniques culturales appropriées.

## Matériel et méthodes

Un réseau de 22 parcelles a été mis en place dans l'appellation Villette (fig. 1A), située à Lavaux (canton de Vaud), couvrant une grande diversité pédoclimatique. L'ensemble des parcelles sélectionnées est planté avec du Chasselas L., greffé sur le porte-greffe 3309C. Les vignes, âgées de 15 à 25 ans, sont conduites en espalier avec la taille Guyot simple.

Sur l'ensemble des parcelles, les stades phénologiques, dont le débourrement (BBCH 09) et la floraison (BBCH 65), ont été notés au cours des trois saisons (2017 à 2019) sur 100 ceps par parcelle.

La composition des baies a été suivie hebdomadairement à partir de la véraison en échantillonnant 300 baies par parcelle. Le poids moyen des baies a été déterminé et les baies ont été pressées pour une analyse ultérieure des solides solubles totaux (SST), du degré Oechsle et des principaux acides organiques (acides tartrique et malique) par FTIR (Fourier transform infrared spectroscopy). Pour le suivi de la charge de sucre dans les baies, la méthodologie proposée par Deloire (2011) a été utilisée. Pour cela, la teneur en sucre par baie a été calculée en multipliant la concentration de sucre (mg.mL<sup>-1</sup>) dans le jus de raisin par le poids des baies (g). Pour évaluer l'état hydrique de la vigne, la composition isotopique du carbone, dont le rapport <sup>12</sup>C/<sup>13</sup>C, également nommé δ<sup>13</sup>C, a été analysée dans les sucres de moût des baies au dernier prélèvement avant la vendange. En 2018, année caractérisée par un déficit hydrique important, en plus de l'analyse du

δ<sup>13</sup>C, le potentiel hydrique foliaire de midi ( $\psi_{\text{feuille}}$ ) a été mesuré le 16 août entre 14h et 16h sur 10 feuilles ombragées par parcelle au moyen d'une chambre à pression Scholander (Scholander *et al.*, 1965).

La surface foliaire exposée (SFE) a été mesurée au stade de la fermeture de la grappe. Le rapport feuille-fruit (SFE par kilo de raisin) a pu être ainsi estimé à la vendange. Le poids des bois de taille a été déterminé en échantillonnant 30 sarments par parcelle (1 par souche) sur l'avant-dernier sarment de la branche à fruits, dont la longueur a été ramenée à 1 mètre: le poids des sarments est exprimé en grammes par mètre linéaire de sarment. La teneur en azote des feuilles a été évaluée par l'indice chlorophyllien (N-tester) sur 30 feuilles par parcelle au stade véraison de chaque année. Des sondes de température Tinytag Talk2-TK-4023 (Gemini Data Loggers, GB) ont été installées dans huit parcelles représentatives en 2017 et sur l'ensemble du réseau en 2018 pour enregistrer les températures moyennes, maximales et minimales quotidiennes durant le cycle végétatif (d'avril à octobre). Les données de précipitations et de température ont été récupérées de la station météorologique du réseau Agrometeo ([www.agrometeo.ch](http://www.agrometeo.ch)) de Bourg-en-Lavaux (BeL), qui correspond à l'emplacement de la parcelle 19. La somme de températures, exprimée en degrés-jours de Winkler (Winkler *et al.*, 1974), a été calculée afin d'étudier l'influence de la température sur le développement de la vigne. Cet indice est basé sur la somme des températures moyennes journalières supérieures à 10°C, du 1<sup>er</sup> avril au 31 octobre.

L'exposition, l'altitude et la pente des parcelles ont été calculées avec QGIS 2.18.14<sup>®</sup> (précision à 2 m). Le calcul du rayonnement solaire potentiel intercepté entre le 1<sup>er</sup> avril et le 30 septembre (précision 2 m) a été effectué par ArcGIS 10.2 – Solar Analyst<sup>®</sup> (fig. 3). Les données géologiques et pédologiques ainsi que les caractéristiques d'hydromorphie des sols sont issues de travaux antérieurs réalisés dans le cadre de l'étude des terroirs vaudois (Letessier et Fermond, 2004).

Les analyses statistiques des données ont été effectuées à l'aide du package<sup>®</sup> FactoMin<sup>®</sup> et Origin pro 2016<sup>®</sup>.

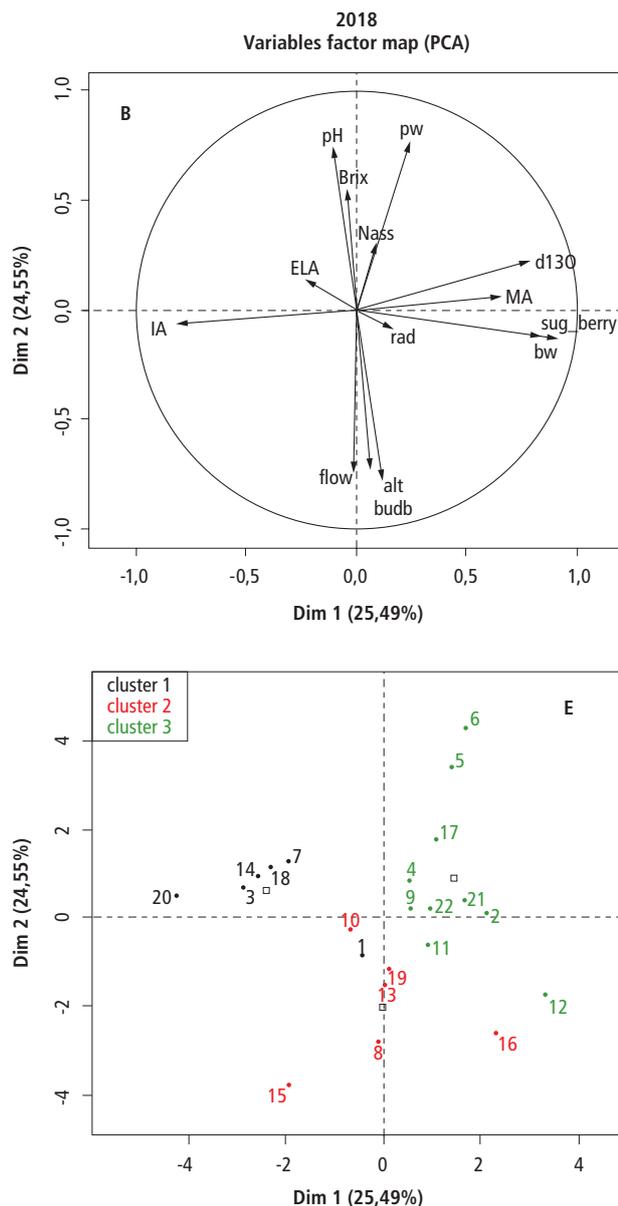
## Résultats et discussion

La cartographie des caractéristiques géologiques, pédologiques et climatiques de l'appellation Villette est illustrée par la figure 1. L'altitude des parcelles varie de 375 m pour les sites les plus proches du lac à 575 m pour les sites les plus élevés (fig. 1B). L'analyse géo-pédologique montre que les sites reposent sur des sols

hétérogènes, issus principalement de molasse gréseuse (parcelles 2, 4, 5, 6, 7, 9, 13 et 17) ou marneuse (parcelles 8 et 12), de moraines de fond compactes (parcelles 14, 18 et 20), de moraines peu compactes et caillouteuses (parcelles 11, 15, 16 et 19) et de matériel alluvial (parcelle 22) (fig. 1E). La majorité des parcelles sont implantées sur des sols bien drainés tels que les

moraines peu compactes et caillouteuses, ainsi que les moraines de fond, réputées plus compactes. Les sols de l'appellation sont légèrement calcaires, avec un pH qui se situe autour de 8,0 (à l'exception de la parcelle 15, qui n'est pas calcaire).

L'analyse en composantes principales (ACP; fig. 2B) complétée par un regroupement hiérarchique (fig. 2E) montre un regroupement (association) des parcelles. Lorsque l'on compare ces regroupements sur plusieurs millésimes (Rienth *et al.*, 2020), on voit que les regroupements diffèrent entre 2017, 2018 et 2019. Le comportement des sites et leur regroupement ne correspondent cependant pas à des entités géo-pédologiques prédéfinies. En 2018, la disparité (dissemblance) entre les parcelles était la plus faible et trois groupes pouvaient être constitués; en 2017 et 2019, par contre, une dizaine de groupes (entités) se sont avérés nécessaires. Le regroupement de parcelles, différent d'une année à l'autre, démontre que les conditions climatiques du millésime ont prévalu sur les caractéristiques géo-pédologiques dans notre étude. Ces observations confirment les résultats obtenus dans divers terroirs en Bourgogne (Roullier-Gall *et al.*, 2014) à Bordeaux (Pereira *et al.*, 2006) ou en Italie (Mazzei *et al.*, 2019).



**Figure 2** | Analyse en composantes principales des paramètres évalués en 2017 (A), 2018 (B), 2019 (C) et regroupement hiérarchique correspondant de 2017 (D), 2018 (E) et 2019 (F). Les paramètres relatifs aux baies ont été pris à partir de la dernière date d'échantillonnage. (sug\_berry: quantité de sucre par baie, Nass: azote assimilable, pw: poids de taille, budb: débournement, flow: floraison, alt: altitude, rad: rayonnement intercepté, TA: concentration d'acide tartrique, MA: concentration d'acide malique, ELA: surface foliaire exposée par kilo de rendement. Chasselas, Villette (VD), Suisse, 2017–2019

### Températures et développement de la vigne

Pour la comparaison des millésimes, les données climatiques de la station météorologique de BeL ont été utilisées et sont résumées dans la figure 3. La température moyenne annuelle de 2017 s'est élevée à 11,1°C, à 11,9°C en 2018 et à 12,0°C en 2019. Les températures moyennes, minimales et maximales durant la période de végétation (d'avril à octobre) de l'ensemble des sites sont illustrées dans la figure 4. En 2017 et 2019, la température moyenne de la période végétative a atteint 16,4°C. De telles températures correspondent à des régions viticoles moyennement chaudes (15–17°C) selon la classification de Jones (2006), et sont bien adaptées pour les variétés à maturation précoce à moyenne comme le Chasselas, le Pinot noir, le Chardonnay ou le Riesling. En 2018, la température moyenne durant la période de végétation a été considérablement plus élevée, avec 17,5°C. Une telle température est caractéristique pour des régions viticoles inventoriées comme «chaudes», où des variétés aux exigences thermiques plus élevées (comme le Merlot, le Cabernet Sauvignon ou la Syrah) y sont cultivées et recommandées avec un bon niveau de maturité (Jones *et al.*, 2005).

L'indice Winkler (degrés-jours, DJ) de l'ensemble des parcelles, calculé d'avril à octobre, a atteint en moyenne des trois années d'étude 1527 DJ  $\pm$  75, avec 1514 DJ en 2017, 1640 DJ en 2018 et 1427 DJ en 2019: la

variabilité moyenne entre les années s'est élevée à  $142 \pm 47$  DJ. La période de végétation en 2018 a été clairement plus chaude que celle des millésimes 2017 et 2019. Le Chasselas, considéré comme un cépage de première époque, est bien adapté aux conditions tempérées, avec des températures comprises entre 13 et 15°C durant la période végétative selon la classification proposée par Jones (2006). Selon van Leeuwen *et al.* (2008), le cépage Chasselas présenterait des exigences thermiques proches de 1200 DJ pour atteindre un bon niveau de maturité. De tels seuils de température, fréquents dans les années 60 à 80 autour du bassin lémanique, ont été depuis lors largement dépassés en raison du réchauffement climatique.

Dans les régions viticoles du canton de Vaud, la température moyenne d'avril à octobre a augmenté d'environ 1,5°C de 1958 à 2008 (Bloesch *et al.*, 2008). Des observations analogues ont été faites dans toutes les régions viticoles du monde (Jones, 2006). La température est un facteur déterminant du développement de la vigne et le réchauffement climatique a déjà entraîné une accélération de la maturation des raisins de Chasselas dans le bassin lémanique, avec une avance de récolte d'environ dix jours au cours des quatre-vingts dernières années (Spring *et al.*, 2009). Les millésimes 2017 et 2019 sont représentatifs à ce titre des conditions de température observées au cours de ces deux dernières décennies à Lavaux. Le millésime 2018 par contre, caractérisé par un été très chaud et de faibles précipitations, présage peut-être des conditions et des scénarios futurs de l'évolution climatique. Le réchauffement climatique et ses conséquences sur la précocité

et la maturation des cépages représente un défi pour préserver la typicité et la qualité des vins. Le comportement et l'adaptation du cépage Chasselas dans les conditions du bassin lémanique fait l'objet d'une attention toute particulière de la part des viticulteurs et des instituts de recherche (Zufferey *et al.*, 2019). Le choix de pratiques culturales (rapport feuille-fruit, entretien des sols, choix du porte-greffe, date de vendange, etc.) adaptées à l'évolution climatique s'avère déterminant pour garantir une viticulture économiquement viable et de grande qualité (van Leeuwen et Destrac-Irvine, 2017).

Les relevés de température, effectués sur l'ensemble du réseau de parcelles (tab. 1), mettent en évidence la grande variabilité spatiale de la température malgré la très petite taille de la région étudiée. Les différences de température moyennes mensuelles entre des parcelles extrêmes étaient en moyenne de  $2^\circ\text{C} \pm 0,45$  et  $395 \text{ DJ} \pm 88$ , ce qui correspond à un intervalle de plus de deux classes de Winkler (Winkler *et al.*, 1974). Les conséquences sur le développement de la vigne et la maturation du raisin peuvent ainsi être très différentes sur une faible distance. Les caractéristiques du raisin et ses effets sur la typicité et l'expression des terroirs s'en trouvent modifiées. Une variabilité spatiale aussi élevée a été observée dans d'autres régions viticoles, par exemple dans les appellations bordelaises Saint-Emilion, Pomerol et leurs satellites, avec des variations spatiales de l'ordre de 320 DJ de l'indice Winkler (de Rességuier *et al.*, 2020). Cette dernière étude, cependant, comprend une surface viticole de 19233 ha et est donc considérablement plus grande que la zone

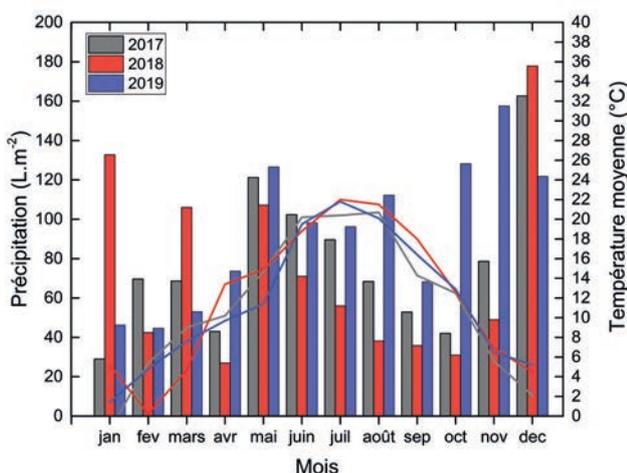


Figure 3 | Diagramme climatique des températures moyennes mensuelles et des précipitations de la station météo de Bourg-en-Lavaux (VD), Suisse.

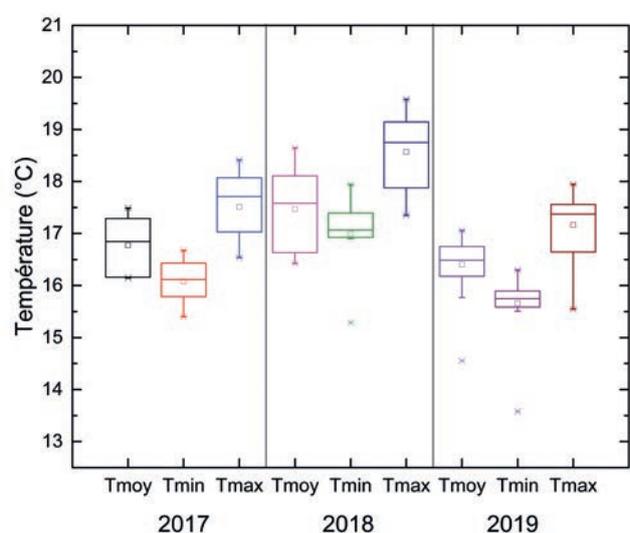


Figure 4 | Température moyenne, minimale et maximale de l'ensemble des parcelles de l'étude en 2017, 2018 et 2019. Bourg-en-Lavaux (VD), Suisse.

Villette (environ 140 ha). L'altitude mais aussi l'exposition des parcelles contribuent à cette importante variabilité de température mesurée entre les sites. Ces résultats mettent en évidence que les facteurs micro- et méso-climatiques jouent un rôle important dans le comportement de la vigne et le potentiel de maturation du raisin. La caractérisation précise de la variabilité spatiale élevée des températures au sein d'une région représente également une connaissance très précieuse pour l'adaptation de stratégies agronomiques et du matériel végétal en vue du réchauffement climatique.

Cette variabilité de température a par conséquent impacté la phénologie des différentes parcelles. Le débourrement (BBC 09) a eu lieu en moyenne des années et des sites au 11 avril et la floraison (BBCH 65) au 12 juin. Le débourrement moyen a été le plus précoce en 2017, noté au 3 avril, suivi de 2019 (le 12 avril) et, fait intéressant, le plus tardif en 2018, au 18 avril, en raison des températures plus fraîches enregistrées au début du printemps 2018. La hausse des températures printa-

nières a permis de combler le retard du développement de la vigne en 2018. La floraison a été atteinte le 8 juin en 2017, le 5 juin en 2018 et le 24 juin en 2019. Au centre viticole d'Agroscope à Pully, les observations de longue durée menées sur la phénologie du Chasselas (période de 1925 à 2008) montrent que le réchauffement récent de ces 30 dernières années ne s'est pas accompagné d'une avance marquée de la période de débourrement (Spring *et al.*, 2009). Sur le site de Changins (La Côte), par contre, la date de débourrement a lieu le 23 avril en moyenne sur la période allant de 1958 à 2008, et celle de la floraison le 25 juin (Bloesch *et al.*, 2009). Ces observations mettent en évidence l'effet du réchauffement climatique récent (fig. 5).

La période du débourrement s'est étalée en moyenne des sites et des années sur 8,6 jours entre les parcelles les plus précoces et les plus tardives, et de 5,3 jours pour la floraison. Les écarts de débourrement entre les sites précoces et tardifs ont été particulièrement élevés en 2019, atteignant 12 jours, et 6 jours au

**Tableau 1** | Températures moyennes annuelles (Tmoy), minimales (Tmin) et maximales (Tmax) et degrés-jours (DJ) en 2017, 2018 et 2019 de l'ensemble des parcelles. Données extraites de la station météorologique de Bourg-en-Lavaux (VD), parcelle 19, d'avril à octobre.

Plot Numéro de parcelle	Altitude	Exposition	2017				2018				2019			
			Tmoy	Tmin	Tmax	DJ	Tmoy	Tmin	Tmax	DJ	Tmoy	Tmin	Tmax	DJ
1	560	Sud-Ouest	16,4	15,6	17,3	1424	16,6	15,9	17,5	1480	16,3	15,5	17,2	1408
2	500	Sud	16,2	15,8	16,5	1379	16,5	15,6	17,3	1426	15,8	15,0	16,6	1307
3	450	Sud-Ouest	17,3	16,5	18,2	1604	17,5	17,4	18,8	1670	16,6	15,8	17,4	1463
4	450	Sud-Ouest	16,8	16,1	17,7	1511	18,6	17,1	18,0	1887	16,6	15,9	17,5	1468
5	400	Sud-Ouest	17,5	16,7	18,4	1642	16,4	17,9	19,6	1415	16,2	15,7	16,6	1366
6	420	Sud-Ouest	17,4	16,4	18,1	1624	18,3	17,6	19,2	1814	17,1	16,3	17,9	1552
7	410	Sud-Ouest	17,1	16,4	17,8	1554	17,3	16,9	17,7	1606	16,4	16,0	17,4	1439
8	530	Sud-Ouest					17,4	16,9	17,8	1618	17,1	15,5	16,4	1513
9	520	Sud-Ouest					16,4	17,2	19,0	1415	16,1	15,6	16,5	1359
10	490	Ouest					17,9	17,2	18,8	1733	16,6	15,9	17,5	1470
11	490	Sud					18,1	17,1	19,3	1770	16,7	15,9	17,7	1498
12	520	Sud-Ouest					17,8	17,0	18,7	1710	16,4	15,5	17,4	1421
13	580	Sud-Ouest					16,6	16,9	18,5	1520	16,3	15,6	17,1	1413
14	440	Sud					16,4	17,5	19,1	1415	16,2	15,7	16,7	1369
15	520	Sud-Ouest					18,0	17,1	18,9	1744	16,4	15,6	17,3	1425
16	470	Sud-Ouest					17,8	17,0	18,7	1703	16,5	15,8	17,5	1458
17	390	Sud-Ouest					16,7	15,3	17,9	1463	14,6	13,6	15,5	1100
18	470	Sud-Ouest					18,3	17,5	19,2	1805	16,8	16,0	17,8	1510
19	510	Sud-Ouest	16,2	15,8	16,5	1379	17,3	16,9	17,7	1606	16,0	15,6	16,4	1349
20	470	Sud					18,1	17,4	19,0	1772	16,8	16,0	17,7	1505
21	470	Sud					18,5	17,5	19,5	1849	16,9	16,1	17,9	1527
22	500	Sud					17,6	17,1	18,3	1670	16,7	15,9	17,6	1482
Moyenne	477		16,4	15,9	16,9	1515	17,5	17,0	18,6	1640	16,4	15,7	17,2	1427

stade de la floraison. Il est intéressant de noter que la variabilité spatiale de la phénologie était la plus faible en 2018, lorsque le débourrement s’est produit de manière plus homogène, les différences étant réduites à seulement 4 jours. La variabilité de la date de floraison entre les parcelles les plus précoces et les tardives a été considérablement réduite par rapport au débourrement, avec 6 jours en 2019 et 2017 et seulement 4 jours en 2018 (fig. 5). La réduction de la période de floraison a également été observée dans d’autres études (de Resseguier *et al.*, 2020).

Comme indiqué précédemment, le facteur majeur du débourrement et de la floraison a été l’altitude (fig. 2): en effet, les parcelles les plus élevées, telles que les sites 1, 8, 13,15 et 16, ont été constamment les plus tardives durant la période d’étude. Un comportement identique à celui du débourrement a été constaté à la floraison dans la majorité des parcelles (fig. 5C). Dans l’ensemble, ces observations indiquent que, durant les millésimes chauds et secs (certainement plus fréquents à l’avenir), les principaux stades de la phénologie de la vigne ainsi que la maturation du raisin devraient se dérouler de manière plus homogène. Cette évolution pourrait à l’avenir atténuer quelque peu les disparités de la phénologie entre les terroirs, enregistrées sur une petite échelle. Cette observation met en évidence que, dans les scénarios climatiques futurs, une adaptation des classifications (ou groupement) de zones traditionnelles du terroir pourrait s’avérer possible.

Selon plusieurs études et observations empiriques, la période optimale de récolte dans les régions viticoles traditionnelles de l’hémisphère Nord, de grande qualité, où l’expression du terroir est considérée comme maximale, se situe entre le 10 septembre et le 10 octobre (van Leeuwen et Seguin, 2006). Malgré le réchauffement climatique et la précocité de la phénologie, le dernier prélèvement de raisin pour les analyses de la composition des baies a été effectué le 20 septembre en 2017, le 19 septembre en 2018 et le 30 septembre en 2019, quelques jours avant le début des vendanges. Selon les conditions climatiques et la précocité du millésime, la période de vendange du Chasselas dans l’appellation Lavaux se déroule entre la mi-septembre et la fin d’octobre. Les conditions météorologiques de la période de fin de maturation et l’état sanitaire des raisins déterminent largement la période de vendange. Une étude menée sur l’influence de la date de vendange et la qualité des raisins et des vins de Chasselas en Dézaley (AOC Lavaux, Vaud) a tenté de démontrer l’influence des conditions météorologiques entre deux dates de vendanges lors d’un même

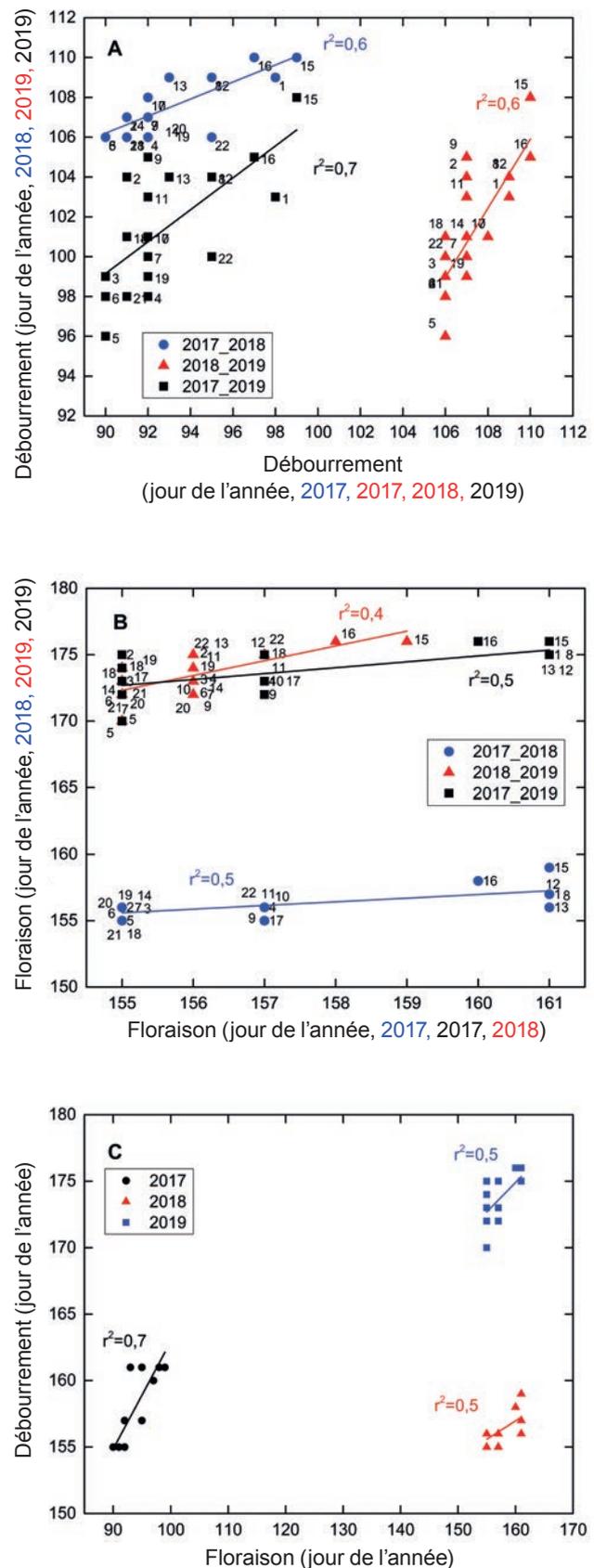
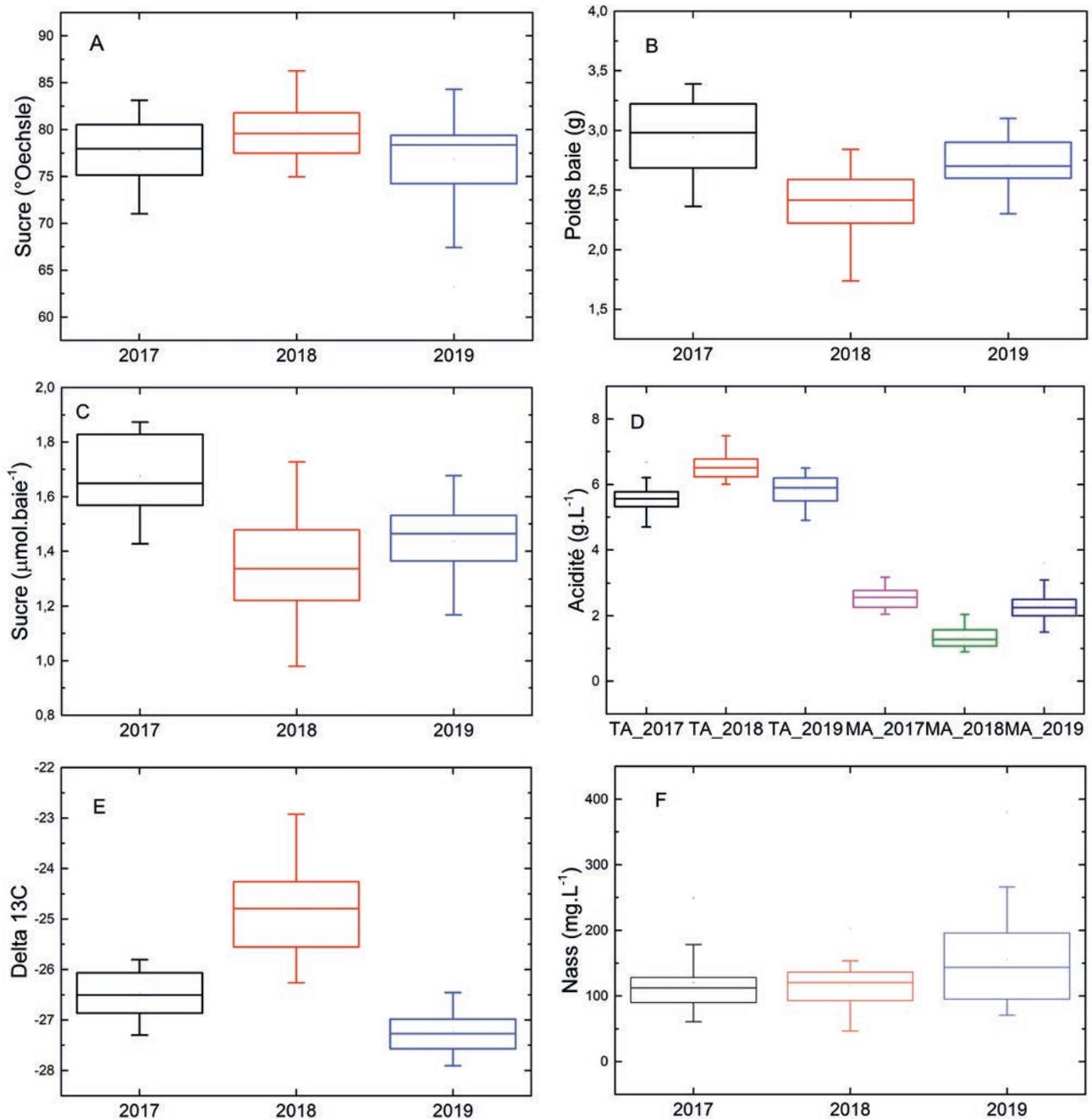


Figure 5 | Corrélations entre la date de débourrement (A, en jours Julien) et les dates de floraison (B) de toutes les parcelles entre les années et entre le débourrement et la floraison (C).

millésime (Zufferey *et al.*, 2019). Une vendange plus tardive a permis d'obtenir des vins de Chasselas plus riches en couleur et en volume, moyennant une perte de rendement minime (environ 5%) lors d'un millésime chaud et sec par rapport à une vendange plus précoce effectuée une dizaine de jours plutôt. Le réchauffement climatique et l'incertitude liée à la quantité et la répartition des précipitations à l'avenir constituent des facteurs clés dans les possibilités d'adaptation des cépages et du Chasselas en particu-

lier dans le vignoble suisse. Les terroirs et les sites offrant un développement de la vigne un peu plus tardif, dû à l'exposition ou à une altitude plus élevée par exemple, pourrait être favorables à la production de raisins conservant une certaine acidité et de vins moins riches en alcool. Par ailleurs, les caractéristiques pédoclimatiques telles que la disponibilité en eau du sol et les précipitations sont déterminantes dans l'expression et les spécificités d'un terroir viticole (van Leeuwen et Seguin, 2006).



**Figure 6** | Poids et composition des baies (°Oechsle, sucre par baie, acidité totale, la composition isotopique du carbone ( $\delta^{13}C$ ), azote assimilable (Nass)) de l'ensemble des parcelles sur la période d'étude (2017–2019). Chasselas, Villette (VD), Suisse.

### Précipitations, régime hydrique et maturation du raisin

Les précipitations annuelles ont été très proches en 2017 et 2019, avec 928 et 1020 l.m<sup>-2</sup>. Cependant, la pluviométrie au cours de la période d'avril à octobre a été plus faible en 2017, avec seulement 510 l.m<sup>-2</sup>, par rapport à 2019, avec 703 l.m<sup>-2</sup> (fig. 3). Les précipitations en 2018 ont été nettement inférieures à celles de 2017 et 2019, avec seulement 366 l.m<sup>-2</sup> d'avril à octobre. La majorité des régions viticoles ont des précipitations annuelles comprises entre 300 et 1000 l.m<sup>-2</sup> par an (van Leeuwen, 2010). Les précipitations enregistrées en 2017 et 2019 peuvent être considérées comme représentatives de la région de Lavaux. Avec seulement 50% des précipitations de 2019 et 70% de 2017 durant la saison, l'année 2018 a été remarquablement sèche pour la région et des symptômes de stress hydrique tels que l'arrêt précoce de la croissance des rameaux suivi d'un jaunissement des feuilles ont pu être observés dès juin 2018 sur certains sites.

L'analyse de la composition isotopique du carbone ( $\delta^{13}C$ ) dans les sucres de raisins (fig. 6E) montre qu'aucun déficit hydrique ( $\delta^{13}C < -26$ ) n'a été observé en 2017 et 2019 sur l'ensemble des sites et que le déficit hydrique était faible (de -24,5 à -26) à modéré (de -24,5 à -23) en 2018 (Rienth et Scholasch, 2019; Scholasch et Rienth, 2019). En 2018, le régime hydrique de la vigne a été directement évalué par des mesures  $\psi_{\text{feuille}}$  en complément de l'analyse  $\delta^{13}C$ , sur un nombre restreint de parcelles. Celles-ci ont été choisies par évaluation visuelle et ont été sélectionnées lorsque les feuilles adultes présentaient des symptômes de stress hydrique (jaunissement des feuilles). Comme l'illustre la figure 7 (C, D et E), dans les parcelles présentant des symptômes caractéristiques de stress hydrique, le  $\psi_{\text{feuille}}$  a atteint des valeurs avoisinant -1,5 MPa, ce qui correspond à un stress hydrique sévère. Cependant, la majorité des parcelles évaluées se situaient dans une plage de contrainte hydrique modérée, entre -1,1 et -1,3 MPa (Rienth et Scholasch, 2019; van Leeuwen *et al.*, 2009; Zufferey, 2007). Il est bien connu que le déficit hydrique peut entraîner une réduction de la taille des baies en fonction de leur gravité et du moment de son apparition au cours du développement des baies (Ojeda *et al.*, 2001). En 2018, la réduction de la taille des baies était corrélée à une diminution de  $\psi_{\text{feuille}}$  lorsque les valeurs atteignaient < -1,3 MPa, tandis que le déficit hydrique plus faible n'a pas eu d'incidence sur la taille finale des baies (fig. 6C).

### Composition du raisin

La composition du raisin prélevé quelques jours avant les vendanges est illustrée à la figure 6 A–E. La concen-

tration en sucre a été relativement proche en moyenne des trois années d'étude (fig. 6). Néanmoins, la teneur en sucre des raisins a été plus élevée en 2018 en comparaison des millésimes 2017 et 2019. Les températures plus chaudes enregistrées durant la maturation en 2018 ont vraisemblablement favorisé l'accumulation des sucres et leur concentration, induite par la réduction du volume des baies et la plus faible disponibilité en eau, comme observé dans d'autres études (Ojeda *et al.*, 2002; Rienth *et al.*, 2014; Scholasch et Rienth, 2019; van Leeuwen *et al.*, 2009).

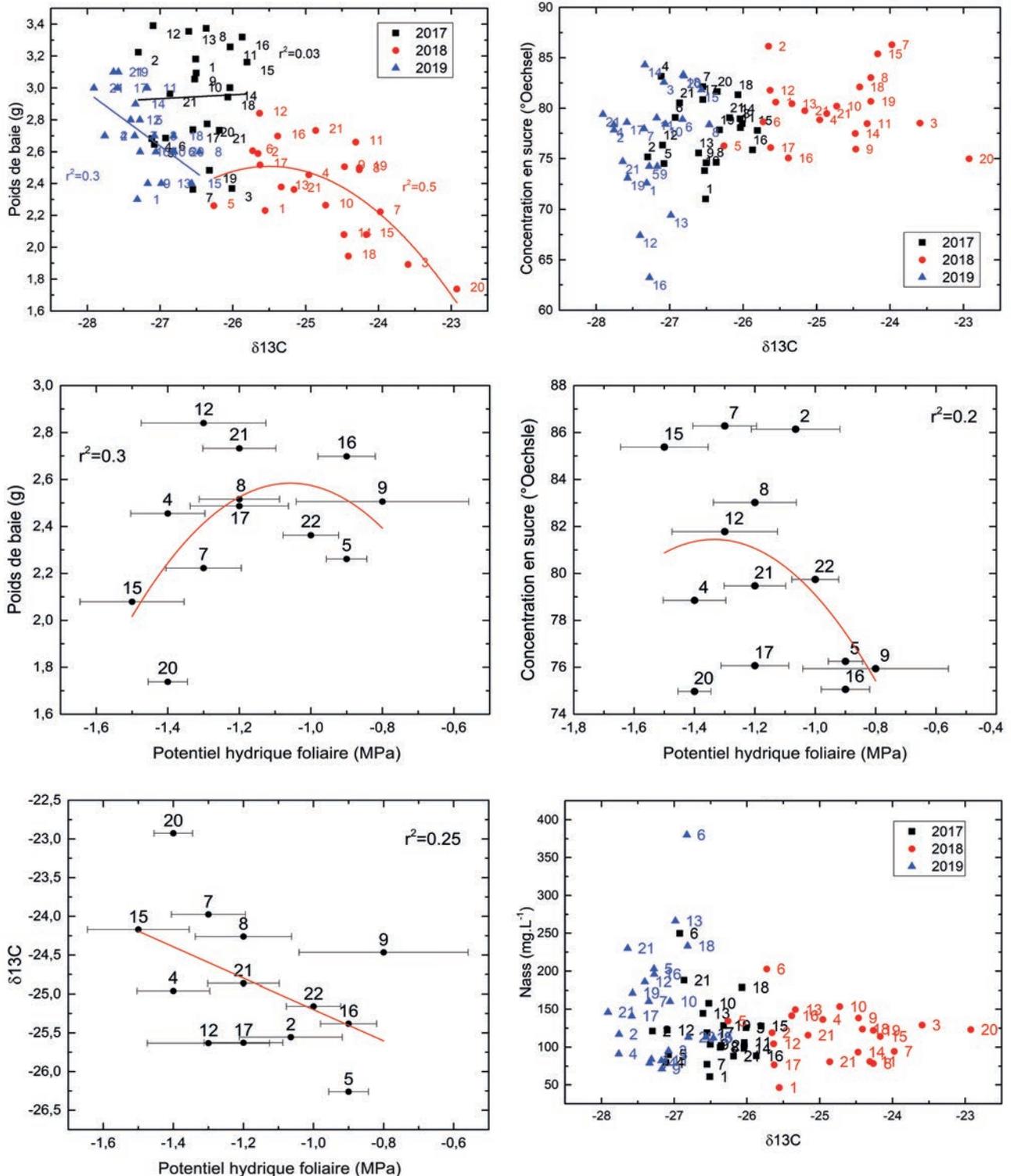
En 2017, le poids unitaire des baies a été significativement plus important qu'en 2018 et 2019. Ce phénomène pourrait être expliqué par des températures élevées au cours du mois de juin 2017 après la nouaison (fig. 3, tab. 1): à cette période, les baies vertes sont dans leur premier stade de croissance herbacée et l'augmentation rapide du volume des baies se produit par expansion et multiplication cellulaire, qui sont deux processus directement accélérés par la température (Keller, 2010). Par ailleurs, le millésime 2017 a été caractérisé par une température plus fraîche en septembre, qui a prolongé la phase de maturation et donc retardé l'arrêt du déchargement du phloème dans les baies.

La relation établie entre le régime hydrique de la vigne, estimé par le potentiel hydrique foliaire ( $\psi_{\text{feuille}}$ ) et la teneur en sucre des raisins ( $^{\circ}Oechsle$ , fig. 7D), montre qu'un déficit hydrique modéré à fort (-1,1 à -1,3 MPa) a globalement favorisé la concentration en sucre des baies, alors qu'un déficit hydrique sévère a diminué leur teneur. Lorsque le déficit hydrique est devenu sévère (-1,3 MPa), l'accumulation de sucre a été en effet entravée, comme ce fut le cas sur les parcelles 4 et 15. La relation caractéristique en forme de «cloche» qui relie l'alimentation en eau de la vigne et la teneur en sucre des baies a été démontrée dans de nombreuses études et sur divers cépages (van Leeuwen *et al.*, 2009; Zufferey *et al.*, 2017, 2018). Une exception a néanmoins été relevée sur le site 8, qui a présenté une teneur un peu plus faible en sucre, alors que la contrainte hydrique a été modérée lors de la mesure. Les caractéristiques du sol (plutôt hydromorphes sur cette parcelle), les conditions atmosphériques, notamment le déficit de pression de vapeur de l'air (VPD) lors de la mesure, ainsi que les conditions de culture (rapport feuille-fruit), pourraient être la cause d'un tel comportement.

Une grande attention a toujours été portée sur la concentration en sucres solubles des raisins, exprimée soit en densité, en degrés  $^{\circ}Oechsle$ , en degrés Baume ou en Brix par exemple. Cependant, la teneur ou la concentration en sucre des baies ne permet pas d'esti-

mer le déchargement des sucres dans les baies (déchargement phloémien). La quantité de sucres par baie est un paramètre intéressant à considérer afin d'évaluer la maturité «physiologique» des baies où l'importation

des sucres cesse vers la fin de la maturation (Deloire, 2011). Dans notre étude, la quantité de sucres par baie a été calculée et un regroupement des parcelles a été effectué en fonction de leur comportement vis-à-vis



**Figure 7** | Relation entre la composition isotopique du carbone ( $\delta^{13}C$ ) et le poids des baies (A), la teneur en sucre (TSS, B) et l'azote assimilable des raisins (D) pour toutes les parcelles et millésimes. Relation entre le potentiel hydrique des feuilles et le poids des baies (C), la composition isotopique du carbone ( $\delta^{13}C$ ) et la teneur en sucre (TSS, F) en 2018. Chasselas, Villette (VD), Suisse.

du processus d'accumulation des sucres. La figure 8 montre à cet effet que l'accumulation des sucres dans certains sites n'a pas cessé vers la fin de la maturation lors du millésime 2017. La figure 8C illustre par contre l'arrêt du déchargement en sucres sur quelques sites. L'analyse de l'accumulation des sucres dans les baies en cours de maturation pourrait constituer un outil précieux pour caractériser la précocité des parcelles viticoles dans un contexte de réchauffement climatique et d'adaptation des pratiques culturales et du choix du matériel végétal.

Les différences de concentration d'acide tartrique (AT) des raisins entre les millésimes ont été moins marquées que celles de l'acide malique (AM) (6C) durant la période d'étude. La dégradation de l'AM après la véraison (Rienth *et al.*, 2016) a été vraisemblablement causée par la température très élevée observée durant la saison 2018. Généralement, les conditions climatiques durant la période post-véraison ont eu un effet moins marqué sur la teneur en AT des raisins, qui n'est plus métabolisé durant la maturation (Rösti *et al.*, 2018). L'AT est moins dépendant de la température que des effets de concentration et/ou de dilution induits par des variations du volume des baies. En 2018, la teneur en AT a été plus élevée que les autres années en raison d'un poids plus faible des baies. La variation de la teneur en AT a atteint 36% entre les parcelles extrêmes en 2017, 23% en 2018 et 27% en 2019. La variation de l'AM a été beaucoup plus importante que celle de l'AT entre les sites, avec des taux atteignant 45%, 85% et 90% respectivement de 2017 à 2019.

La corrélation de différents composants de baies était globalement plutôt faible entre les parcelles, comme l'illustre les degrés Oechsle de différents millésimes dans la figure 9A–C.

Fait intéressant, lorsque l'on considère le rapport AM/AT en tant que paramètre indépendant du volume des baies, la corrélation était plus élevée. Cela peut à nouveau être attribué à sa non-métabolisation. Il est intéressant de noter que la dégradation de l'AM était relativement constante entre les parcelles dans les différents millésimes (fig. 9D–F). Les parcelles présentant systématiquement un rapport AM/AT élevé sont potentiellement mieux adaptées aux conditions climatiques futures, comme les parcelles à haute altitude ou avec une exposition au soleil moins bonne. D'un autre côté, les parcelles présentant systématiquement de faibles ratios AM/AT pourraient nécessiter une adaptation des stratégies agronomiques, des porte-greffes et/ou des adaptations variétales.

La teneur en azote assimilable des raisins a été relativement basse (souvent inférieure à 120 mg N/L) en

moyenne des années et des sites (fig. 6). De grandes variations ont cependant été observées entre les sites, particulièrement en 2019, un peu moins en 2017 et 2018. Aucune corrélation n'a pu être établie entre

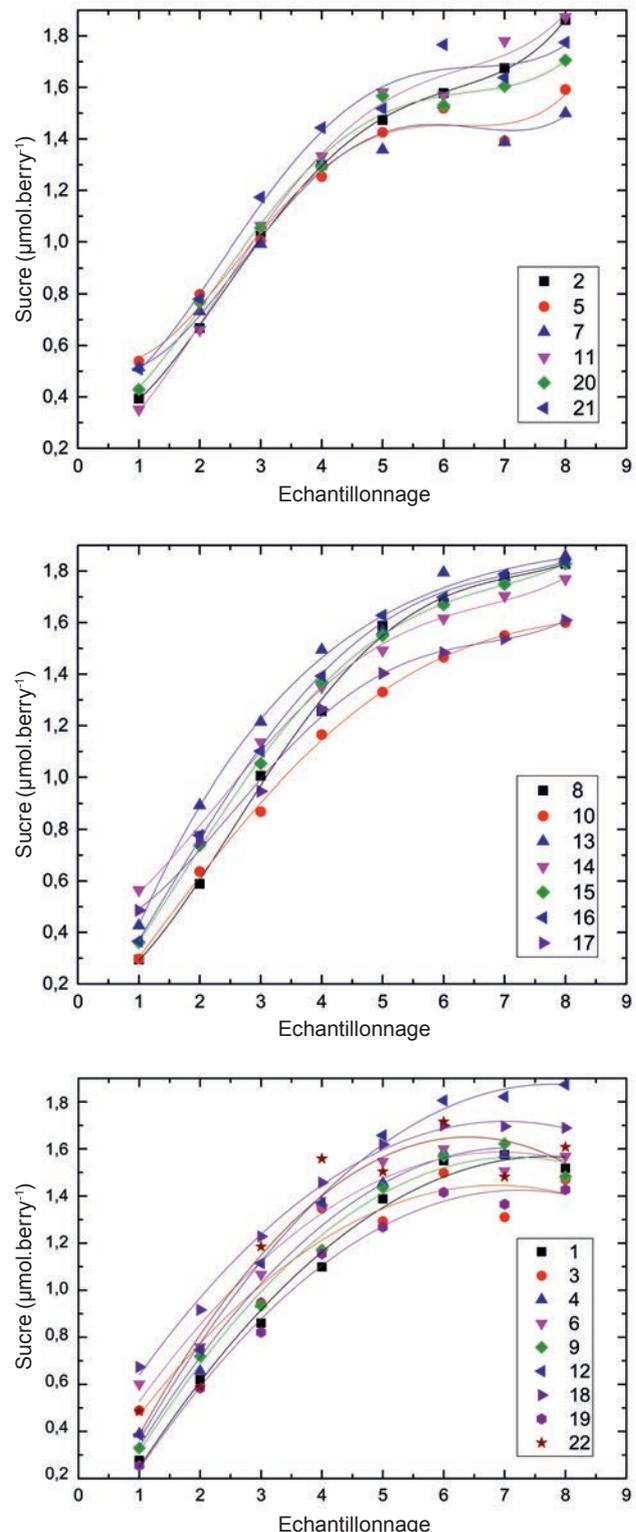


Figure 8 | Exemple d'évolution de la concentration et de la quantité de sucre de toutes les parcelles en 2017.

l'alimentation en eau de la vigne, estimée par la composition isotopique du carbone ( $\delta C13$ ), et la concentration en azote des raisins (fig. 7D) durant la période d'étude. Certains travaux (Reynard *et al.*, 2012) ont néanmoins démontré que les terroirs à faible RU et les conditions estivales chaudes et sèches pouvaient provoquer une réduction du prélèvement et de l'assimila-

tion de l'azote entraînant des teneurs plus faibles dans les moûts à la vendange.

## Conclusions

L'étude visait à caractériser le comportement physiologique et viticole de parcelles de Chasselas au sein

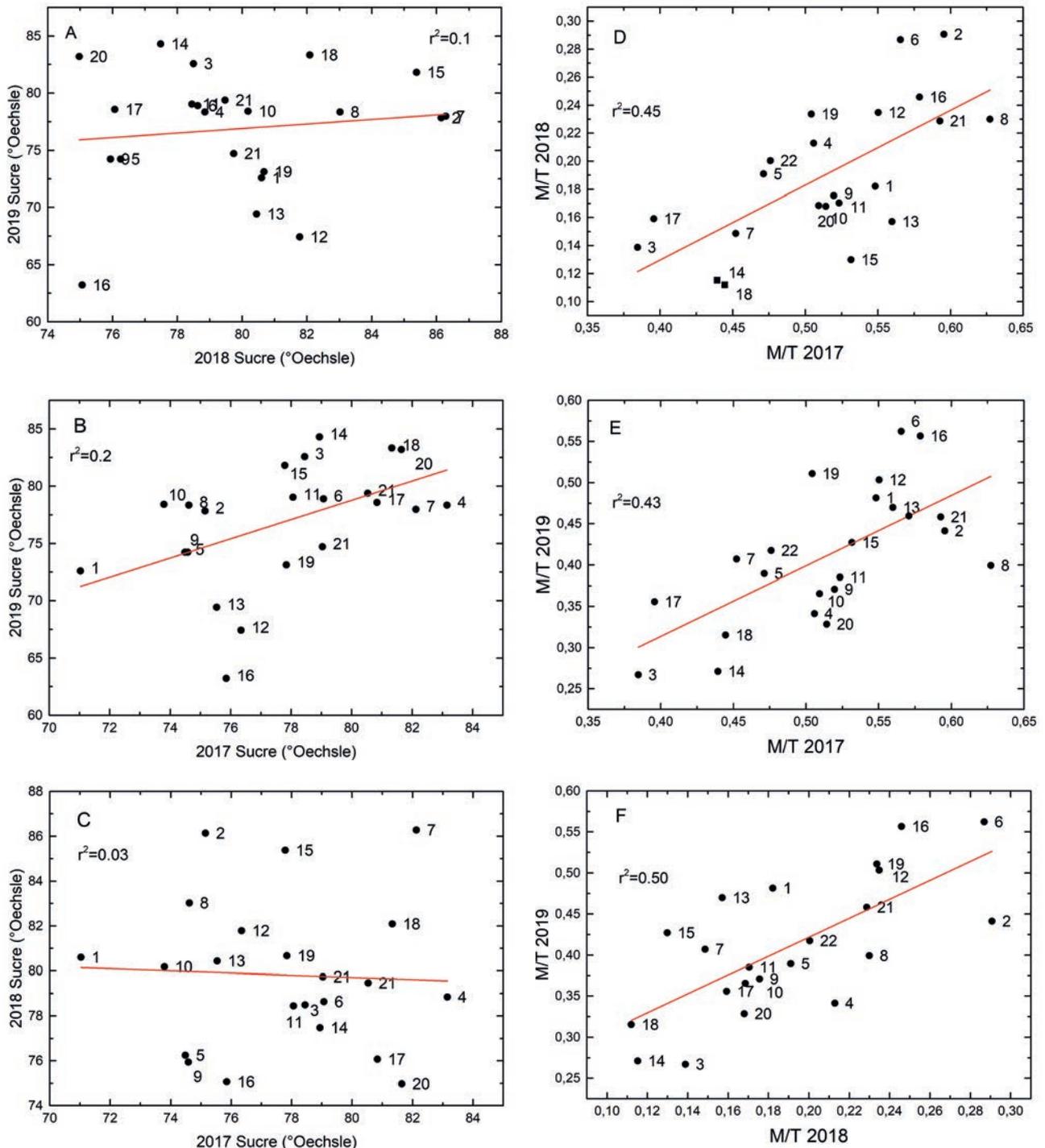


Figure 9 | Corrélations établies entre les différents millésimes pour la teneur en sucres des baies (°Oechsle) et le rapport acide malique AM/ acide tartrique AT pour l'ensemble des parcelles du réseau. Chasselas, Villette (VD), Suisse, 2017–2019.

de l'Appellation Villette (Lavaux, VD) en lien avec les conditions pédoclimatiques. Les observations menées sur trois ans (2017–2019) montrent qu'il est extrêmement difficile de réaliser un regroupement des parcelles en fonction de leur comportement physiologique et viticole dans des conditions pédoclimatiques très diverses. La forte variabilité spatiale de la température, enregistrée sur une petite échelle (140 ha), souligne l'importance des effets microclimatiques et méso-climatiques des sites et de la région qui sont des facteurs majeurs de la précocité de la vigne (phénologie, maturation des raisins). L'altitude et l'exposition du vignoble ont été des paramètres importants de la précocité du développement de la vigne durant la période d'étude. Les conditions d'alimentation en eau des parcelles ont influencé la teneur en sucre des raisins. La restriction modérée en eau a entraîné une teneur plus élevée en sucre des raisins que l'absence de contrainte hydrique ou le stress hydrique trop sévère, particulièrement durant le millésime chaud et sec de 2018. Le régime hydrique n'a par contre pas eu beaucoup d'effet sur la teneur en azote assimilable des raisins, qui a été relativement basse en fonction des sites. Le rapport entre l'acide malique et l'acide tartrique des baies, ainsi que la teneur en sucre par baie pourraient constituer des paramètres précieux dans le suivi de la maturation du raisin et le potentiel d'adaptation des cépages au réchauffement climatique. ■

#### Remerciements

Nos remerciements s'adressent à toute l'équipe de la chimie analytique d'Agroscope à Changins, et particulièrement à Mme Sandrine Belcher, pour les analyses de la composition chimique des baies. Les étudiants-e-s Alexia Henny, Pierre Durand et Axel Vacheron sont vivement remerciés pour leur aide lors de l'acquisition des données sur le terrain. Nous remercions chaleureusement les viticulteurs de Villette et leur représentant M. Jacques Joly pour la mise à disposition de leurs parcelles. La Fédération vaudoise des vigneron(e)s (FVV) est sincèrement remerciée pour son soutien financier et sa confiance.

#### Bibliographie

- Bloesch B., Viret O., Fabre A. L. et Spring J. L., 2008. Evolution climatique et phénologie de la vigne de 1958 à nos jours. *Revue suisse Viticulture, Arboriculture, Horticulture*, **41(3)**, 143–149.
- Choné X., van Leeuwen C., Chéry P. et Ribéreau-Gayon P., 2001. Terroir influence on water status and nitrogen status of non irrigated Cabernet-Sauvignon (*Vitis vinifera*): vegetative development, must and wine composition. *S. Afr. J. Enol. Vitic.*, **22**, 8–15.
- de Ressaiguier L., Mary S., Le Roux R., Petitjean T., Quénel H. et van Leeuwen C., 2020. Temperature Variability at Local Scale in the Bordeaux Area. Relations With Environmental Factors and Impact on Vine Phenology. *Frontiers in Plant Science*, **11 (515)**. doi:10.3389/fpls.2020.00515
- Deloire A., 2011. The concept of berry sugar loading. *WynLand*, 93–95.
- Jones G. V., White M. A., C., O. R. et Storchmann K., 2005. Climate Change and Global Wine Quality. *Climate Change*, **76**, 319–343.
- Mazzei P., Celano G., Palese A. M., Lardo E., Drosos M. et Piccolo A., 2019. HRMAS-NMR metabolomics of Aglianicone grapes pulp to evaluate terroir and vintage effects, and, as assessed by the electromagnetic induction (EMI) technique, spatial variability of vineyard soils. *Food Chemistry*, **283**, 215–223. doi:https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2019.01.012
- Ojeda H., Deloire A. et Carboneau A., 2001. Influence of water deficits on grape berry growth. *Vitis*, **40(3)**, 141–145.
- Pereira G. E., Gaudillère J.-P., van Leeuwen C., Hilbert G., Maucourt M., Deborde C., Moing A. et Rolin D., 2006. 1H NMR metabolite fingerprints of grape berry: Comparison of vintage and soil effects in Bordeaux grapevine growing areas. *Analytica Chimica Acta*, **563(1)**, 346–352. doi:https://doi.org/10.1016/j.aca.2005.11.007
- Reynard J.-S., Zufferey V., Nicol G.-C. et Murisier F., 2011. Soil parameters impact the vine-fruit-wine continuum by altering vine nitrogen status. *OENO One*, **45(4)**, 211–221. doi:10.20870/oeno-one.2011.45.4.1502
- Rienth M., Lamy, F., Schoenenberger, P., Noll, D., Lorenzini, F., Viret, O. and Zufferey, V. (2020). A vine physiology-based terroir study in the AOC-Lavaux region in Switzerland. *OENO One*, **54(4)**
- Rienth M. et Scholasch T., 2019. State of the Art of tools and methods to assess vine water status. *OENO One*.
- Rienth M., Torregrosa L., Luchaire N., Chatbanyong R., Lecourieux D., Kelly M. and 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. et 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
- Rösti J., Schumann M., Cleroux M., Lorenzini F., Zufferey V. et Rienth M., 2018. Effect of drying on tartaric acid and malic acid in Shiraz and Merlot berries. *Aust J Grape Wine Res*, **24(4)**, 421–429. doi:doi:10.1111/ajgw.12344
- Roullier-Gall C., Boutegrabet L., Gougeon R. D. et Schmitt-Kopplin P., 2014. A grape and wine chemodiversity comparison of different appellations in Burgundy: Vintage vs terroir effects. *Food Chemistry*, **152**, 100–107. doi:https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2013.11.056
- Scholasch T. et 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
- Spring J.-L., Viret O. et Bloesch B., 2009. Phénologie de la vigne, 84 ans d'observations du Chasselas dans le bassin lémanique. *Revue suisse Viticulture, Arboriculture, Horticulture*, **41(3)**, 151–156.
- Tomasi D., Gaiotti F. et Jones G. V.: Springer, 2013. The power of the terroir: the case study of Prosecco wine. Springer, Basel.
- van Leeuwen C., 2010. Terroir: the effect of the physical environment on vine growth, grape ripening and wine sensory attributes. In A. G. Reynolds (Ed.), *Managing Wine Quality* (pp. 273–315): Woodhead Publishing.
- van Leeuwen C. et Darriet P., 2016. The Impact of Climate Change on Viticulture and Wine Quality. *Journal of Wine Economics*, **11(1)**, 150–167. doi:10.1017/jwe.2015.21
- van Leeuwen C. et Destrac-Irvine A., 2017. Modified grape composition under climate change conditions requires adaptations in the vineyard. *OENO One*, **51**, 147–154.
- van Leeuwen C., Roby J. P. et de Resseguier L., 2018. Soil-related terroir factors: a review. *OENO One*, **52(2)**, 173–188.
- van Leeuwen C. et Seguin B., 2006. The concept of Terroir in Viticulture. *Journal of Wine Research*, **17(1)**, 1–10.
- Zufferey V., 2007. Alimentation en eau et irrigation de la vigne, 39, 77–78. *Revue suisse Viticulture, Arboriculture, Horticulture*, **39**, 77–78.
- Zufferey V., Murisier F., Letessier I. et Fermont C., 2004. Etude de terroirs viticole vaudoise - Geo - Pedologie. Appellations Dézaley, Calamin, Epesses Villette et Lutry – Rapport final. Retrieved from Centre viticole du Caudoz, 1009 Pully, Suisse.
- Zufferey V., Verdenal T., Koestel C., Rösti J., Dienes-Magy A., Belcher S., Lorenzini F., Spangenberg J., Viret O. et Spring J.-L., 2019. Influence de la date de vendange sur la qualité des raisins et des vins de Chasselas en Dézaley. *Revue suisse Viticulture, Arboriculture, Horticulture*, **51(2)**, 100–111.



**Summary**

■ For three consecutive seasons, 22 Chasselas L. plots were analysed.

The aim of the study was to characterise the terroir of a steeply sloping Swiss wine-growing region by establishing a correspondence between vine and berry physiology and prevailing pedoclimatic conditions. The region offers a unique experimental site, owing to the homogeneity of the plant material in a small microclimate (140 ha) with a multiplicity of different exposures and altitudes. In the three years of study, the temporal variability in average temperature was 142 growing degree-days (GDD). The spatial variability of the temperature between the most extreme plots reached 395 GDD. Statistical analyses of the physiological and pedoclimatic parameters yielded inconsistent groupings of plots between the years, with no correspondence to the geological entities. This shows that the “vintage effect” had a greater influence on vine physiology and berry quality than the “soil effect”. Altitude turned out to be the main factor for earliness for all years, irrespective of vintage. The study provides important information on adapting plant material and on viticultural strategies in view of climate change.

**Key words:** viticultural terroir, berry ripening, temperature variability, phenology, climate change

**Zusammenfassung**

■ Während drei aufeinanderfolgenden Saisons wurden 22 Chasselas-Parzellen untersucht.

Ziel der Studie war es, das Terroir einer Weinregion mit Steillagen zu charakterisieren, um einen Zusammenhang zwischen der Physiologie der Rebe, der Beerenqualität und den vorherrschenden pedoklimatischen Bedingungen zu untersuchen. Die Region bietet aufgrund der Homogenität des Pflanzenmaterials in einem relativen kleinen Mikroklima (140 ha) mit einer Vielzahl unterschiedlicher Expositionen und Höhenlagen einen einzigartigen Versuchsstandort.

In den drei Jahren der Studie betrug die temporelle Variabilität der Durchschnittstemperatur 142 Gradtage (GT). Die räumliche Variabilität der Temperatur erreichte zwischen den extremsten Parzellen 395 GT. Die statistischen Analysen physiologischer und pedoklimatischer Parameter ergab eine inkonsistente Gruppierung der Parzellen in den jeweiligen Jahren ohne eine Übereinstimmung mit den geologischen Einheiten. Dies zeigt, dass der „Jahrgangseffekt“ einen grösseren Einfluss auf die Physiologie der Rebe und die Qualität der Beeren hatte als der „Bodeneffekt“. Die Höhenlage der Parzellen war in allen Jahren der Hauptfaktor für die Frühzeitigkeit und relativ unabhängig vom Jahrgang. Die Studie liefert wichtige Informationen zur Anpassung des Pflanzenmaterials und der weinbaulichen Strategien vor dem Hintergrund des Klimawandels.

**Riassunto**

■ Per tre stagioni consecutive sono state monitorate 22 particelle di Chasselas L.

Lo studio era finalizzato a caratterizzare il terroir di una regione viticola svizzera in forte pendenza, stabilendo una correlazione tra la fisiologia della vite e degli acini e le condizioni pedoclimatiche. La regione offre un sito sperimentale unico nel suo genere grazie all'omogeneità del materiale vegetale in un piccolo microclima (140 ha) con una grande varietà di esposizioni e altitudini diverse. Sui tre anni di studio, la variazione della temperatura è stata in media di 142 gradi-giorni di crescita (GG). La variabilità spaziale della temperatura ha raggiunto i 395 GG tra le particelle più estreme. Le analisi statistiche dei parametri fisiologici e pedoclimatici hanno presentato raggruppamenti incoerenti di particelle tra gli anni, senza corrispondenze con le caratteristiche geologiche. Ciò dimostra che l'effetto del millesimo sulla fisiologia della vite e sulla qualità degli acini è stato avvertito maggiormente rispetto a quello del suolo. L'altitudine si è rivelata essere il principale fattore di precocità per tutte le annate, indipendentemente dal millesimo. Lo studio fornisce importanti informazioni in termini di adattamento del materiale vegetale e delle strategie agronomiche in considerazione del riscaldamento climatico.



LES FRERES DUTRUY  
PÉPINIÈRES VITICOLES

DES PROFESSIONNELS  
À VOTRE SERVICE

- PLANTATION À LA MACHINE GPS
- SÉLECTIONS MASSALES
- NOUVEAUX CLONES
- PRODUCTION DE PORTE-GREFFES CERTIFIÉS

Christian et Julien Dutruy, Grand-Rue 18, 1297 Founex  
+41 22 776 54 02, christian@lesfreresdutruy.ch



**PATENTE DE SPÉCIALISATION  
EN VITICULTURE BIOLOGIQUE 2021-2022**

Viticulteurs, spécialisez-vous en production biologique!

**Contenu :** Environnement, sol, cahiers des charges, cultiver la vigne sans agents de synthèse, stratégies de culture, vinification, recyclage, rentabilité.

Compétences pour diminuer l'emploi d'agents de synthèse, appliquer la production biologique sur son vignoble ou produire sous label bio.

Un jour par semaine, y compris visites et activités en vignoble.

**RENSEIGNEMENTS ET INSCRIPTION**

**Agrilogie Marcelin, Av. de Marcelin 29, 1110 Morges**  
M. Yves Pottu, doyen – 021 557 92 53 – yves.pottu@vd.ch  
[www.vd.ch/agrilogie](http://www.vd.ch/agrilogie)



BON  
JOUR

Suivez votre ligne de vie, venez donner votre sang

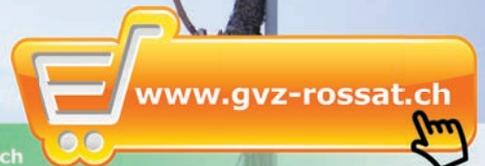


Numéro gratuit 0800 14 65 65 | [itransfusion.ch](http://itransfusion.ch)

Êtes-vous prêt pour l'hiver?  
Découvrez nos produits viticoles pour une nouvelle installation.



Tél.: 062 662 44 66 - Chemin du Milieu 6 - 1580 Avenches - [gvzsales@gvz-rossat.ch](mailto:gvzsales@gvz-rossat.ch)



# Comparaisons agronomiques et organoleptiques de différentes lignées de monarde (*Monarda didyma*)

Vincent DOIMO<sup>1</sup>, Pierrick REBENAQUE<sup>2</sup> et Nicolas DELABAYS<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Institut Terre Nature Environnement (inTNE), HEPIA, HES-SO/Genève, 1254 Jussy, Suisse

<sup>2</sup> Haute école de viticulture et œnologie, Changins, 1260 Nyon, Suisse

Renseignements: Vincent Doimo, e-mail: vdoimo@hotmail.com



Source: *Monarda didyma* Jelitto, le 27 août 2019 à Soral (GE).  
Photo: V. Doimo

## Introduction

La monarde (*Monarda sp.*) est une plante condimentaire et médicinale de la famille des Lamiaceae. Elle est originaire d'Amérique du Nord et son nom latin lui fut attribué par le botaniste Nicolas Monardes, qui l'a découverte au XVI<sup>e</sup> siècle. Les deux espèces les plus connues sont *M. didyma* et *M. fistulosa*. *M. didyma* est utilisée par les Amérindiens sous la forme d'infusion, d'où son nom de thé d'Oswego (Arvy et Gallouin, 2003). Des traces historiques révèlent qu'en 1773 des cargaisons de thé de la Compagnie des Indes ont été détruites et subtilement remplacées par des feuilles de *M. didyma*. Son goût sucré et proche de la bergamote évoque le goût du thé Earl Grey, très réputé à travers le monde (Goutier, 2004). En Suisse, *M. didyma*, aussi appelée mélisse d'or, est très populaire dans les cantons de Suisse alémanique,

où elle est particulièrement consommée sous la forme de sirops et de bonbons. Cette espèce de monarde est produite et transformée par une dizaine de producteurs à travers le pays. Les pépiniéristes suisses multiplient également cette plante à des fins ornementales, pour les paysagistes et les jardiniers amateurs. Son aspect ornemental est très apprécié dans les massifs de plantes vivaces, à floraison estivale. Avec ces multiples usages, la monarde présente ainsi des intérêts pour les filières horticole et agroalimentaire. La vente des fleurs séchées permet quant à elle une rémunération du producteur de 600 fr./kg en production intégrée et de 650 fr./kg en production biologique, avec des rendements en fleurs de l'ordre de 400–600 kg de matière sèche par hectare (Agridea, 2017). Les rendements en fleurs sèches n'ont pas ici été mesurés étant donné que la culture implantée n'est pas en pleine production (rendements non significatifs) durant la première année de culture. L'objectif de cette étude vise à étudier les caractères agronomiques et organoleptiques de cinq accessions européennes de monarde afin de promouvoir cette plante au sein de la filière des plantes aromatiques et médicinales. Le présent article est tiré du travail de bachelor de M. V. Doimo, ingénieur agronome HES.

## Matériel et méthodes

### Matériel végétal

Cinq accessions de *M. didyma* ont été comparées dans le cadre de cet essai (tab. 1). Ces accessions ont été sélectionnées pour leur présence sur les marchés suisse et européen, avec une accession de référence (Ray) d'une productrice située à Yvonand (VD). Les semis ont été effectués en serre (Lullier, GE) le 6 mars 2019, avec un terreau horticole composé de compost, sable, sciures de bois, fibres de bois et de cocopeat (pH 7,5), homologué par la liste des intrants du FiBL. Les repiquages ont eu lieu le 18 avril 2019 dans des godets de 9 cm. Ensuite,

les plants ont été transférés en extérieur sur la parcelle d'essai à Soral (GE) le 1<sup>er</sup> juin 2019 (photo 1). Des analyses génétiques par PCR ont ensuite été réalisées sur l'ensemble des accessions afin de déterminer avec exactitude l'espèce *M. didyma*.

### Site et dispositif expérimentaux

La parcelle expérimentale a été mise à disposition par M. C. Boschung, producteur de plantes condimentaires à Soral. Située à 450 m d'altitude, sur un sol de type limoneux, elle a bénéficié durant la période de culture, de juin à octobre, de 229 mm de précipitations (Agroscope, 2020).

Tableau 1 | Accessions de monardes sélectionnées pour les essais.

Nom de l'accession	Semenciers et revendeurs
<i>Monarda didyma</i> – Thé d'Oswego	Le Grainier, CH
<i>Monarda didyma</i> – Thé d'Oswego	J. Ray, CH
<i>Monarda didyma</i> cv. 'Violacea' – Thé d'Oswego à fleurs roses violacées	CNPMAL, FR
<i>Monarda didyma</i> – Thé d'Oswego	Jelitto®, DE
<i>Monarda didyma</i> – Monarde Analyses génétiques: <i>M. citriodora</i>	Samen Mauser, CH



Photo 1 | Source: parcelle de *Monarda didyma*, le 31 juillet 2019 à Soral (GE). Photo: V. Doimo

**Résumé** En Suisse, la filière des plantes aromatiques et médicinales développe de nouveaux marchés, notamment pour les plantes condimentaires. Dans ce contexte, la monarde, *Monarda didyma*, présente un fort potentiel de développement, de multiples qualités organoleptiques et de nombreuses possibilités de transformation (sirops, liqueurs, bonbons, etc.). A cet effet, cinq accessions ont été sélectionnées et cultivées à Soral (GE), selon le cahier des charges de Bio Suisse. Les fleurs ont été récoltées, puis séchées afin de procéder à des analyses organoleptiques au laboratoire d'analyse sensorielle de Changins (VD). Des relevés agronomiques comprennent les mesures de date et de durée de floraison, de tolérance à l'oïdium et de hauteur des plants. Pour l'ensemble des lignées cultivées, seule l'accession Jelitto présentait une tolérance à l'oïdium. La sucrosité a été la plus marquée pour l'accession Jelitto. L'accession Samen Mauser est d'intérêt pour la confection de mélanges pour infusion. La saveur de bergamote, typique de la monarde, n'a pas été statistiquement prouvée au seuil de 5%. Suite à des analyses génétiques, l'accession Samen Mauser s'avère être l'espèce *M. citriodora* et pas *M. didyma*.

Les 60 plants des différentes lignées ont été plantés le 1<sup>er</sup> juin 2019, à une densité de 6,5 plants/m<sup>2</sup> dans le cadre d'un essai en six blocs aléatoires complets, avec comme unité expérimentale un lot de deux plants de *Monarda didyma* de la même accession, pour un total de 12 plants par accession.

Une fumure de fond a été apportée avant la plantation, sur analyse de sol à raison de 3 kg de Biorga Vegi (5/1/5) et 0,5 kg de Patentkali® (30% K<sub>2</sub>O/10% MgO/42,5% SO<sub>3</sub>). Les arrosages ont été effectués à raison de 20 mm par semaine, par goutte à goutte. Un seul désherbage a été effectué manuellement cinq semaines après plantation. Aucun traitement phytosanitaire n'a été appliqué sur l'ensemble de la parcelle, afin d'étudier la tolérance à l'oïdium des plants.

## Mesures et observations

### Observations phénologiques et agronomiques

Les observations suivantes ont été réalisées sur les différentes lignées: l'apparition des premières fleurs et la

durée de floraison, la hauteur moyenne des plantes et la sensibilité à l'oïdium. La hauteur de six plants par accession a été mesurée le 23 septembre 2019. La monarde étant fragile au niveau de la tige, les ruptures par grands vents sont fréquentes. Par conséquent, la hauteur et la robustesse des tiges est déterminante pour éviter la perte des plants. En ce qui concerne les mesures et les observations sur l'oïdium, elles ont été effectuées le 27 août 2019, avec, comme symptôme, l'apparition d'un duvet blanchâtre à la surface supérieure des feuilles. Dès un seuil d'attaque de 10% de la surface foliaire, nous avons comptabilisé la plante comme sensible.

### Analyses sensorielles

Les analyses sensorielles ont été effectuées à Changins (VD), au sein d'une salle équipée de cabines individuelles de dégustation et d'ordinateurs pour l'enregistrement des données qui répond aux normes en vigueur de l'évaluation sensorielle. Le logiciel FIZZ (Biosystèmes, Couternon, F) a été employé pour répondre aux différents critères pour les dégustations, collecter et gérer les données pour leurs analyses ultérieures. Avant les évaluations sensorielles avec le panel de dégustateurs, une pré-dégustation a eu lieu avec un comité de quatre personnes. Cette pré-dégustation avait comme objectifs de générer du vocabulaire et d'identifier des descripteurs propres à la monarde. Le panel de dégustateurs final était composé de quatorze juges, dont treize ont participé à la séance olfactive. Ces juges ont évalué chaque produit en attribuant une note pour chaque descripteur, le but étant de différencier chaque produit pour les caractériser. A noter que chaque juge avait la possibilité de revenir sur ses choix en modifiant les notes attribuées sur des échelles linéaires non structurées (d'intensité faible = note de 0 à intensité forte = note de 10). Pour les cinq accessions de monarde, les fleurs séchées ont été caractérisées au nez et en bouche, suivi d'une comparaison entre deux infusions diffé-

rentes: Samen Mauser et Ray. Chaque juge possédait ainsi trois fleurs séchées de la même accession pour la dégustation. Une cabine de dégustation était quant à elle dédiée aux tests olfactifs, avec des baux remplis de fleurs séchées de monarde. Pour les infusions, les fleurs séchées (1,2g) ont ainsi pu être infusées dans un volume d'eau de 240 ml à 70°C pendant quinze minutes. Ensuite, 5 cl d'infusion ont été distribués dans des verres, à l'ensemble des dégustateurs. Des analyses statistiques ont été réalisées avec des tests ANOVA à deux facteurs, suivis de comparaisons multiples de Fisher et de Tukey. Lors du non-respect des règles d'application du test ANOVA, le test de Friedman a été appliqué. Des analyses en composantes principales (ACP) ont par ailleurs également été appliquées avec Excel. L'ensemble des analyses statistiques a été effectué à l'aide du logiciel statistique Minitab® 19.

## Résultats

### Observations phénologiques et agronomiques

Les observations phénologiques principales ont montré une grande variabilité entre les accessions, à commencer par la durée de floraison (tab. 2). La durée de floraison des accessions Samen Mauser et Jelitto est identique, soit onze semaines. Cependant, l'accession Samen Mauser est sensiblement plus précoce d'une semaine que Jelitto. Cette durée de onze semaines permettrait d'obtenir ainsi une fenêtre de récolte plus étalée et continue, laissant une plus grande marge de manœuvre pour l'organisation de la récolte par le producteur. La durée de floraison la plus courte et la plus tardive (vingt-sept semaines après la date du semis) est celle de Grainier, avec seulement cinq semaines de durée de floraison. Enfin, les accessions du CNPMAI et de Ray ont une durée de floraison de neuf semaines, avec un étalement de juillet à septembre. Nous pouvons aussi remarquer que les fleurs et les bractées de monarde étaient de couleur très différente

**Tableau 2** | Observations phénologiques de cinq accessions de *Monarda sp.*

Accession	Mois de floraison	Période de floraison (nombre de semaine après semis)	Couleur des fleurs	Couleur des bractées	Durée de floraison (semaine)
CNPMAI	Juillet–Septembre	22–31	Violet	Violet	9
Grainier	Septembre–Octobre	27–32	Rose	Rose	5
Samen Mauser	Juillet–Septembre	19–30	Violet-rose	Violet	11
Jelitto	Juillet–Septembre	20–31	Rouge	Rouge	11
Ray	Juillet–Septembre	22–31	Rose-rouge	Violet	9

les unes par rapport aux autres. A noter que la couleur rouge est la plus appréciée pour la confection de sirop et de bonbons (colorant naturel). L'accession Jelitto est celle qui correspond le mieux aux critères du marché suisse. Les hauteurs moyennes des accessions (fig. 1) ont présenté l'accession Samen Mauser comme étant statistiquement (au seuil de 5%) la plus haute, avec 115 cm. Les autres accessions avaient quant à elles une hauteur moyenne de 81 cm, pour l'accession Grainier, et jusqu'à 95 cm pour l'accession Ray. Pour ce qui est de la tolérance à l'oïdium, seule une accession n'a présenté aucun symptôme sur la surface foliaire (duvet blanchâtre), à savoir l'accession Jelitto. Cela peut notamment être expliqué par le fait que les feuilles de cette accession possèdent une cuticule cireuse et non duveteuse comparé aux autres accessions. Ainsi, les accessions suivantes ont été attaquées par l'oïdium: CNPMAI, Ray, Samen Mauser et Grainier.

Suite à des analyses génétiques par PCR, l'accession Samen Mauser s'est révélée être *M. citriodora* et non pas *M. didyma*, comme révélé sur l'emballage des semences (séquences disponibles sur [www.ncbi.nlm.nih.gov/genbank](http://www.ncbi.nlm.nih.gov/genbank)).

### Analyses sensorielles

Les intérêts organoleptiques sont présentés en trois volets: nez et bouche pour la dégustation de fleurs, et uniquement en bouche pour les deux infusions. Le premier volet présente l'ensemble des descripteurs olfactifs obtenus et décrits. Les résultats statistiquement significatifs au seuil d'au moins 5% dans l'ANOVA à deux facteurs pour les descripteurs sont les suivants: violette (p-valeur=0,003), caoutchouc (p-valeur=0,027) et banane mûre (p-valeur=0,011). Pour ce qui est des autres descripteurs, les résultats obtenus ne permettent pas de conclure à des différences statistiquement significatives entre les accessions (fig. 2). Le volet suivant présente les valeurs gustatives obtenues pour la dégustation de fleurs de monarde (fig. 3). Les descripteurs suivants sont statistiquement significatifs au seuil de significativité de 5% entre les différentes accessions: piquant (p-valeur=0,002), acidité (p-valeur=0,015) et sucrosité (p-valeur <0,001). Les autres descripteurs n'ont révélé aucun résultat significatif à ce seuil.

Des analyses en composantes principales ont également pu être effectuées afin de mieux comprendre les oppositions ou rapprochements entre les produits, vis-à-vis de leurs descripteurs. Ainsi, les figures 4 et 5 illustrent les analyses en composantes principales (ACP) au nez et en bouche. Pour observer la représentation globale de tous les produits, l'ensemble des descrip-

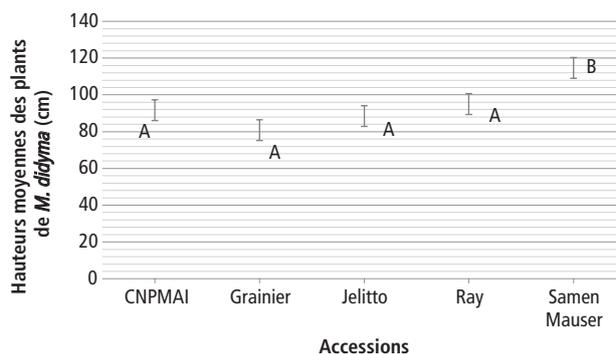


Figure 1 | Hauteurs moyennes et écarts-types des plants de cinq accessions de monardes *Monarda sp.* (lettres différentes: différences significatives selon test de Tukey).

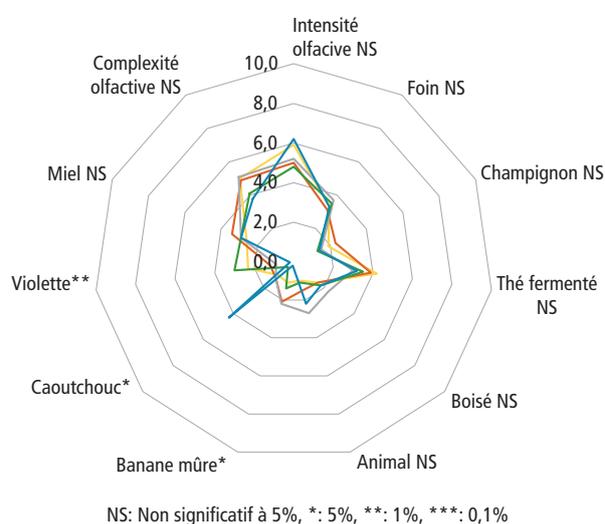


Figure 2 | Diagramme en étoile des moyennes de descripteurs olfactifs pour cinq accessions de *Monarda sp.*

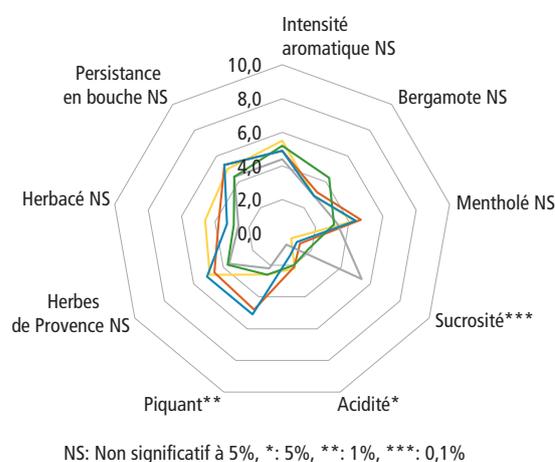
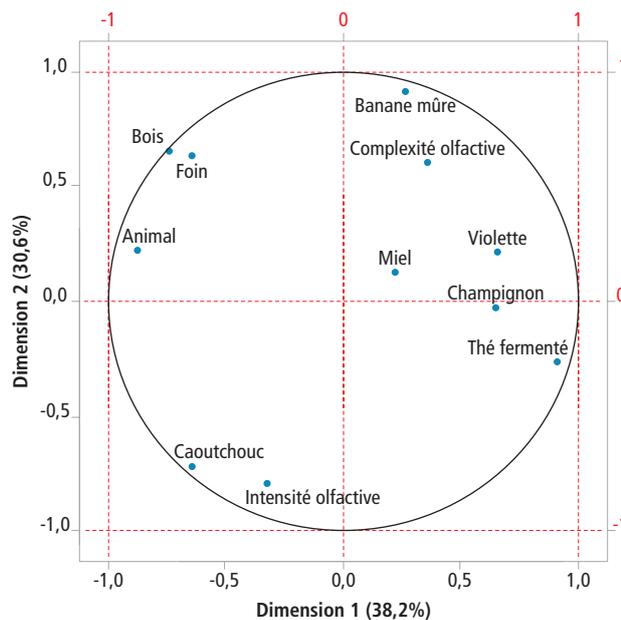
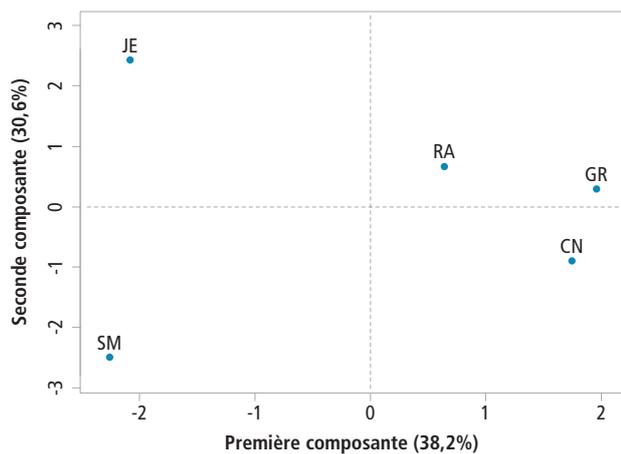


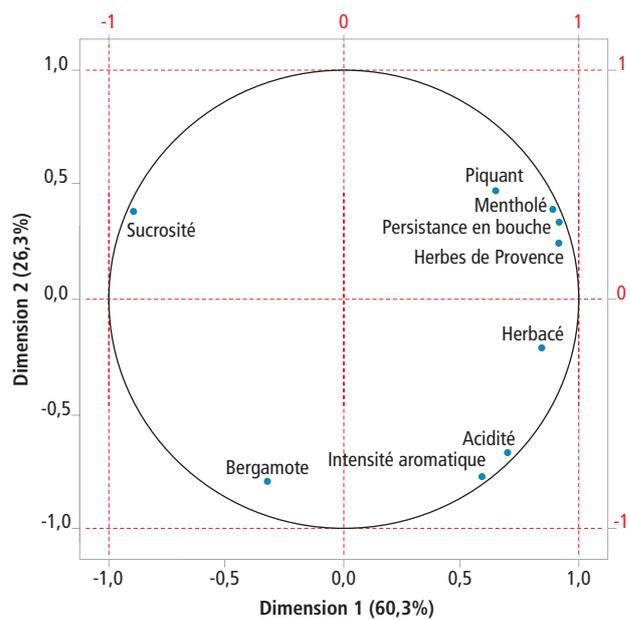
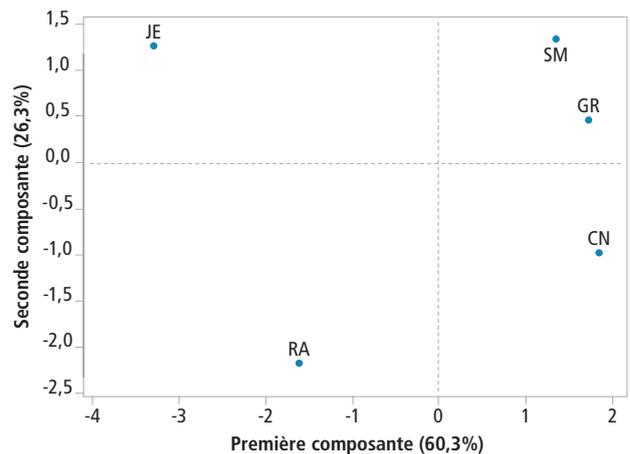
Figure 3 | Diagramme en étoile des moyennes de descripteurs gustatifs de cinq accessions de *Monarda sp.*

teurs ont été projetés sur l'ACP. Ces résultats ne sont donc pas statistiquement significatifs, mais permettent d'observer les ressemblances et dissemblances entre les accessions. La première dimension de la figure 4 (38,2% de la variance totale) montre que les accessions CNPMAI et Grainier, caractérisées par les termes «thé fermenté», «champignon» et «violette», sont opposées aux accessions Jelitto et Samen Mauser décrites par les descripteurs «caoutchouc», «boisé» et «foin». Quant aux accessions les plus proches olfactivement parlant, il s'agit des accessions CNPMAI et Grainier. L'accession Jelitto est plus «foin» (moyenne de 3,7 sur 10, contre 3,4 pour l'ensemble des accessions) et «boisé» (moyenne de 2,3 sur 10, contre 1,8 pour l'ensemble des accessions), à l'opposition du descripteur «thé fermenté» (moyenne de 3,0 sur 10, contre 3,6 pour l'en-

semble des accessions), correspondant particulièrement à l'accession CNPMAI (moyenne de 4,2 sur 10). L'accession Samen Mauser est quant à elle plus «caoutchouc» (moyenne de 4,3 sur 10, contre 1,6 pour l'ensemble des accessions) et d'intensité olfactive (moyenne de 6,2 sur 10, contre 5,4 pour l'ensemble des accessions), par opposition à CNPMAI et Grainier. Ces dernières sont plus «thé fermenté» et «violette» en termes olfactifs. Dans la figure 5, la première composante (60,3% de la variance totale) oppose les accessions Samen Mauser, Grainier et CNPMAI, caractérisées par les termes «piquant», «persistant en bouche» et «herbacé» par rapport à l'accession Jelitto, décrite par de la sucrosité en bouche. Sur la deuxième composante principale (qui représente 26,3% de la variance totale), l'accession Ray est quant à elle représentée



**Figure 4** | Analyses en composantes principales au nez de cinq accessions de *Monarda sp.* (JE = Jelitto, RA = Ray, SM = Samen Mauser, GR = Grainier et CN = CNPMAI)



**Figure 5** | Analyses en composantes principales en bouche de cinq accessions de *Monarda sp.* (JE = Jelitto, RA = Ray, SM = Samen Mauser, GR = Grainier et CN = CNPMAI)

comme étant la plus proche du descripteur «bergamote», caractéristique de la monarde. Par opposition, les accessions Samen Mauser et Grainier, relativement proches entre elles, sont plus piquantes, mentholées et persistantes en bouche.

Enfin, le dernier volet correspond aux comparaisons entre les infusions des accessions d'intérêt Ray et Samen Mauser. La figure 6 montre les résultats obtenus des analyses sensorielles uniquement en bouche. Les valeurs statistiquement significatives à un seuil d'au moins 5% sont: persistance en bouche (p-valeur=0,001), intensité aromatique (p-valeur <0,001), mentholé (p-valeur=0,013), herbes de Provence (p-valeur=0,001) et piquant (p-valeur=0,013). Nous pouvons voir que l'accession Samen Mauser possède des notes significativement supérieures, avec des résultats très satisfaisants pour l'intensité aromatique (moyenne de 5,9 sur 10, contre 3,0 pour l'accession Ray), la persistance en bouche (moyenne de 6,2 sur 10, contre 3,2 pour Ray), le goût rappelant les herbes de Provence (moyenne de 5,7 sur 10, contre 2,7 pour l'accession Ray) et le descripteur piquant (moyenne de 3,4 sur 10, contre 1,0 pour l'accession Ray).

## Conclusions

- L'accession Jelitto est intéressante pour ses fleurs de couleur rouge, caractéristiques de la monarde dite thé d'Oswego. Son caractère sucré en bouche et sa tolérance à l'oïdium sont également d'intérêt. La durée de floraison de onze semaines est aussi un atout majeur.

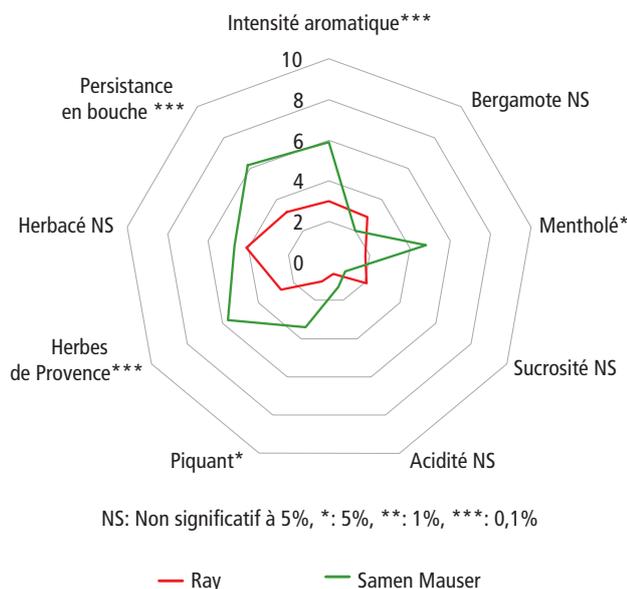


Figure 6 | Diagramme en étoile des moyennes des descripteurs gustatifs pour les infusions de deux accessions de *Monarda sp.*

- L'accession Samen Mauser possède une hauteur de tige significativement plus grande que l'ensemble des accessions cultivées. Cette accession serait ainsi plus sujette aux risques de rupture des plants par le vent.
- Les autres accessions (Ray, CMPMAI et Grainier) possèdent d'autres descripteurs dits «secondaires» pour la recherche au sein de la transformation. Bien que les résultats n'ont pas pu démontrer une monarde caractérisée par la saveur de bergamote au seuil de 5%, l'accession Ray possède toutefois la note moyenne la plus élevée (moyenne de 4,3, contre 3,2 pour l'ensemble des accessions).
- L'accession Samen Mauser, déclarée sous le nom de *M. didyma*, s'est révélée être une espèce différente du nom de *M. citriodora*. Elle possède des qualités gustatives intenses. Pour les infusions, l'accession Samen Mauser présente également des descripteurs en bouche très marqués (intensité olfactive, persistance en bouche et herbes de Provence notamment), permettant ainsi des mélanges avec d'autres plantes aromatiques et médicinales pour la confection d'infusions. ■

## Remerciements

Nous tenons à remercier toute l'équipe d'analyse sensorielle et les panelistes de dégustation de Changins (VD) de leur précieuse contribution à cette étude. Nous remercions également Mme Jacqueline Ray, productrice La Mélisse d'or, à Yvonand (VD), et M. Camille Boschung, producteur 1001 Herbes, à Soral (GE), de leur expertise technique. Enfin, nous remercions l'équipe du laboratoire plantes et pathogènes de Hepia (Haute Ecole du paysage, d'ingénierie et d'architecture de Genève), avec une attention particulière à M. Julien Crovadore, adjoint scientifique HES.

## Bibliographie

- Agridea, 2017. «Plantes aromatiques et médicinales – Classeur de fiches techniques». Développement de l'agriculture et de l'espace rural.
- Agroscope, 2020. «Données météorologiques précipitations Soral (GE)». [www.agrometeo.ch/fr/meteorology/datas](http://www.agrometeo.ch/fr/meteorology/datas). [12 juin 2020].
- Arvy M.-P. et Gallouin F., 2003. *Epices, aromates et condiments*. Belin. 412 p.
- Doimo V., 2019. «Création, sur des critères aromatiques, de variétés de plantes condimentaires». Hepia, 2019.
- Goutier J., 2004. *Aromates, herbes et simples*. Eyrolles. Paris.
- Le Grainier. s. d. «Herbes Aromatiques». Le Grainier – Graines et semences bio (blog). [www.legrainier.com](http://www.legrainier.com) [30 décembre 2018].

**Summary**

In Switzerland, the aromatic and medicinal plants sector is currently developing new markets, particularly for the sale of condiment plants.

In this context, bee balm (*Monarda didyma*) has a strong potential for development, a number of organoleptic qualities, and numerous processing options (syrops, liqueurs, sweets, etc.). To this end, five accessions were selected and grown in Soral (canton of Geneva) according to Bio Suisse specifications. The flowers were harvested and dried for organoleptic analysis at the Changins Sensory Analysis Laboratory (canton of Vaud). Agronomic surveys included flowering date and duration, powdery mildew tolerance, and plant-height measurements. Out of all cultivated lines, only the Jelitto accession was powdery mildew-tolerant. The Jelitto accession also had the most marked sweetness. The Samen Mauser accession was of interest for producing herbal tea mixtures. The typical bergamot flavour of bee balm was not statistically proven at the 5% threshold. Following genetic analyses, the Samen Mauser accession turned out to be the species *M. citriodora* and not *M. didyma*.

**Key words:** Bee balm, sensory analysis, powdery mildew, agrifood

**Zusammenfassung**

In der Schweiz entwickelt die Aroma- und Medizinalpflanzenbranche derzeit neue Märkte, insbesondere im Bereich der Aromapflanzen.

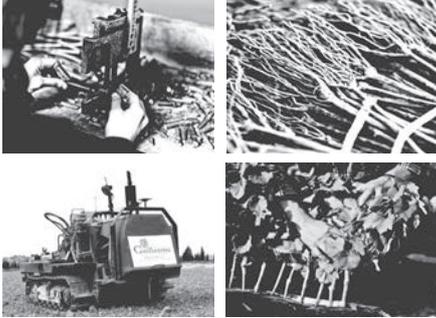
Dabei bietet die Goldmelisse (*Monarda didyma*) ein grosses Entwicklungspotenzial dank vielfältiger organoleptischer Eigenschaften und zahlreicher Verarbeitungsmöglichkeiten (Sirup, Likör, Bonbons, usw.). Um dies zu untersuchen wurden in Soral (GE) fünf Akzessionen ausgewählt und angebaut unter Einhaltung der Anforderungen von Bio Suisse. Die Blüten wurden geerntet und zur organoleptischen Analyse im Sensorik-Labor in Changins (VD) getrocknet. Die agronomischen Analysen umfassen die Blütezeit und -dauer, die Mehltau-Toleranz und Pflanzenhöhe. Unter den untersuchten Linien wies nur die Jelitto-Akzession eine Toleranz gegenüber Mehltau auf. Auch die Süsse ist bei der Jelitto-Akzession am stärksten ausgeprägt. Die Samen Mauser-Akzession ist für die Zubereitung der Kräuterteemischung interessant. Der für die Goldmelisse typische Bergamottgeschmack wurde bei einem Grenzwert von 5% statistisch nicht nachgewiesen. Genetische Analysen haben zudem gezeigt, dass es sich bei der Samen Mauser-Akzession um *M. citriodora* und nicht um *M. didyma* handelt.

**Riassunto**

In Svizzera, la filiera delle piante aromatiche e medicinali sta sviluppando nuovi mercati, in particolare per le piante da condimento.

In questo contesto, la monarda (*Monarda didyma*) ha un forte potenziale di sviluppo e presenta molteplici qualità organolettiche e numerose possibilità di trasformazione (sciropi, liquori, caramelle,...). A tal fine, a Soral (GE) sono state selezionate e coltivate 5 accessioni, secondo il disciplinare di Bio Svizzera. I fiori sono stati raccolti ed essiccati per effettuare analisi organolettiche nel laboratorio di analisi sensoriale di Changins (VD). I rilievi agronomici comprendono la misurazione di: data e durata della fioritura, tolleranza all'oidio e altezza delle piante. Per tutte le linee coltivate, solo l'accessione Jelitto presenta una tolleranza all'oidio. La dolcezza più marcata è stata rilevata per l'accessione Jelitto. L'accessione Samen Mauser è interessante per confezionare miscele per infusi. Il sapore di bergamotto, tipico della monarda, non è stato dimostrato statisticamente alla soglia del 5%. Inoltre, in seguito alle analisi genetiche, l'accessione Samen Mauser si rivela essere la specie *M. citriodora* e non la *M. didyma*.

 PÉPINIÈRES  
**GUILLAUME**  
PLANTS DE VIGNE  
DEPUIS 1895



Notre expérience au service  
de la réussite de votre projet

Sélections massales et privées

**Vigo Rhize**, le plant aux  
défenses naturelles renforcées

*Ensemble,  
créons un vignoble  
d'exception*

François Guillaume

Tél. +33 (0)6 71 01 32 29 Mail: francois@guillaume.fr  
www.guillaume.fr



Assurances sur mesure  
pour les pros de la terre

- Responsabilité civile privée et d'exploitation
- Assurance ménage
- Assurance de l'inventaire agricole
- Assurance des bâtiments
- Couvertures complémentaires

**Prométerre & emmental assurance**  
redistribuent les excédents réalisés.

À votre service: 021 966 99 99  
affiliation@prometerre.ch

**Nos barriques:**  
**Tonnellerie Quintessence**

en vente chez  
[www.baldinger.biz](http://www.baldinger.biz)

**Baldinger**  
seit 1951

**Alphatec SA**  
www.alphatec-sa.ch



BÄHR

Vredo

*vous accompagne pour l'entretien de vos cultures*

1348 Method Tél: 024 442 85 40 alphatec@alphatec-sa.ch



**PLANTS DE VIGNE**

Pour une viticulture moderne  
couronnée de succès

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

# Détection des spores de mildiou et d'oïdium en temps réel à haute résolution spatiale

Tessa BASSO<sup>1</sup>, Michaël TRAN<sup>1</sup>, Vittorio PINI<sup>1</sup>, Sylvain SCHNÉE<sup>2</sup>, Pierre-Henri DUBUIS<sup>2</sup>, Jérôme KASPARIAN<sup>1,3</sup> et Jean-Pierre WOLF<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Département de physique appliquée, Université de Genève, chemin de Pinchat 22, 1211 Genève 4, Suisse

<sup>2</sup> Agroscope Changins, route de Duillier 50, 1260 Nyon, Suisse

<sup>3</sup> Institut des sciences de l'environnement, Université de Genève, boulevard Carl-Vogt 66, 1211 Genève 4, Suisse

Renseignements: Jean-Pierre Wolf, e-mail: jean-pierre-wolf@unige.ch



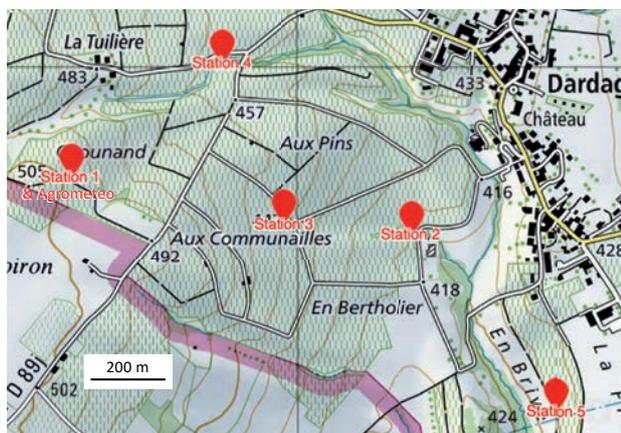
Station de mesure des spores dans l'air installée dans le vignoble de Dardagny (GE). A l'arrière, un impacteur sur filtre.

## Introduction

Le mildiou (produit par *Plasmopara viticola*) et l'oïdium (produit par *Erysiphe necator*) sont deux maladies cryptogamiques fréquentes de la vigne, pouvant non seulement affecter gravement la quantité et la qualité de la récolte, mais aussi affaiblir la plante l'année suivante en cas de forte défoliation précoce. Le nombre de traitements fongicides varie de six à quatorze selon les régions, les types de culture et les conditions climatiques de l'année. L'opinion publique

et les politiques se préoccupent de l'impact négatif de ces traitements sur l'environnement et de la présence possible de résidus de fongicides dans les vins. Ces enjeux environnementaux, sanitaires, économiques (Lechenet *et al.*, 2017) et politiques poussent à réduire l'usage des produits phytosanitaires. Les efforts dans cette direction incluent l'usage de variétés résistantes aux maladies, le développement de produits alternatifs moins problématiques pour l'environnement et la santé humaine, et les outils d'aide à la décision visant à réduire le nombre de traitements. En particulier, il semble naturel de ne traiter les cultures que quand et où les conditions phytosanitaires l'imposent, grâce à des mesures et des modèles à fine résolution spatiale et temporelle. Citons notamment la détection de haute sensibilité et sélectivité des pathogènes dans l'air, l'échantillonnage des feuilles en vue d'une analyse au laboratoire, la modélisation basée sur les données météorologiques et la connaissance de leurs liens avec la biologie et le développement des pathogènes, ainsi que l'imagerie hyperspectrale aérienne des cultures, par drones ou satellites.

Les trois dernières approches butent essentiellement sur la représentativité des informations. En effet, les conditions tant physiques que biologiques sont très hétérogènes à l'échelle de la parcelle, et très variables dans le temps. Il en est de même des modèles reposant sur les données météorologiques (température de l'air, humidité relative de l'air, précipitations, humectage du feuillage). Les réseaux de mesures météorologiques ne sont en effet pas assez denses pour rendre compte des conditions locales liées à la topographie: cours d'eau, végétation avoisinante, relief ont une influence sur l'humidité, l'ensoleillement ou la turbulence de l'air, et donc les sources et conditions d'infection ainsi que la dispersion des pathogènes. Les modèles mécanistiques tels que Viti-Meteo-Plasmopara (Dubuis *et al.*, 2012) permettent



**Figure 1** | Implantation des cinq stations de mesure et de la station de référence Agrometeo sur le vignoble de Dardagny (GE). Fond de carte Swisstopo.

de savoir quand les conditions pour une infection sont réunies, mais ils ne disent rien de la présence ou non du pathogène. L'historique des traitements et les observations de la présence des maladies doivent aussi être pris en compte.

Les drones équipés de caméras hyperspectrales fournissent au contraire des données à haute résolution spatiale sur des surfaces importantes, mais il est impossible de répéter les mesures à une fréquence suffisante. De plus, cette approche détecte les maladies ou le stress une fois qu'ils sont apparus, mais ne peut pas fournir d'information prédictive.

Dans ce contexte, il est crucial d'étudier systématiquement les hétérogénéités spatiales des agents infectieux (Fall *et al.*, 2015). Nous avons mis au point des stations autonomes capables de mesurer les spores dans l'air ainsi que les conditions météorologiques de l'air et du sol en temps réel et mises en réseau à l'échelle de la parcelle. L'intégration des données de présence de spores de pathogènes dans les modèles de prévision des risques basés sur les données météo déjà existants ou des procédures d'apprentissage automatique pourront identifier le risque avec plus d'exactitude. Ces nouveaux outils d'aide à la décision permettront ainsi de traiter sélectivement les vignes uniquement lorsqu'une intervention est nécessaire.

## Matériel et méthodes

### Stations de mesure et réseau

La mesure des spores de mildiou a été réalisée depuis 2018. Cinq stations de mesure autonomes ont été réparties sur les 50 ha du vignoble de Dardagny (GE), avec une distance moyenne entre stations de 400 m environ

**Résumé** Réduire l'usage des produits phytosanitaires nécessite de traiter de manière sélective, tant dans l'espace que dans le temps, ce qui requiert une connaissance fine du risque d'infection à l'échelle de la parcelle. Nous présentons un réseau de stations de mesure en temps réel de la présence des spores de mildiou et d'oïdium dans l'air, grâce à une méthode de détection par laser. En identifiant la présence de spores avant qu'elles n'infectent les vignes et avec une précision de quelques centaines de mètres, ces instruments permettent de récolter de précieuses informations quantitatives sur le développement de l'infection. Cette quantification de la présence de spores pourrait être intégrée dans les modèles de prévision afin de disposer de nouveaux outils d'aide à la décision pour optimiser les mesures de lutte contre les maladies fongiques.

(fig. 1). Les emplacements des stations sont représentatifs des diverses conditions d'exposition, de vent, d'humidité et de topographie. Deux stations de mesure ont en outre été installées dès 2019 à Pully (VD) sur le domaine expérimental d'Agroscope, l'une dans un témoin non traité (Chardonnay) et l'autre distante de 60 m dans une parcelle traitée (Gamay).

Chaque station était équipée d'un compteur optique de particules, fournissant la concentration et la distribution de taille des aérosols (particules) aéroportées, grâce à la diffusion d'un faisceau laser. Ces stations mesuraient également la température et l'humidité relative (HR) de l'air et du sol, ainsi que l'humidité des feuilles et le rayonnement solaire. Les mesures sont enregistrées toutes les deux secondes, puis agrégées sur les durées souhaitées.

Les stations ont été inter-comparées et étalonnées avec des appareils de référence (compteurs optiques de particules Grimm 1.109 et Grimm 1.365, hygromètre-thermomètre Testo 635) avant leur déploiement sur le terrain. Les données ont été collectées sur un serveur en vue de leur analyse. Des mesures de référence étaient en outre fournies par une série de filtres d'impaction sur un ruban adhésif. Ces échantillons étaient observés par microscopie multimode et multi-photonique (Bellow *et al.*, 2012; Kilin *et al.*, 2017) après une exposition de sept jours. Cette approche fournit des images des spores en trois dimensions et à très haute résolution spatiale (500 nm) et spectrale (32 canaux),

permettant une identification univoque par apprentissage automatique des spores de *Plasmopara viticola* (PV) et *Erysiphe necator* (EN) sur les filtres.

### Station de référence Agrometeo et modélisation

Les mesures de spores dans l'air ont été comparées aux prévisions de risque d'infection produites et les prévisions de sporulation par le modèle VitiMeteo-Plasmopara (Dubuis *et al.*, 2012) pour le mildiou. Pour l'oïdium de la vigne, la comparaison a été faite avec l'indice de risque du modèle VitiMeteo-Oidium (Dubuis *et al.*, 2014), calculé uniquement sur la base des données météo sans tenir compte de la résistance ontogénique des grappes. Les deux modèles se basent sur des données météo du réseau Agrometeo, disponible sous [www.agrometeo.ch](http://www.agrometeo.ch). A Pully, une station Agrometeo (Campbell CR1000) est localisée à 50 m de la parcelle d'essai. A Dardagny, la station 1 (fig. 1) a été implantée à côté d'une station Agrometeo (Campbell CR10X).

### Suivi de l'oïdium à Pully (VD)

La présence d'oïdium a été évaluée à quatre reprises à Pully (VD) sur un témoin non traité de 36 m<sup>2</sup> dans une parcelle de Chardonnay. La fréquence, c'est-à-dire le pourcentage moyen de feuilles infectées, a été calculée en observant 3 x 100 feuilles. L'intensité moyenne de l'infection a été calculée en estimant la surface lésée par une note de 0 à 5 pour chaque feuille observée (0 = absence de symptômes, 1 = 0–2,5%, 2 = 2,5–10%, 3 = 10–25%, 4 = 25–50%, 5 ≥ 50% de la surface atteinte).

### Résultats et discussion

La figure 2 montre l'évolution de la concentration de spores de PV mesurée sur des filtres impactés sur une durée d'une semaine à la station 5 (fig. 1). Cette concentration varie fortement au cours du temps, les variations pouvant atteindre un facteur 10 en deux semaines seulement. La concentration des spores mesurée dans l'air et l'intensité de sporulation sur les feuilles prévues par le modèle VitiMeteo-Plasmopara (Dubuis *et al.*, 2012) sur la base des conditions météorologiques varient de manière semblable en août, mais différente en septembre. Les différences pourraient s'expliquer, pour une part, par la variabilité spatiale des conditions météorologiques, du vent, de la turbulence et de la topographie (proximité d'un cours d'eau, etc.). D'autre part, le modèle calcule la formation de sporanges à la surface des feuilles en l'absence de traitement. Il faut ensuite que ces spores soient mises en suspension dans l'air. La quantité de spores est également affectée par les traitements effectués dans la parcelle concernée, paramètre non pris en compte par le modèle.

### Hétérogénéité spatiale et temporelle

L'hétérogénéité spatiale et temporelle des conditions de diffusion des spores de PV a été caractérisée en s'appuyant sur les mesures des compteurs optiques de particules, dans la classe de taille de notre compteur correspondant aux spores de PV (16–20 µm). Ces valeurs quotidiennes peuvent varier de deux ordres de grandeur en quelques jours (fig. 3). Les concentrations de particules captées corrént bien avec la durée d'humectage du feuillage et en partie avec les jours de pluie. La corrélation avec les sporulations calculées par le modèle VitiMeteo-Plasmopara est moins bonne. La localisation de la station de mesure 5 en bas de coteau proche de la rivière, avec des conditions plus humides et vraisemblablement des rosées et un humectage du feuillage plus importants qu'à la station Agrometeo située en haut de coteau (station 1, fig. 1), peut expliquer une partie de ces différences, de même que des interférents dans la catégorie de taille considérée.

Les épisodes de forte concentration ne sont que peu, voire pas corrélés, même entre stations proches, comme illustré par la figure 4 dans le cas du mois d'octobre 2018, où les données des cinq stations sont disponibles simultanément. Même le nombre d'événements diffère d'une station à l'autre. Ainsi, la station 3 ne mesure qu'un épisode d'un jour sur la période de quinze jours considérée, tandis que la station 4 en mesure 3, pour une durée cumulée de huit jours. Cependant, des motifs comparables semblent se reproduire dans certains cas avec quelques jours de décalage entre stations voisines, ce qui pourrait être lié au transport des spores. Ces résultats confirment la forte hétérogénéité de la présence des spores dans les cultures.

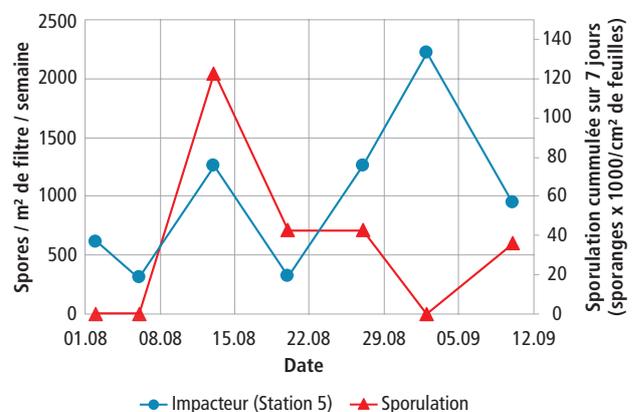


Figure 2 | Comptage (Station 5, fig. 1) des sporanges de *Plasmopara viticola* sur un impacteur après sept jours d'exposition (en spores par mètre carré sur le filtre d'impaction) et comparaison avec la prévision de sporulation issue du modèle VitiMeteo-Plasmopara (Agrometeo), cumulée sur une semaine (en sporanges x 10<sup>3</sup> / cm<sup>2</sup> de feuilles).

Comme rapporté par Carisse *et al.* (2015), les données météorologiques n'étant pas disponibles à des résolutions de quelques centaines de mètres, les modèles de développement des pathogènes basés sur les conditions environnementales ne peuvent pas reproduire cette variabilité spatiale.

Caractériser utilement l'inhomogénéité des spores à l'échelle d'un vignoble nécessite de réaliser des mesures de haute résolution à la fois spatiale et temporelle. Un réseau dense d'impacteurs sur filtres fournit une haute résolution spatiale, mais une résolution temporelle médiocre, tandis que des détecteurs embarqués sur un drone peuvent fournir des données à haute cadence, mais ne permettent pas la mesure simultanée sur une grande superficie. Notre réseau dense de capteurs à coût modéré offre une approche prometteuse pour cumuler fréquences spatiale et temporelle. Une telle surveillance simultanée des conditions météorologiques et de la présence de spores peut réduire l'usage de fongicides de 40% (Carisse *et al.*, 2009). Un déploiement à grande échelle nécessite cependant une mesure automatique en temps réel, ce

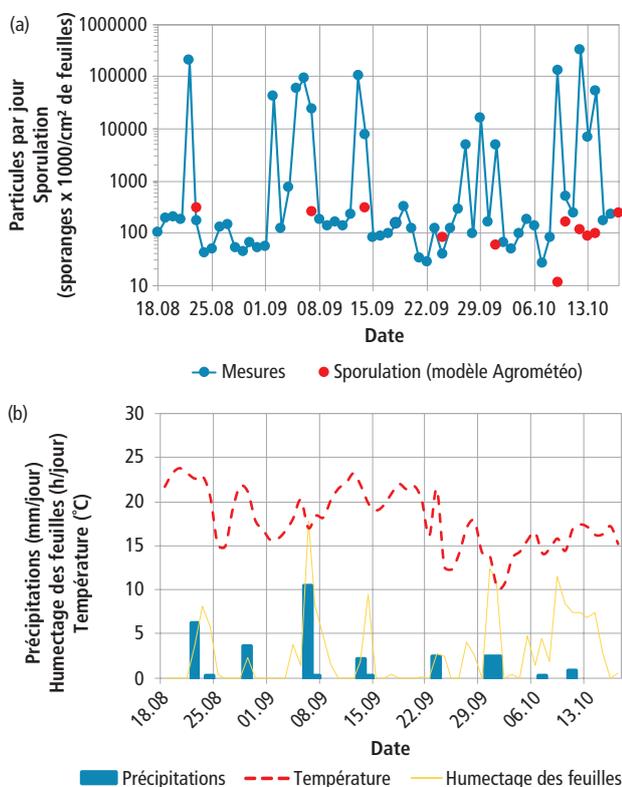
qu'offrent les méthodes optiques (Kilin *et al.*, 2019), à l'inverse des pièges collectés puis transportés au laboratoire pour y être analysés.

### Comparaison avec les observations d'infection

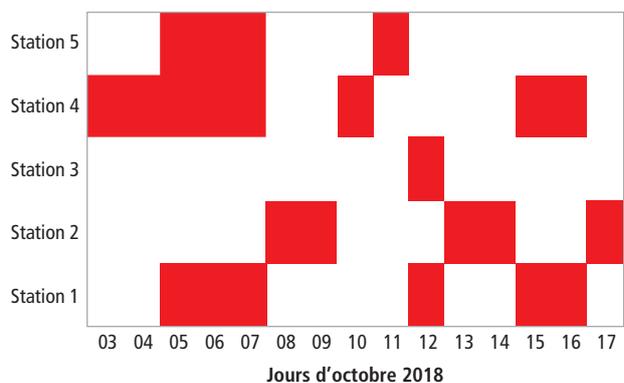
La figure 5 compare l'évolution du risque d'infection par l'oïdium prévu par Agrometeo, les observations de l'épidémie d'*Erysiphe necator* sur une parcelle témoin non traitée à Pully (VD) et les mesures optiques des spores dans l'air dans cette même parcelle et dans une parcelle traitée normalement, à une distance de 60m. Dans le témoin non traité, il y a une bonne corrélation entre la progression de l'infection et le comptage des spores d'oïdium. En particulier, le nombre de spores captées suit de très près la sévérité sur feuille au mois de juillet. Par contre, l'apparition des symptômes ainsi que la détection des spores dans l'air sont décalées d'une dizaine de jours par rapport au risque d'infection calculé par le modèle VitiMeteo-Oidium. Cela s'explique par le temps nécessaire pour *Erysiphe necator* pour coloniser les feuilles et produire des spores suite aux premières infections. Dans la parcelle traitée, le nombre de spores détectées est plus faible jusqu'au début de septembre. Cela confirme la forte disparité spatiale au sein d'un vignoble. En septembre, le nombre de spores captées est similaire pour les deux stations. Cela peut s'expliquer par l'apparition d'oïdium tardif sur le feuillage de la parcelle traitée, suite à l'arrêt des traitements début août.

### Mesures optiques à haute sélectivité

Les compteurs optiques de particules sont peu spécifiques, car ils prennent mal en compte la morphologie des spores. Celles-ci peuvent donc être confondues entre elles, ou avec d'autres particules de fond. Afin d'augmenter la spécificité des mesures de spores, nous



**Figure 3** | a) Variations quotidiennes de la charge d'aérosols de la taille des spores de *Plasmopara viticola* (sphéroïdes de 16 à 20 µm) mesurées par les compteurs optiques de particules à la station 5 (fig. 1) entre août et octobre 2018, et comparaison avec la densité de sporulation prédite par le modèle VitiMeteo-Plasmopara Agrometeo. b) Conditions météorologiques correspondantes.



**Figure 4** | Périodes de forte concentration de particules de la taille des spores de *Plasmopara viticola* (sphéroïdes de 16 à 20 µm), sur les cinq stations de mesure de Dardagny (GE) (fig. 1).

avons intégré aux stations de mesure une analyse en trois dimensions par laser (Kilin *et al.*, 2019), qui permet d'analyser de plus grandes surfaces d'impaction et donc de plus grands volumes qu'en imagerie directe, tout en conservant une haute résolution. L'usage d'une méthode optique et un changement automatique de support d'impaction permettent de réaliser des mesures à une fréquence horaire. Dans des tests préliminaires, le comptage des spores individuelles montre de nouveau de fortes et rapides variations temporelles. Ces variations sont différentes selon le pathogène considéré (mildiou ou oïdium), ce qui illustre la sélectivité de la méthode. De plus, elles ne sont pas toutes prévues par les modèles de prévision. La mesure *in situ* et en temps réel des spores devrait donc permettre d'améliorer la prévision locale du risque d'infection.

## Conclusions

- Face à la nécessité écologique, sociale et sanitaire de réduire l'impact des traitements phytosanitaires, la prévision du risque d'infection est essentielle pour cibler les traitements aussi précisément que possible dans le temps et l'espace.
- Un réseau dense de stations optiques peut fournir une mesure des spores d'oïdium et de mildiou en temps réel et à une échelle spatiale suffisamment

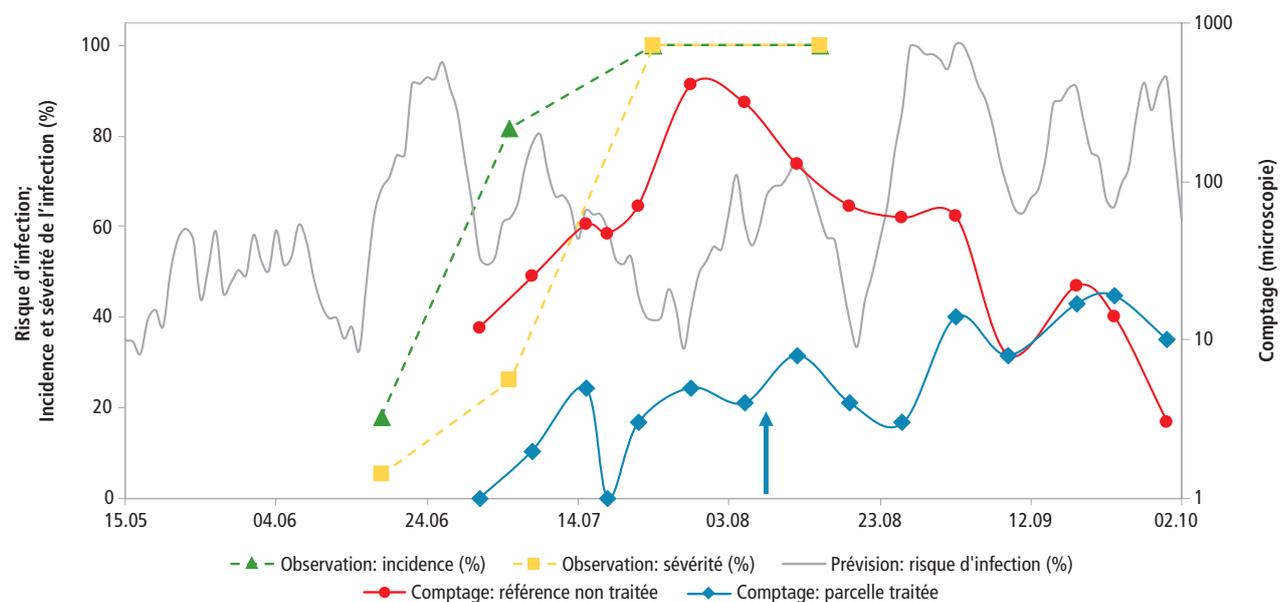
fine pour anticiper l'apparition des maladies et cibler les traitements seulement sur les parcelles nécessaires, et uniquement en cas de risque avéré d'infection et en présence de spores.

- La mesure des spores en temps réel pourrait affiner les modèles de prévision des infections basées sur les données météorologiques. Le couplage de ces derniers avec les mesures fournirait alors une visibilité optimale sur le risque d'infection, afin de ne traiter qu'en cas de risque avéré. ■

### Remerciements

Les auteurs remercient Stéphane Gros et les vignerons de Dardagny de leur accueil et de leur soutien tout au long du projet, ainsi que le groupe de viticulture d'Agroscope pour l'entretien des parcelles de Pully et Vasily Kilin pour son aide lors de la campagne 2019.

Ce travail a été financé par le Fonds national suisse de la recherche (FNS, NCCR MUST) et le Geneva Creativity Center (GCC).



**Figure 5** | Comparaison de la concentration de spores mesurée dans l'air, avec le risque d'infection modélisé sans tenir compte de la résistance ontogénique des grappes (VitiMeteo-Oïdium) et l'observation visuelle de l'infection sur une parcelle témoin non traitée. La flèche bleue définit la date d'arrêt des traitements.

## Summary

Reducing the use of plant protection products entails a more selective spray application in both space and time.

This, in turn, requires knowledge of the infection risk of common grapevine diseases on a fine scale. We present a network of measurement stations that monitor airborne powdery and downy mildew spores in real-time by means of a laser system. By detecting the presence of spores before they infect the vines, and by acquiring data with a precision of a few hundred meters, these stations aim at providing essential information on the quantitative development of the infection. Information on the presence of spores could be integrated into forecasting models to obtain new decision-making tools to optimize strategies in the management of fungal diseases.

**Key words:** Spore detection, laser, microscopy, downy and powdery mildew, grapevine.

## Zusammenfassung

Die Reduktion vom Pflanzenschutzmitteln Einsatz erfordert eine selektive Behandlung sowohl in räumlicher als auch in zeitlicher Hinsicht.

Dafür braucht man eine detaillierte Kenntnis des Infektionsrisikos auf Parzellenebene. Wir präsentieren ein Netz von Stationen zur Echtzeit-Messung des Vorhandenseins von falscher sowie echter Mehltau-Sporen in der Luft mit Hilfe eines Lasers. Durch die Detektion von Sporen, bevor sie die Reben infizieren, und mit einer Genauigkeit von wenigen hundert Metern, könnten diese Messstationen wertvolle Informationen über die quantitative Entwicklung der Infektion liefern. Diese Quantifizierung von Sporen könnte in Prognosemodelle integriert werden, um neue Entscheidungshilfen zur Optimierung von Maßnahmen zur Bekämpfung von Pilzkrankheiten zu erhalten.

## Riassunto

La riduzione dell'uso di agenti fitosanitari richiede che questi vengano utilizzati soltanto dove e quando sono necessari.

A tal fine, è necessario conoscere accuratamente il rischio d'infezione delle comuni malattie delle vigne. In questo lavoro, presentiamo una rete di stazioni di misure volta al monitoraggio in tempo reale delle spore di oidio e plasmopara viticola tramite l'utilizzo di sistemi laser. La rilevazione delle spore in un raggio di alcune centinaia di metri permette di ottenere informazioni sullo sviluppo e la propagazione di queste malattie. Questa tecnologia potrebbe essere integrata nei tradizionali modelli predittivi ottenendo, di conseguenza, un nuovo strumento scientifico capace di fornire indicazioni circa la reale necessità dell'utilizzo di agenti fitosanitari.

## Bibliographie

- Bellow S., Latouche G., Brown S.C., Poutaraud A. & Cerovic Z.G., 2012. In vivo localization at the cellular level of stilbene fluorescence induced by *Plasmopara viticola* in grapevine leaves. *J. Exp. Bot.* **63** (10), 3697-707.
- Carisse O., Bacon R. & Lefebvre A., 2009. Grape powdery mildew (*Erysiphe necator*) risk assessment based on airborne conidium concentration. *Crop Protection* **28** (12), 1036-1044.
- Carisse O., van der Heyden H. & Morissette-Thomas V., 2015. Quantitative relationships between *erisyph necator* airborne inoculum density above grape canopy and weather variables. *Acta Hort.* **1068**, 179-188.
- Dubuis P. H., Viret O., Bloesch B., Fabre A. L., Naef A., Bleyer G., Kassemeyer H. H. & Krause R., 2012. Lutte contre le mildiou de la vigne avec le modèle VitiMeteo-Plasmopara, *Revue suisse Viticulture, Arboriculture, Horticulture* **44** (3), 192-198.
- Dubuis P. H., Bloesch B., Fabre A. L. & Viret O., 2014. Lutte contre l'oidium à l'aide du modèle VitiMeteo-Oidium, *Revue suisse Viticulture, Arboriculture, Horticulture* **46** (6), 368-375.
- Fall M. L., van der Heyden H., Brodeur L., Leclerc Y., Moreau G. & Carisse O., 2015. Spatiotemporal variation in airborne sporangia of *Phytophthora infestans*: characterization and initiatives towards improving potato late blight risk estimation. *Plant Pathology*. **64** (1), 178-190 (2015).
- Kilin V., Mas C., Constant S., Wolf J. P. & Bonacina L., 2017. Health state dependent multiphoton induced autofluorescence in human 3D in vitro lung cancer model. *Sci. Rep.* **7** (1), 16233.
- Kilin V., Kasparian J. & Wolf J. P., 2019. System and method for detecting the presence of spores in fields. Patent EP19170073, pending.
- Lechenet M., Dessaint F., Py G., Makowski D. & Munier-Jolain N., 2017. Reducing pesticide use while preserving crop productivity and profitability on arable farms. *Nat. Plants*. **3** (3), 6

# LA VIGNE

VOLUME

# 1

## MALADIES FONGIQUES

OLIVIER VIRET  
KATIA GINDRO



IDÉE  
CADEAU



ISBN 978-3-85928-097-7

### PRIX

Prix CHF 70.- / dès 10 ex. CHF 67.- /  
Ecoles CHF 63.-

(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



**Maladies fongiques** est le premier volume de la collection La Vigne. Conçu pour les praticiens, les formateurs et les spécialistes, il s'adresse aussi à un public averti intéressé par la vigne. Cet ouvrage de référence fait le tour de toutes les maladies rencontrées aujourd'hui dans le vignoble, à l'aide de planches illustrées originales.





# 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 

## DUVOISIN Puidoux

**Binger Seilzug** 




PRÉTAILLEUSES LÉGÈRES

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



Une filiale de Prométerre

## Formation continue pour les pros de la terre

- Cours pour la reconversion Bio Suisse
- Limiter l'Esca: taille respectueuse et curetage
- Initiation à la taille de la vigne
- Assurer la stabilité protéique des vins
- Vinifier sans ajout de SO2
- Je communique sur mon métier
- Et bien d'autres

**Le catalogue 2020-2021 complet  
sur [prometerre.ch/formations!](http://prometerre.ch/formations!)**

Info & inscriptions: 021 614 24 35  
[formation@prometerre.ch](mailto:formation@prometerre.ch)



## Martin Auer Rebschulen Pépinières Viticoles

Lisilostrasse 55, 8215 Hallau / SH  
[auer@rebschulen.ch](mailto:auer@rebschulen.ch)  
[www.rebschulen.ch](http://www.rebschulen.ch) / Tel. 052 681 26 27




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

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

**Pensez de réserver dès maintenant  
vos plants de vigne pour 2021 et 2022.**

# Vins rosés: visions et attentes des consommateurs suisses

Pascale DENEULIN et Sarah BOVAT, Changins – Haute école de viticulture et œnologie, HES-SO, route de Duillier, 1260 Nyon, Suisse

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



## Introduction

Dans un marché mondial des vins en décroissance, les ventes de vins rosés restent relativement stables après avoir été en pleine expansion, notamment en Suisse. La consommation mondiale de rosé a augmenté de +28% entre 2002 et 2017 et représente plus de 10% de la consommation totale de vins tranquilles. La Suisse, quant à elle, apparaît dans les dix pays les plus consommateurs au monde, avec un volume estimé autour de 22 millions de litres en 2017, soit 9% de la consommation de vins tranquilles (FranceAgriMer, 2019). En 2017, la faible production mondiale a entraîné une demande en vins rosés supérieure à l'offre, couplée à une augmentation des prix. L'année suivante, les volumes de rosés suisses vendus en grande distribution ne représentaient qu'un tiers des produits commercialisés. Toutefois, l'image des vins rosés a toujours été variable selon les pays. En Italie, le rosé apparaissait comme un vin simple et ennuyeux à boire jusque dans

les années 2000 (Corsinovi *et al.*, 2013), alors qu'au Royaume-Uni, le rosé du Portugal Mateus était particulièrement populaire dès 1950. Aux Etats-Unis, le rosé apparaît comme un vin féminin et, en France, il est clairement associé aux vacances (Velikova *et al.*, 2014). La saisonnalité de sa consommation est relevée dans la plupart des pays.

Cette étude cherche à comprendre les visions et attentes des consommateurs suisses concernant les vins rosés. Elle espère apporter des éléments de dynamisation de la filière afin que les rosés indigènes trouvent leurs consommateurs.

## Matériel et méthodes

### Questionnaire en ligne

Un questionnaire en ligne a été diffusé auprès des consommateurs de Suisse romande entre février et mai 2020 via la lettre d'information de Changins et les réseaux sociaux. Le questionnaire était structuré en cinq

groupes de questions relatives à 1) l'image véhiculée par les vins rosés en général, 2) l'image et les connaissances des vins rosés suisses, 3) les comportements d'achat et de consommation, 4) le profil organoleptique idéal et 5) un volet sociodémographique.

### Profil des consommateurs

Au total, 569 personnes ont rempli intégralement le questionnaire, 56% d'hommes et 44% de femmes. L'âge moyen des répondants était de 48 ans, dont 28% de moins de 35 ans et 17% de plus de 65 ans. Du fait des moyens de diffusion, leur niveau de connaissance en vin était relativement élevé, avec 11% (61 personnes) de professionnels, 30% se déclarant d'un bon niveau, 39% d'un niveau moyen et seulement 20% d'un niveau faible. Près de 70% des répondants habitaient dans le canton de Vaud, les autres se répartissant entre les différents cantons romands ou la France voisine. 37% aimaient tous les types de vins, 38% préféraient le vin rouge, 18% le vin blanc, et le vin rosé était le préféré de seulement 5% d'entre eux. Les réponses des 61 professionnels ont été incluses uniquement pour l'image des vins rosés en général et l'image spontanée des rosés suisses. Les autres résultats sont basés sur les réponses des 508 répondants non professionnels, ou 503 selon les questions qui excluent les 5 personnes ne consommant jamais de vins rosés.

## Résultats et discussion

### Images des vins rosés

**Images spontanées:** Lorsque l'on demande d'imaginer un verre de rosé, les répondants évoquent spontanément des images de «soleil, chaleur et été» (pour 69%), un vin que l'on «consomme à l'apéritif» (pour 25%) ou «lors d'un repas» (17%), où il «remplacera volontiers le rouge quand il fait trop chaud», «pour partager des moments de convivialité entre amis ou en famille» (pour 24%). Il est idéal à boire au «bord de l'eau (lac, mer ou piscine)» (8%) et renvoie à des moments de «vacances et de détente» (15%). Les images associées aux vins rosés sont donc majoritairement positives. Les seuls commentaires négatifs, fournis par 3% des répondants, concernent principalement la mauvaise qualité de certains rosés.

**Images suggérées:** 19 adjectifs et attitudes (fig. 1) ont été proposés aux répondants, qui devaient évaluer leur adéquation avec un vin rosé. Quatre propositions ont été jugées significativement plus pertinentes que les autres pour un vin rosé, et six moins adaptées ( $F_{(18,10^2,224)} = 124,10$ , p-valeur <0,001). Ainsi, le vin rosé apparaît comme un vin «simple, léger, fun et festif, que

**Résumé** ■ Les ventes de vins rosés sont toujours en légère croissance sur le marché suisse, mais ils sont majoritairement importés. Afin de comprendre les visions et attentes des consommateurs suisses concernant les vins rosés, un questionnaire en ligne a été diffusé par Changins et rempli par 508 consommateurs au printemps 2020. L'image des vins rosés est positive et réfère à la détente et la convivialité. Le fait de ne pas inclure le mot «rosé» dans les dénominations suisses semble être un frein à leur reconnaissance par les plus novices, sauf pour l'Œil-de-perdrix, dont la notoriété est bien assise. Le prix des vins rosés suisses ne semble pas limiter leur achat, mais le manque d'occasions de dégustations et de rencontres entre professionnels et citoyens limite leur attractivité. Les consommateurs recherchent des vins relativement colorés, avec de la fraîcheur et des arômes fruités ou floraux. La recherche de vins rose pâle ne se ressent pas encore en Suisse.

l'on consomme uniquement l'été». A l'inverse, il n'est pas considéré comme un «produit industriel ou de qualité inférieure», ni un «vin haut de gamme ou sophistiqué». De même, il n'est pas considéré comme «exotique».

De manière spontanée ou suggérée, les vins rosés renvoient naturellement à une image positive, de détente et de convivialité, de légèreté et de simplicité, de qualité correcte et pouvant être local. Les vins rosés répondent donc parfaitement à la demande des jeunes consommateurs de vins de la génération des Milléniaux (entre 18 et 35 ans), qui recherchent une approche décontractée et décomplexée du vin et des produits plus simples et authentiques (Eymard *et al.*, 2019).

### Images et connaissances des vins rosés suisses

**Images spontanées:** 26% des commentaires indiquent que les répondants perçoivent les vins rosés suisses comme «excellents ou très bons», et 38% indiquent une qualité «correcte et/ou variable», mais «en amélioration» (4%). A l'inverse, l'image est négative pour 10,4% d'entre eux, qui les jugent de «faible/mauvaise qualité», et 18,5% «n'en boivent pas ou ne les connaissent pas».

**Connaissance des appellations ou dénominations de rosés suisses:** La notoriété de l'Œil-de-perdrix est

importante, cette dénomination étant citée spontanément par 72% des 508 consommateurs non professionnels. La Dôle blanche, qui représente pourtant 38% du marché des vins rosés suisses, n'est citée spontanément que par 20% des répondants. Enfin, près de 13% des consommateurs ne sont pas capables de citer

un nom ou une dénomination de vin rosé suisse. Lorsqu'une liste de 24 dénominations de vins leur est soumise (fig. 2), l'Œil-de-perdrix est clairement identifié comme un vin rosé suisse par 94% des répondants. La Dôle blanche remonte à 53% d'identification comme «rosé suisse», mais ce résultat reste inférieur à

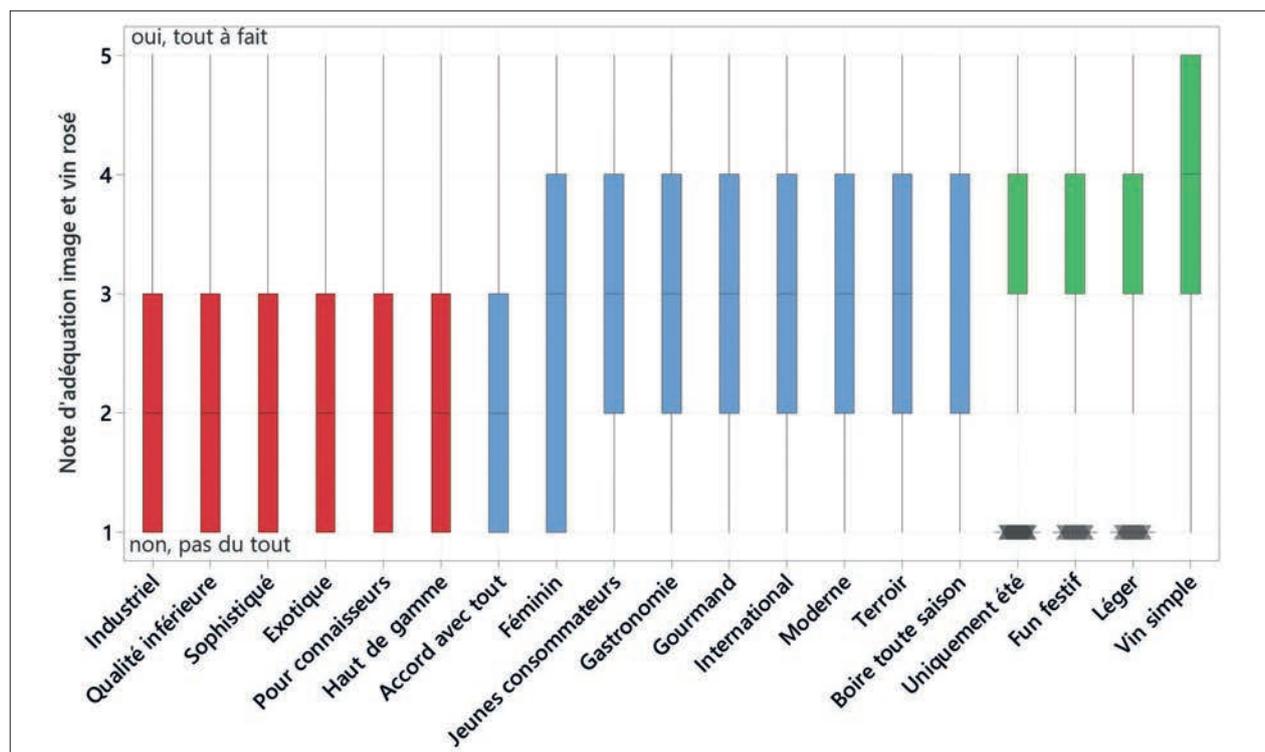


Figure 1 | Images suggérées pour un vin rosé avec une note allant de «non, pas du tout» à «oui, tout à fait» à la question «Les adjectifs suivants correspondent-ils à l'image que vous avez du rosé?». En rouge, les adjectifs perçus comme significativement pas adaptés et, en vert, ceux qui sont significativement plus adaptés.

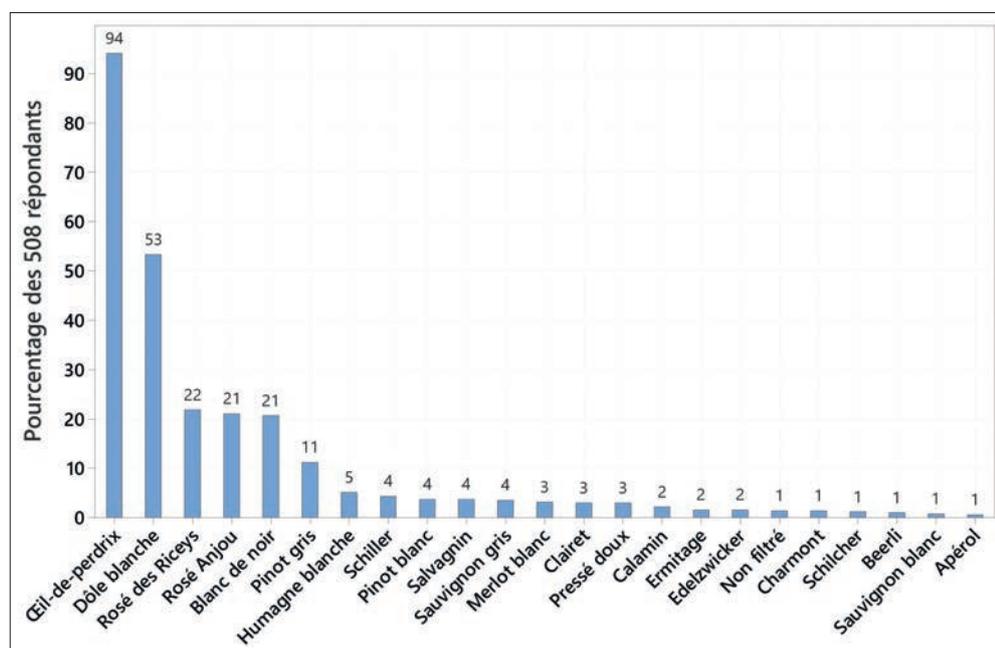


Figure 2 | Taux de notoriété aidé de 24 dénominations ou appellations de vins pour 508 répondants non professionnels. Le pourcentage représente le taux de sélection à la question «Parmi ces dénominations, lesquelles font référence à un vin rosé suisse?»

son niveau de notoriété, qui s'élevait à 80% en 2017 (MIS Trend, 2017). Si cette dénomination est connue, elle n'est donc pas nécessairement associée à un vin rosé. Les deux dénominations Rosé des Riceys et Rosé d'Anjou ont été considérées comme des rosés suisses par respectivement 22 et 21% des répondants, bien que ces deux vins proviennent de Champagne et Val-de-Loire. Si nous comparons ces quatre dénominations en fonction du niveau de connaissance des répondants (fig. 3), nous pouvons constater que le niveau de notoriété aidée des dénominations suisses augmente avec le niveau de connaissance en vin. Pour les répondants ayant un faible ou très faible niveau, la Dôle blanche a un taux d'association à un vin rosé suisse identique ou inférieur aux deux dénominations étrangères. Ce résultat souligne l'importance d'inclure le mot «rosé» dans la dénomination, à l'image de ces deux exemples et de la communication autour des «rosés de Provence». De même, le positionnement de la Dôle blanche devrait être clarifié. Vinifiée à partir de raisins rouges (Pinot noir/Gamay), légalement définie en tant que vin rosé, elle inclut le mot «blanc» dans sa dénomination. Enfin, lors de sa commercialisation en grande distribution, la Dôle blanche oscille entre les rayons de vins blancs et de vins rosés.

Les vins rosés suisses ont encore une marge de progression, tant dans la qualité que dans la communication. En effet, près de 20% des consommateurs disent ne pas boire de rosés suisses et 10% les jugent négativement, alors qu'ils n'étaient que 3% à avoir une image générale négative des vins rosés. Ces résultats sont le reflet de l'offre actuelle des rosés suisses, où les vignerons ne semblent pas toujours convaincus de l'intérêt d'élaborer un vin rosé de qualité, hormis à Neuchâ-

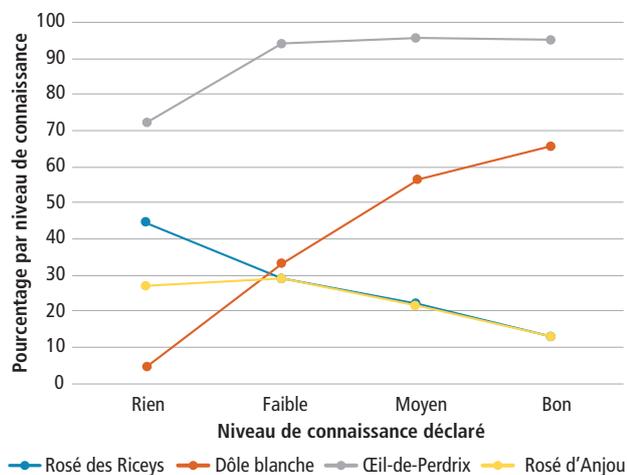


Figure 3 | Niveau de notoriété aidée des quatre principales dénominations identifiées comme vins rosés suisses en fonction du niveau déclaré des 508 répondants non professionnels.

tel ou en Valais (Guex, 2020). De même, des efforts de communication devraient être entrepris. Le mot «rosé» étant peu présent dans les dénominations des vins suisses, les consommateurs n'ont qu'une faible visibilité de l'offre de rosés indigènes, hormis à Neuchâtel, où les vins «Œil-de-perdrix» sont valorisés et reconnus.

### Comportement d'achat et de consommation

**Consommation des vins rosés:** Contrairement aux vins blancs et rouges qui suivent des fréquences de consommation similaires, les vins rosés se démarquent par leur consommation occasionnelle pour 72% des répondants (fig. 4). Nous pouvons observer un lien entre la fréquence de consommation de vins rosés et l'âge ( $\text{Khi}^2_{(15)}=41,8$ , p-valeur <0,001). Les 55 ans et plus consomment plus régulièrement du vin rosé «une à plusieurs fois par semaine», contrairement aux moins de 44 ans, chez qui la consommation en vins rosés reste plutôt «occasionnelle» ou «mensuelle». Ces résultats sont toutefois à mettre en lien avec la baisse générale de la consommation de vin chez les plus jeunes, cette tendance se retrouvant aussi pour les vins blancs et rouges.

**Part des vins rosés suisses:** Près de 35% des répondants estiment que la plupart des rosés qu'ils consomment proviennent de Suisse (pour plus de 75% de leur consommation), alors qu'ils sont 8% à ne jamais consommer de rosés indigènes et que pour 24% les rosés suisses représentent seulement une petite part de leur consommation (moins de 25%). Toutefois, cette proportion est variable en fonction du lieu d'habitation ( $\text{Khi}^2_{(4)}=23,63$ , p-valeur <0,001). Ainsi, parmi les 322 personnes vivant à la campagne, 57,7% estiment consommer plus de rosés suisses qu'étrangers, alors que ce chiffre tombe à 38,1% pour les répondants urbains (181 personnes) (fig. 5).

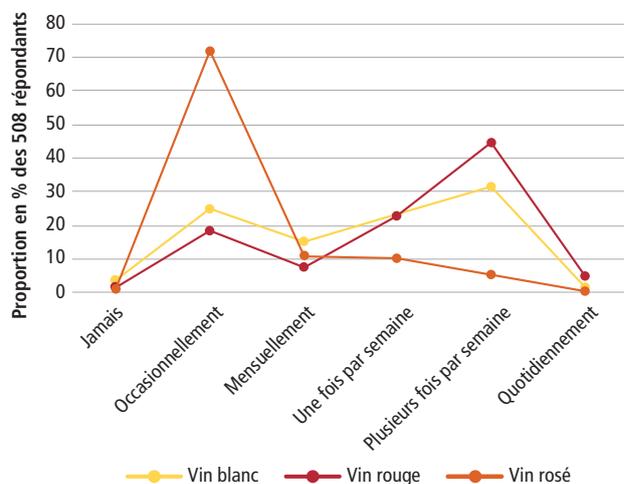


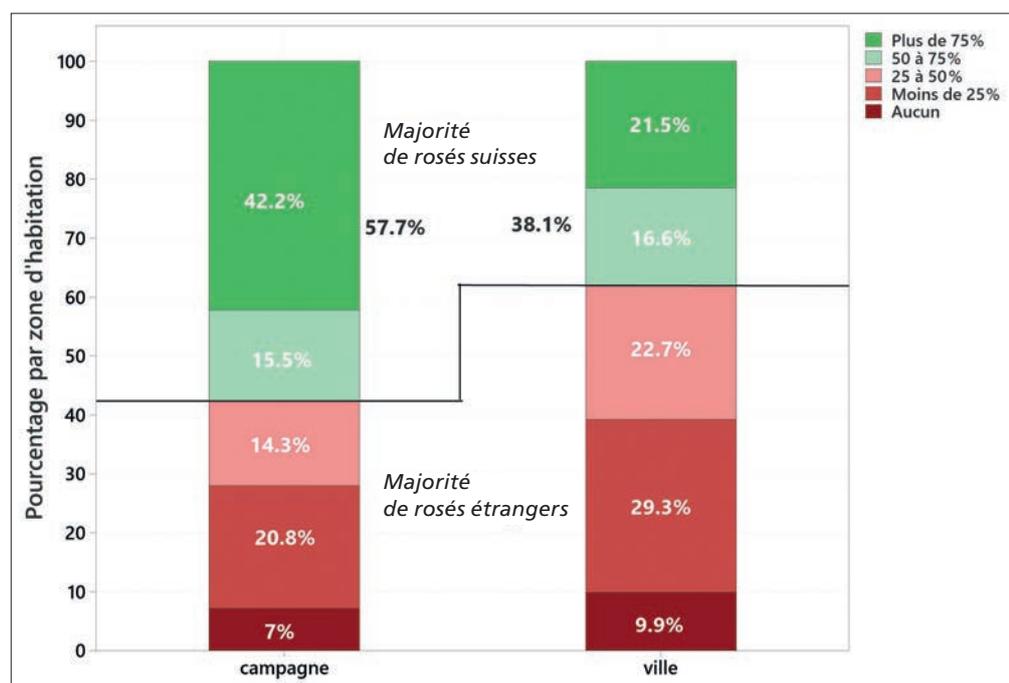
Figure 4 | Fréquence de consommation des vins en fonction de leur couleur (508 répondants non professionnels).

**Achat des vins rosés:** Parmi les réseaux de commercialisation proposés (plusieurs choix possibles), 60% des répondants disent acheter régulièrement leurs vins rosés chez le producteur. Ce taux semble relativement élevé comparativement aux résultats de l'étude MIS Trend (2017), pour qui ce réseau était utilisé par seulement 36% des consommateurs. Toutefois, les achats de vins rosés chez le producteur augmentent avec l'âge ( $Khi^2_{(5)} = 14,95$ , p-valeur=0,011), les plus de 55 ans achetant plus fréquemment chez le producteur que les 25-34 ans. Ils augmentent également avec le niveau de connaissance des répondants ( $Khi^2_{(3)} = 31,73$ , p-valeur <0,001) et le fait d'habiter à la campagne, où près des deux tiers des répondants achètent directement chez le producteur, contre seulement la moitié des citadins ( $Khi^2_{(1)} = 11,72$ , p-valeur <0,001). La grande distribution est plébiscitée par 50% des répondants pour leurs achats de vins rosés. Toutefois, les achats en grande distribution diminuent lorsque le niveau de connaissance des répondants augmente ( $Khi^2_{(3)} = 25,96$ , p-valeur <0,001). Enfin, les magasins spécialisés sont un lieu d'achat de vins rosés pour près d'un tiers des répondants, mais ils sont totalement délaissés de ceux qui ont un faible niveau de connaissance ( $Khi^2_{(3)} = 12,02$ , p-valeur=0,007), bien qu'ils bénéficieraient d'un conseil.

**Facteurs influençant les achats de vins rosés:** Parmi les quinze propositions, les trois ayant trait avec une expérience ou un contact humain semblent avoir le plus d'influence sur l'acte d'achat d'un vin rosé (fig. 6). Ainsi, il est jugé important de déguster le vin préala-

blement à l'achat pour 46% des répondants, surtout pour les plus connaisseurs. Il en est de même d'une expérience plus ancienne (33%). Les qualités intrinsèques du vin semblent donc des éléments importants pour les consommateurs suisses, comme déjà démontré par Deneulin et Dupraz (2018). Les conseils d'un tiers, que ce soit un ami ou un journal, sont importants pour 38% des répondants, et plus particulièrement chez les plus jeunes, comme l'étude MIS Trend (2017) le souligne également. La provenance du vin est également un critère important pour 40% des personnes interrogées, sans que l'on sache, ici, s'ils recherchent des rosés suisses ou étrangers. Le prix ne semble être un critère important que pour 27% des répondants, et principalement lié au niveau de connaissance, les moins expérimentés y prêtant plus d'attention. Le prix n'a pas plus d'importance pour les consommateurs les plus jeunes que pour les plus âgés. Malheureusement, les promotions/actions n'ont pas été proposées dans la liste. Nous pouvons également noter que la couleur des vins rosés, jugée particulièrement importante pour le choix d'un rosé de Provence, n'est pas particulièrement influente pour les consommateurs suisses.

**Consentement à payer pour une bouteille de rosé:** En moyenne, les consommateurs sont prêts à payer autour de 13,05 francs pour une bouteille de rosé, avec des prix allant de 0 à 35 francs, dont la moitié au-dessus de 12 francs (fig. 7). Pour environ un tiers des répondants, la provenance ne change pas leur consentement à payer et seulement 1% d'entre eux paye-



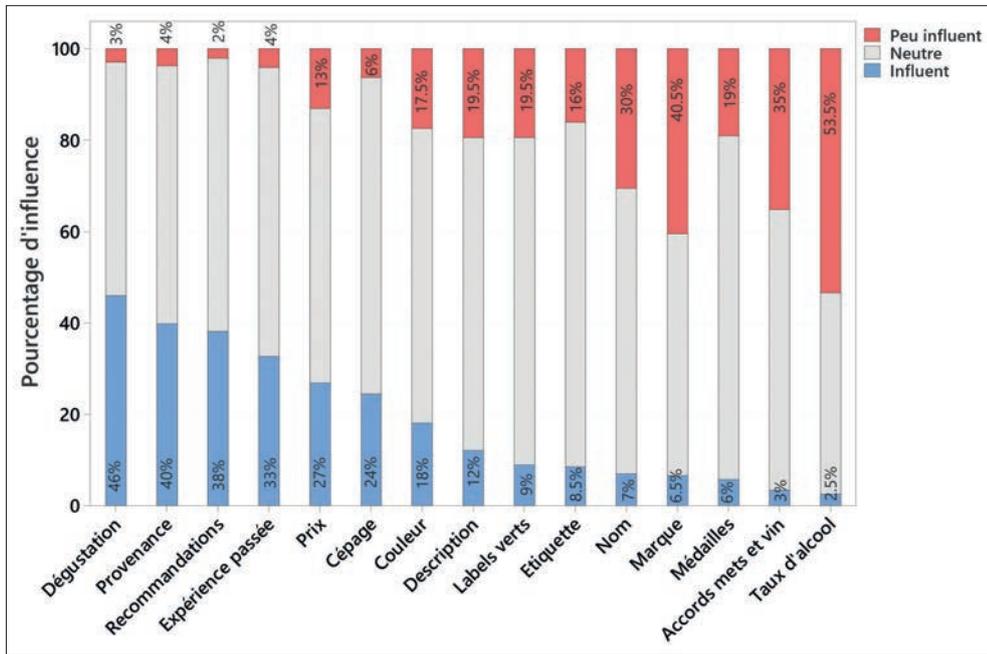
**Figure 5 |** Part de vins rosés suisses consommés en fonction du lieu d'habitation; campagne versus ville. «Parmi les vins rosés que vous consommez, quelle est la part des rosés suisses?»

raient plus cher pour une bouteille étrangère. Un quart des répondants se disent prêts à payer entre 5 et 10% de plus si le rosé est suisse, un peu plus d'un quart augmenteraient leur prix de 20%, et les plus généreux (12% des consommateurs) monteraient leur prix de 30% pour un vin suisse. Ainsi, nous pouvons estimer le prix moyen qu'un consommateur est prêt à payer pour un vin rosé suisse à 14,57 francs. Le prix ne semble donc pas un frein à l'achat de vin rosé suisse, le prix de vente

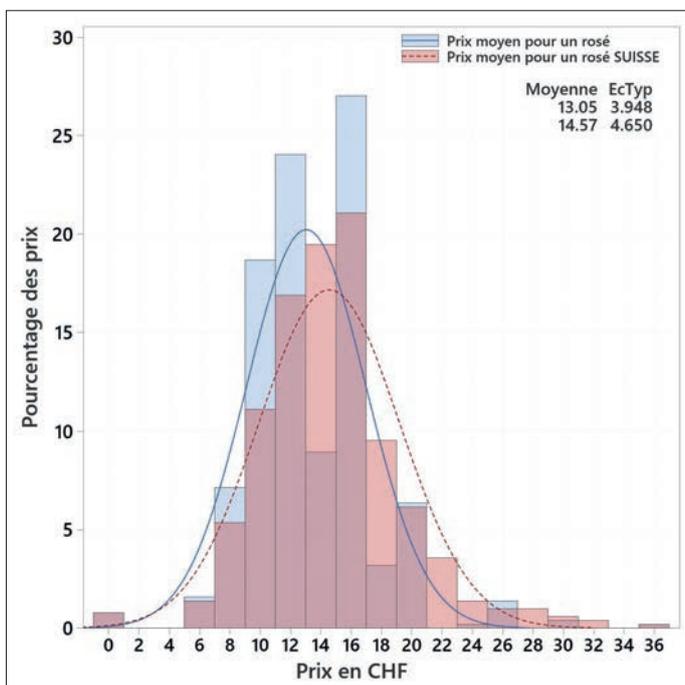
moyen en grande distribution étant de 10,71 francs pour un vin AOC (Observatoire suisse du marché des vins, 2020).

**Profil organoleptique idéal**

**Couleur idéale:** Bien que le critère de couleur ne soit pas ressorti comme un critère d'achat décisif, les consommateurs suisses ont une nette préférence pour une couleur rose orangé (couleur n°3, fig. 8). Cette pré-



**Figure 6 | Importance de quinze critères d'achat pour un vin rosé.** Réponse à la question «Pour vous, quels sont les trois facteurs qui ont le plus/moins d'influence lors de l'achat d'une bouteille de rosé?». En bleu, le pourcentage de sélection comme «le plus» et en rouge le pourcentage sélectionné comme «le moins». En gris, les pourcentages de non-sélection.



**Figure 7 | Consentement à payer pour une bouteille de vin rosé (bleu) et estimation pour un vin rosé suisse (rose).**

férence est en adéquation avec le marché des vins suisses, Poulzagues *et al.* (2020) situant les rosés suisses comme les plus orangés du monde parmi les vins présentés au Concours mondial du rosé. Ceux-ci ne semblent donc pas suivre la tendance provençale à faire des rosés de plus en plus clairs.

**Profil aromatique et gustatif:** Pour dresser le profil idéal d'un vin rosé, les répondants devaient cocher les caractéristiques qu'ils apprécient particulièrement parmi une liste de 19 propositions (fig. 9). Le rosé «idéal» devrait avant tout avoir de la «fraîcheur» pour les trois quarts des répondants. Cette recherche de fraîcheur dans le vin concorde avec les images de soleil et de chaleur citées spontanément. En bouche, il doit être plutôt «sec» pour 45% des consommateurs et «légèrement sucré» pour 36% d'entre eux. A l'inverse, moins de 6% recherchent un rosé «sucré». L'interprétation du niveau de sucrosité doit toutefois être nuancée compte tenu du fait que seuls 20% des consommateurs perçoivent réellement la sucrosité des vins lorsque ceux-ci contiennent entre 6 et 9 g/l de sucre résiduel (Deneulin *et al.*, 2019). Aux Etats-Unis, le Blush, ou «white Zindandel», est un rosé sucré pouvant atteindre 40 g/l de sucre. Très populaire depuis les années 1980, il séduit encore les consommateurs, bien que ceux-ci tendent doucement à s'orienter vers des vins plus secs, à l'image de la tendance mondiale (Velikova *et al.*, 2014). En Suisse, une précédente étude a montré qu'un rosé autour de 15 g/l pouvait plaire à une majorité de consommateurs (Sercomanens, 2020). Du point de vue aromatique, le rosé idéal

est principalement basé sur des arômes primaires, de «fruits rouges» (37% des consommateurs), «floral» (33%) et d'«agrumes» (30%). Les notes «lactées» issues de la fermentation malolactique (FML) ne sont pas souhaitées par les consommateurs, alors que la moitié des rosés suisses tendent à faire leur FML (Deneulin *et al.*, 2020). Il est également possible que certains consommateurs ne se projettent pas avec certains des termes proposés.

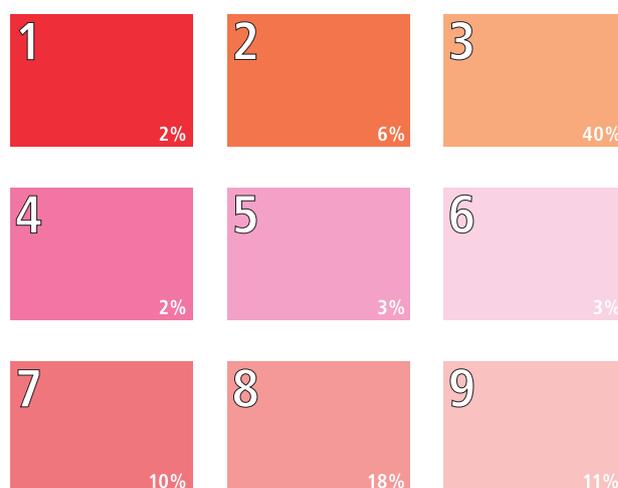


Figure 8 | Nuancier proposé aux répondants et pourcentage de sélection à la question «Parmi les couleurs de cette palette, laquelle est la plus proche de la couleur idéale pour vous?». A noter que 5% des consommateurs n'ont pas de préférence en termes de couleur.

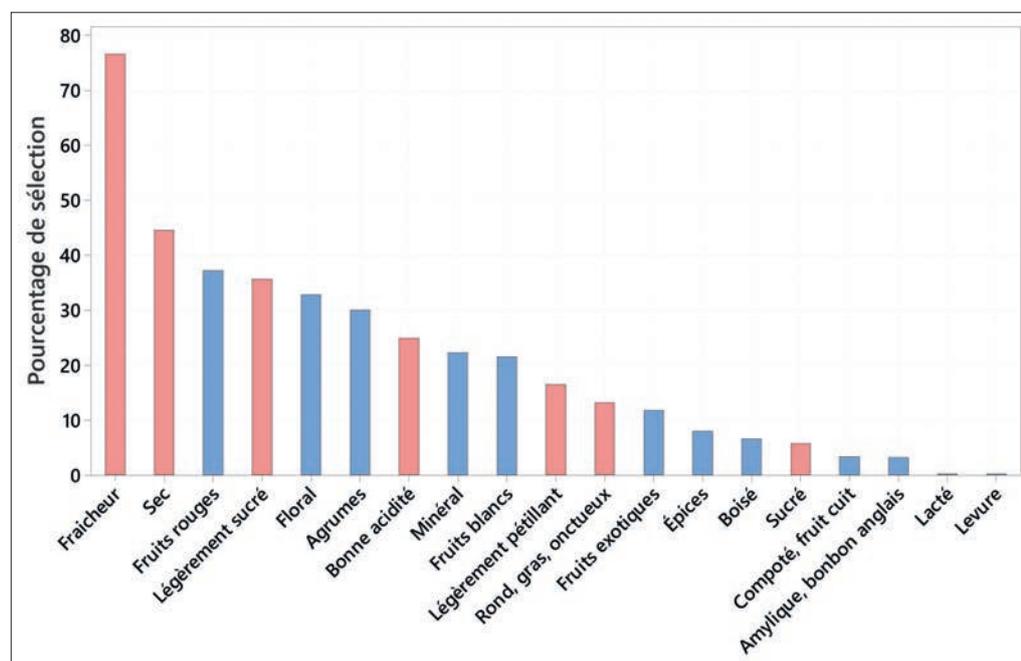


Figure 9 | Profil organoleptique plébiscité par les consommateurs suisses en réponse à la question «Parmi ces arômes et qualificatifs, lesquels caractérisent les rosés que vous appréciez?». En rouge, les perceptions en bouche et, en bleu, les arômes.

## Conclusions

- Les vins rosés ont une image positive de détente et de convivialité qui concorde avec les attentes des jeunes consommateurs en recherche de produits simples et authentiques et d'une approche décomplexée du vin.
- Si l'Œil-de-perdrix est reconnu pour sa qualité, les autres vins rosés suisses sont encore peu connus des consommateurs novices. Le fait de ne pas inclure le mot «rosé» dans les principales dénominations suisses apparaît comme un frein à la visibilité de l'offre indigène.
- La dégustation, les conseils et la rencontre avec les producteurs apparaissent comme des éléments de choix importants pour les consommateurs suisses. Toutefois, les citadins étant éloignés des vignobles, ils tendent à consommer majoritairement des rosés étrangers, vendus en grande distribution. Afin de développer la visibilité des vins rosés suisses, les professionnels devraient aller à la rencontre des citadins.
- Contrairement aux croyances, le prix ne semble pas être un frein à l'achat de rosés suisses.
- Les consommateurs suisses disent rechercher un vin de couleur rose orangé relativement intense, avec de la fraîcheur, sec ou demi-sec accompagné d'arômes fruités ou floraux. ■

## Remerciements

Les auteurs remercient l'ensemble des participants de l'étude et ceux ayant fait le relais du questionnaire. Nous tenons également à remercier Gilles Masson et Nathalie Poulzagues, du Centre du rosé, pour leurs échanges constructifs sur la thématique, et nos collègues de Changins pour les traductions.

## Bibliographie

- Corsinovi P., Gaeta D. et Corsi A. M., 2013. Consumer preferences of rosé wine: an analyses trough the Best-Worst method. 7<sup>th</sup> Academy of Wine Business Research International Conference.
- Deneulin P., Boven J., Bourcet C. et Carojab M.-H., 2019. Tendance à plus de douceur dans les vins: comment les consommateurs apprécient-ils les vins avec léger sucre résiduel? 42<sup>nd</sup> World Congress of Vine and Wine, 02025(15), 1–5.
- Deneulin P. et Dupraz X., 2018. Vins sans sulfites ajoutés et labels environnementaux: quel prix pour les consommateurs suisses? *Revue suisse Viticulture, Arboriculture, Horticulture*, 48(6), 176–182.
- Deneulin P., Sercomanens L., Danthe E., Rébénaque P. et Siebert P., 2020. Rosés suisses: offre, enjeux et perspectives. AGROVINA – Journée suisse d'œnologie.
- Eymard B., Amato B. et Delerins R. C., 2019. Quel potentiel de développement et quels consommateurs à l'international pour les vins rosés? *Bio Web of Conferences*, 15, 03008.
- FranceAgriMer, 2019. Observatoire mondial des vins rosés.
- Guex P., 2020. January 25. Et si nos vigneronns osaient le rosé? *Le Nouvelliste*.
- MIS Trend, 2017. Etude sur le marché du vin en Suisse 2017: notoriété, habitudes de consommation et d'achat, image.
- Observatoire suisse du marché des vins, 2020. Marché suisse des vins – Rapport annuel n°14-1.
- Poulzagues N., Chevallier A. et Masson G., 2020. Identités des vins rosés dans le monde, en France et en Provence. AGROVINA – Journée suisse d'œnologie.
- Sercomanens L., 2020. Création d'un nouveau vin, de son élaboration à sa validation par test consommateurs. *Objectif*, 93, 11–14.
- Velikova N., Charters S., Bouzdine-Chameeva T., Fountain J., Ritchie C. et Dodd T., 2014. Yes way, rosé! Cross-cultural comparison of consumer preferences, perceptions and attitudes towards rosé wine. 8<sup>th</sup> Academy of Wine Business Research International Conference.



### Summary

#### Rosé wines: visions and expectations of Swiss consumers.

Sales of rosé wines continue to grow slightly on the Swiss market, but most of these wines are imported. In order to understand the visions and expectations of Swiss consumers towards rosé wines, an online survey was completed by 508 consumers during spring 2020. The image of rosé wines is positive and refers to relaxation and conviviality. The fact that the word "rosé" is not included in the Swiss names seems to limit their recognition, mainly by novice consumers. An exception to this is the *Ceil-de-perdrix*, whose reputation is well established. Prices of Swiss rosé wines do not seem to limit their sales, but the lack of opportunities for tastings and meetings between professionals and urban citizens limit their attractiveness. Consumers are looking for moderately colored wines, with freshness, and fruity or floral aromas. Pale pink wines are not popular yet in Switzerland.

**Key words:** survey, rosé wine, swiss consumer perception, perceived image, purchasing behavior, ideal sensory profile.

### Zusammenfassung

#### Roséweine: Visionen und Erwartungen von Schweizer Konsumenten.

Der Absatz von Roséweinen nimmt auf dem Schweizer Markt immer noch leicht zu, dabei handelt es sich aber überwiegend um importierte Weine. Um die Visionen und Erwartungen der Schweizer Verbraucher für Roséweine zu verstehen, wurde im Frühjahr 2020 ein Online-Fragebogen von 508 Verbrauchern ausgefüllt. Das Bild für Roséweine ist positiv und wird mit Entspannung und Geselligkeit in Zusammenhang gebracht. Die Tatsache, dass das Wort «Rosé» nicht in den Schweizer Bezeichnungen vorkommt, scheint ihre Anerkennung zu bremsen, vor allem bei den Neulingen. Die Ausnahme dabei ist der *Ceil-de-perdrix*, dessen Bekanntheit feststeht. Der Preis für Schweizer Roséweine scheint deren Kauf nicht zu beschränken, aber der Mangel an Gelegenheiten an Verkostungen und an Begegnungen zwischen Berufsleuten und Stadtbewohnern schränkt ihre Attraktivität ein. Die Verbraucher suchen nach relativ farbenfrohen, frischen Weinen mit fruchtigen oder blumigen Aromen. Hellrosa Weine sind in der Schweiz noch nicht populär.

### Riassunto

#### Vini rosati: visione e aspettative dei consumatori svizzeri.

Le vendite di vini rosati rimangono in leggera crescita sul mercato svizzero, anche se sono principalmente vini importati. Per capire la visione e le aspettative dei consumatori svizzeri nei confronti dei vini rosati, un questionario online è stato lanciato durante la primavera del 2020 da Changins e compilato da 508 consumatori. L'immagine dei vini rosati è positiva e legata al relax e alla convivialità. Il fatto di non includere la parola "vino rosato o rosé" nelle denominazioni svizzere sembra essere un ostacolo al loro riconoscimento da parte dei principianti, ad eccezione dell' *Ceil-de-Perdrix* la cui notorietà è ben consolidata. Il prezzo dei vini rosati svizzeri non sembra limitare il loro acquisto, ma la mancanza di opportunità di degustazioni ed incontri tra professionisti e cittadini ne limita l'attrattività. I consumatori cercano vini relativamente colorati, con freschezza e aromi fruttati o floreali. La ricerca di vini rosa pallido non è ancora sentita in Svizzera.

PEPINIERES VITICOLES  
**LAPALUD**  
FRERES SARL



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

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

[lapalud@bluewin.ch](mailto:lapalud@bluewin.ch)

079 228 77 40

021 807 42 11

1163 ETOY



La rédaction et les auteur·e·s  
de la *Revue suisse Viticulture,*  
*Arboriculture, Horticulture*  
vous remercient de votre confiance  
et vous souhaitent  
de belles fêtes de fin d'année.

## Chaleur printanière, été indien et crise sanitaire ont marqué l'année viticole 2020

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

<sup>1</sup> Direction générale de l'agriculture, de la viticulture et des affaires vétérinaires, 1110 Morges, Suisse

<sup>2</sup> Agroscope, 1009 Pully, Suisse

L'année 2020 restera à jamais gravée dans les mémoires par la crise sanitaire qui a bouleversé le monde en entraînant des conséquences économiques inattendues et sans précédent. La vigne s'est très bien développée, avec une précocité proche de celle du millésime 2015, par des températures printanières nettement au-dessus de la norme. Les bourgeons ont débourré au début du mois d'avril par un temps très doux et sec. La pluie au moment de la floraison a provoqué des grappes variablement millerandées. L'été chaud a favorisé l'oïdium. Dans la plupart des régions du pays, la maturation s'est déroulée dans des conditions optimales. Les guêpes ont été particulièrement nombreuses et localement très voraces. La mouche du cerisier (*Drosophila suzukii*) a vu ses populations remonter en septembre, tout en gardant les dégâts limités à des cépages et des situations favorables. La fin de l'été, très chaude et sèche, a permis des vendanges de fin septembre d'une qualité exceptionnelle, avec des rendements de 15 à 20% inférieurs à la moyenne pour des quotas de production en régression.

### Développement de la vigne (tab. 1)

#### Débourrement

Dans le Bassin lémanique (Pully) comme en Valais, la vigne a débourré au début d'avril, soit une semaine avant la date moyenne de 1925 à 2020, et s'est ensuite développée rapidement par des températures moyennes mensuelles toujours au-dessus de la norme. La sortie, avec un grand nombre d'inflorescences, annonçait une récolte abondante, qui ne s'est pas confirmée aux vendanges.

#### Floraison

La floraison a débuté à fin mai (25 mai en Valais, 29 mai à Pully), 21 jours plus tôt qu'en 2019 et 17 jours plus tôt que la date moyenne du 15 juin. La période de la floraison a été relativement longue et s'est étalée sur 17 jours dans le bassin lémanique, par des conditions fraîches et particulièrement arrosées, avec un cumul de précipitations à Pully de plus de 100mm et des températures moyennes de 13,5°C et maximales de 18,9°C (moyenne de la période du 29 mai au 15 juin). En Valais, les précipitations ont été plus éparses durant la

**Tableau 1 |** Dates des principaux stades phénologiques à Pully et à Leytron en 2020 et sondages moyens du Chasselas le 20 septembre, comparées aux données moyennes des observations à long terme à Pully (depuis 1925 pour la phénologie et 1933 pour les sondages le 20 septembre).

Stades de développement	2020 Leytron (VS)	2020 Pully (VD)	Moyenne 1925– 2020 Pully	Différence par rap- port à la moyenne (Pully)
Pointe verte (09) 	6 avril	6 avril	13 avril	-7 jours
Début de floraison (61) 	25 mai	29 mai	15 juin	-17 jours
Fin de floraison (67-69) 	5 juin	15 juin	28 juin	-13 jours
Début de véraison (81) 	26 juillet	27 juillet	12 août	-16 jours
Vendanges (89) 	14 septembre	28 septembre	7 octobre	-9 jours
Sondage moyen 20 septembre	80°Oe	79°Oe	70°Oe	+9°Oe

floraison, par contre, les températures ont suivi la même tendance fraîche (température moyenne 17,4°C et moyenne des températures maximales de 23,8°C du 25 mai au 5 juin), induisant localement de la coulure et du millerandage. A Leytron, les températures ont littéralement chuté du 5 au 10 juin, avec des températures moyennes comprises entre 12 et 15°C et des maxima journaliers nettement en-dessous de 20°C. Les températures optimales de floraison pour une bonne nouaison sont de 20 à 25°C, en-dessous de 15°C la floraison est fortement inhibée. Le temps de croissance des tubes polinisateurs des grains de pollen pour la fécondation est dépendant de la température (tab. 2). En d'autres

termes, plus les températures sont basses, plus le développement des tubes germinatifs des grains de pollen est ralenti, compromettant la fécondation. Dans les conditions 2020, le taux de nouaison dans le Bassin lémanique a été moyen, avec localement une importante coulure et des grappes fortement millerandées (fig. 1).

Un premier épisode de grêle sans conséquences graves a touché la région de Morges le 18 juin.

### Véraison

L'été chaud et modérément arrosé a entraîné un développement régulier de la vigne. A Pully comme à Leytron, le Chasselas a atteint la véraison autour du 25 juillet, soit avec 16 jours d'avance sur la date moyenne (1925–2020). Le poids des baies a progressivement augmenté, pour se fixer autour de 3 g (3,3 g dans le Bassin lémanique et 2,5 g en Valais), soit dans la moyenne des



**Figure 1** | La floraison s'est passée dans des conditions fraîches et humides qui ont provoqué de la coulure et du millerandage.

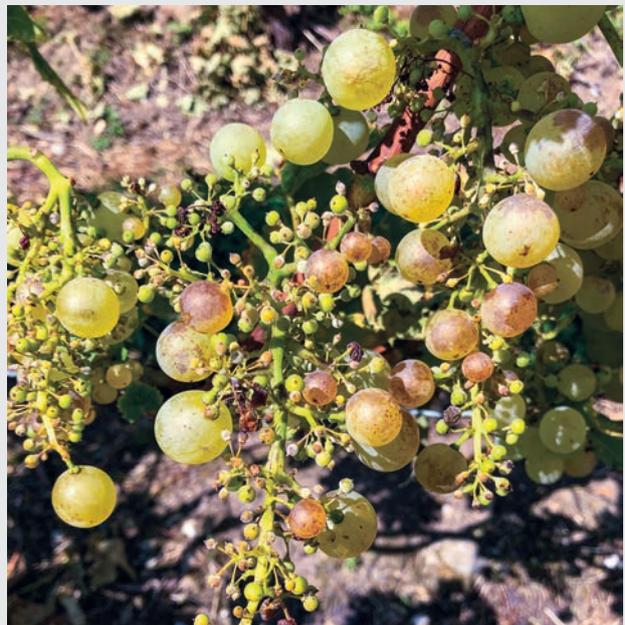
**Tableau 2** | Durée de croissance des tubes pollinisateurs pour assurer la fécondation des ovules en fonction de la température selon Keller (2020).

Températures	Temps d'élongation du tube pollinisateur des grains de pollen pour assurer la fécondation
25–30°C	12h
20°C	24h
15°C	48h
< 15°C	Absence de fécondation ou fécondation partielle induisant de la coulure et du millerandage

vingt dernières années (fig. 2/voir page 364). Les estimations de rendement ont été particulièrement difficiles en raison de l'importante coulure et surtout du millerandage, qui ont laissé apparaître des grappes irrégulièrement lâches, quelques fois pourvues d'un nombre très limité de baies (fig. 3).

### Maturation

Le 20 septembre, les baies de Chasselas atteignaient 79°Oe à Pully et 80°Oe à Leytron, des sondages qui permettaient d'envisager les vendanges dans d'excellentes



**Figure 3** | Au moment des vendanges, certaines grappes de Chasselas étaient très lâches, influençant considérablement les rendements à l'hectare, difficiles à estimer.

conditions météorologiques dignes d'un été indien. Ces sondages le 20 septembre sont de 9°Oe supérieurs à la moyenne de la longue période de suivi à Pully (1933–2020) (tab. 1), une tendance de maturités précoces qui se confirme ces vingt dernières années, avec toutefois des exceptions en-dessous de 70°Oe en 2016, 2013, 2008 et 2001 (fig. 4). La période de maturation en août et septembre s'est déroulée dans des conditions chaudes et sèches, avec des records de température en septembre qui ont conduit à des stress hydriques localement importants dans des secteurs du vignoble généralement épargnés (fig. 5).

### Vendanges

Les vendanges ont débuté à partir du Jeûne fédéral, le 20 septembre, et se sont prolongées jusqu'à mi-octobre. L'exposition des grappes en plein soleil, des températures excessives et du stress hydrique ont induit localement sur certains cépages, comme le Gamay ou le Merlot, des blocages de maturation, laissant certaines baies vertes au sein de grappes mûres qui n'ont finalement jamais fait leur véraison (fig. 6).

La grêle a fait frémir les viticulteurs de la région de Villeneuve et de certains secteurs de Lavaux en pleine

vendange, la nuit du 26 au 27 septembre, endommageant le feuillage sans toucher significativement aux grappes.

### Acide malique

Dans les conditions de maturation sèches et chaudes du millésime 2020, la teneur des raisins en acide malique était faible, l'acide tartrique est resté stable et les taux de sucre ont atteint des valeurs qui annoncent un millésime bien équilibré, avec des taux d'azote assimilable modérés. Le fait que la vigne consomme l'acide malique dans les années sèches est bien connu et s'est largement confirmé en 2020. Les teneurs en acide malique des baies du Chasselas au moment des vendanges à Pully étaient de 45% inférieures (1,8g/l) par rapport à celles de 2019 (3,3g/l). En Valais, où le stress hydrique est généralement plus marqué et apparaît pratiquement chaque année en fin de maturation, les teneurs en acide malique sont habituellement basses.

### Azote assimilable

La teneur en azote assimilable dans les moûts, exprimée en mg/l ou par l'indice de formol (IF=N assimilable en mg/l / 14,806) (Aerny, 1996; Lorenzini et Dienes-

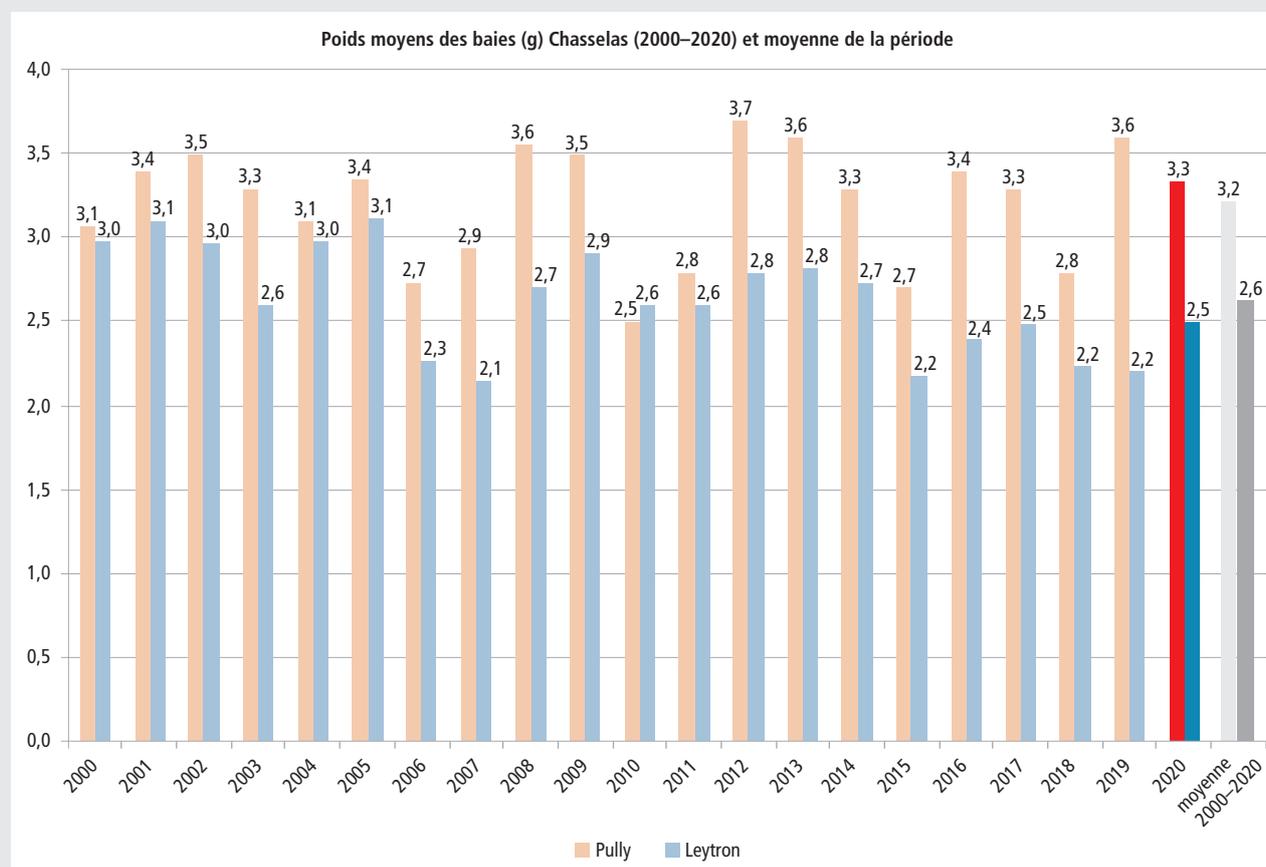


Figure 2 | Poids moyen des baies de Chasselas à Pully (VD) et à Leytron (VS) de 2000 à 2020 et valeur moyenne pour la période.

Nagy, 2016), a montré que, dans le cas du Chasselas et de la majorité des autres cépages aromatiques blancs (Arvine, Chardonnay, Sauvignon blanc, Doral), des teneurs inférieures à 140–150 mg/l induisent des modifi-

cations aromatiques et gustatives des vins. Les arômes sont neutres et rappellent l'herbe mouillée aux notes végétales proches de la réduction, alors qu'en bouche, ils sont marqués d'une amertume persistante négative >

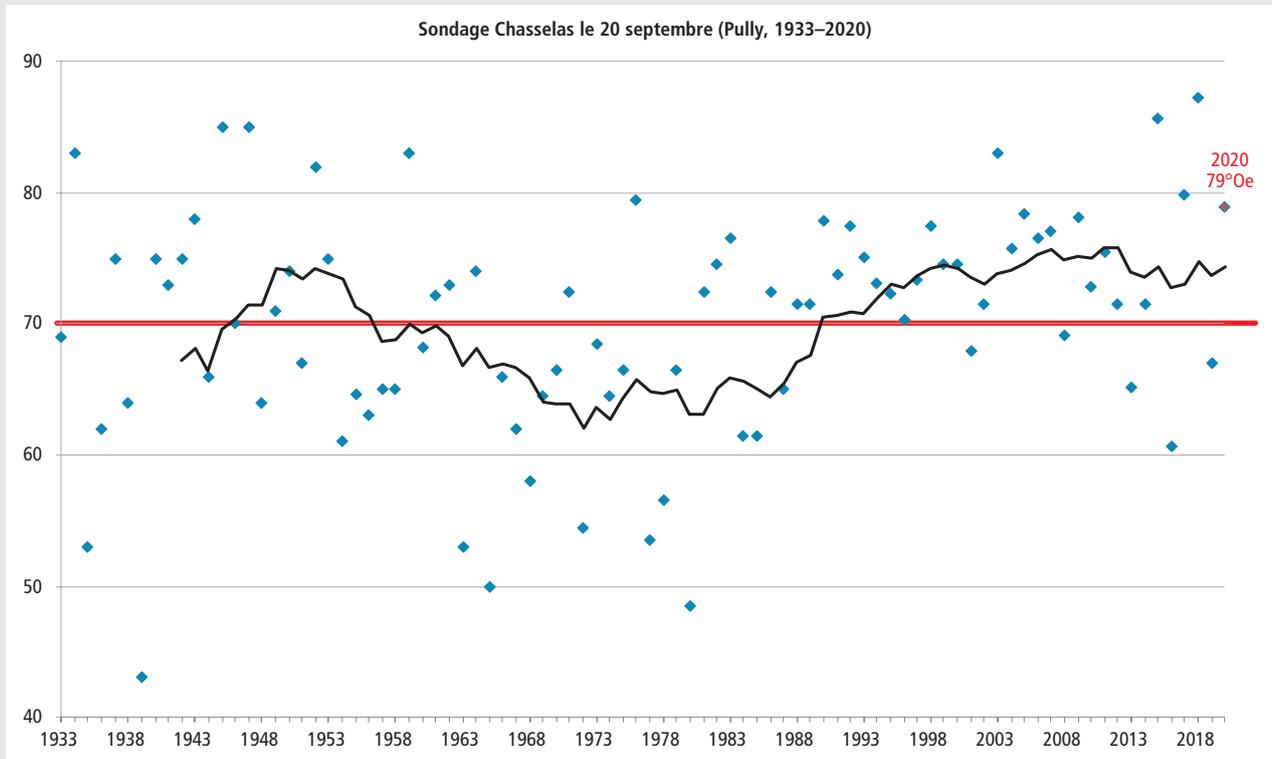


Figure 4 | Sondage du Chasselas à Pully (domaine du Caudoz, Agroscope) le 20 septembre de 1933 à 2020 et moyenne mobile de dix ans.



Figure 5 | Durant la maturation, des secteurs du vignoble de La Côte présentaient d'importants stress hydriques, avec les feuilles principales de la base des rameaux jaunies et un arrêt de croissance.



Figure 6 | Blocage de maturation au sein de grappes mûres laissant certaines baies vertes immatures jusqu'aux vendanges, dû à l'exposition directe des grappes au rayonnement, aux températures excessives et au stress hydrique.

(Zufferey *et al.*, 2018; 2020). Le suivi de 2000 à 2020 de cet élément dans les moûts de Chasselas au moment des vendanges à Pully et à Leytron montrent que, les années sèches, l'azote est moins bien assimilé par la vigne (fig. 7), comme en 2003 et 2008 à Leytron ou en 2009 et 2018 à Pully. En 2020 comme en 2019, les valeurs sont au-dessus du seuil critique, assurant des cinétiques de fermentation rapides et des vins expressifs. En Valais, l'assimilation de l'azote peut être considérablement influencée par l'irrigation en fonction du déficit en précipitations, ce qui explique que des valeurs supérieures d'azote assimilable peuvent être atteintes par rapport au site de Pully, où l'irrigation n'est pas pratiquée dans les vignes en production.

**Aperçu mensuel du climat de l'année 2020 (données MétéoSuisse, tab. 3)**

*Janvier*

- Doux et sec (2,4°C supérieur à la norme à Pully et 1,5°C à Sion).

*Février*

- Deuxième mois le plus doux depuis 1864, après février 1990 (+4,2°C à Pully, +4°C à Sion) par des courants dominants de sud-ouest;

- Développement végétatif de certaines plantes indicatrices (noisetier, saule) avec un mois d'avance.

*Mars*

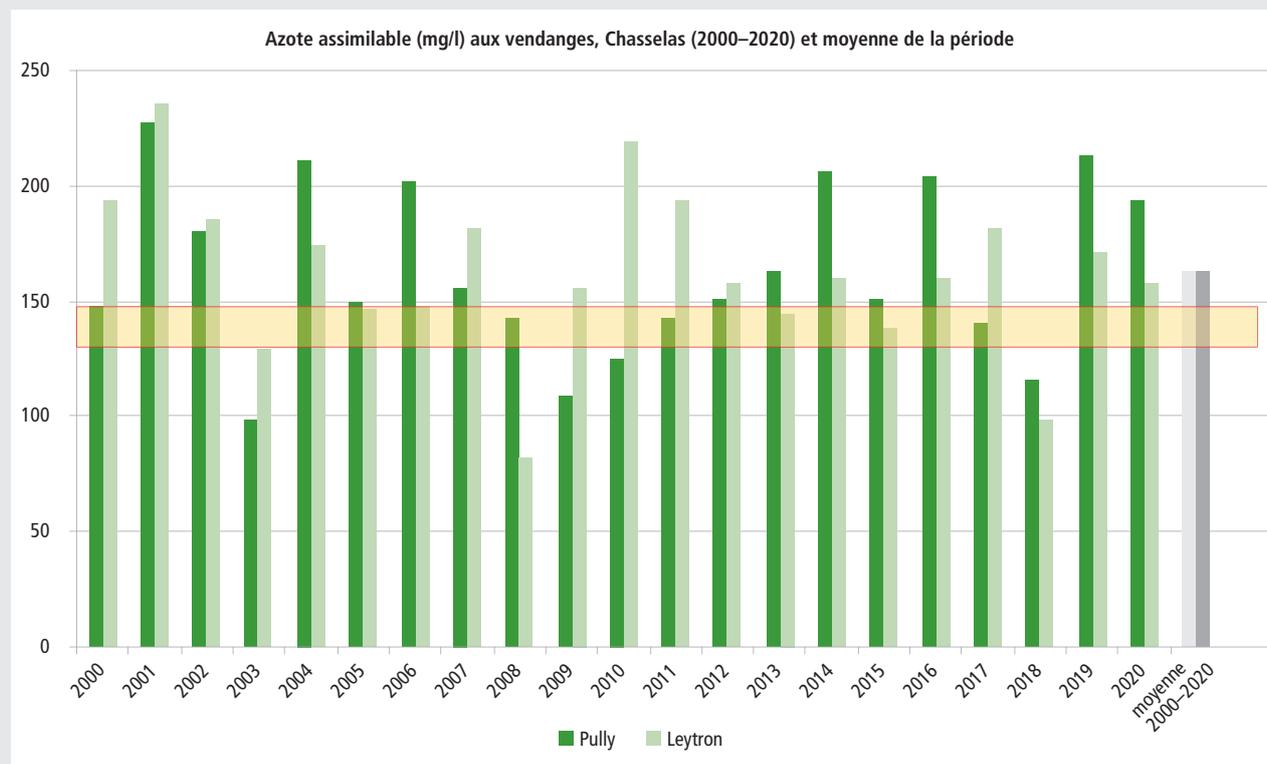
- Doux avec des températures plus ou moins dans la norme;
- Retour de froid la deuxième quinzaine du mois, pluviométrie dans la norme dans le Bassin lémanique;
- En Valais, précipitations à 153% de la norme à Sion;
- Prunelier (*Prunus spinosa*) en fleur.

*Avril*

- Record de températures et d'ensoleillement (+3,3°C à Pully, +3,6°C à Sion);
- Pluviométrie très largement déficitaire jusqu'au 27 avril, suivie de pluies orageuses localement abondantes (52% des précipitations à Pully et 56% à Sion);
- Indépendamment des essences, pratiquement tous les arbres fruitiers sont en fleur simultanément.

*Mai*

- Températures légèrement au-dessus de la norme;
- Fin du mois fraîche et bien arrosée dans le Bassin lémanique.



**Figure 7 |** Suivi de l'azote assimilable du moût de Chasselas au moment des vendanges de 2000 à 2020 à Pully et à Leytron. La zone en jaune indique le seuil critique (140–150 mg/l).

**Juin**

- Début du mois frais et arrosé;
- Températures du mois dans la norme, voire légèrement inférieures à Pully, avec d'abondantes précipitations jusqu'au 20 juin dans le Bassin lémanique;
- Précipitations nettement en-dessous de la norme en Valais (87% à Sion);
- Fin du mois estivale.

**Juillet**

- Deuxième quinzaine du mois estivale; sur l'ensemble du mois, températures légèrement au-dessus de la norme.

**Août**

- Mois chaud (+1,3°C à Pully et à Sion), avec des précipitations au-dessus de la norme (140% à Pully et à Sion) concentrée sur la deuxième quinzaine du mois.

**Septembre**

- Mois très chaud (+1,9°C à Pully et +1,3°C à Sion), sec jusqu'à la fin du mois, avec encore des journées estivales aux maxima supérieurs à 25°C;

- Fin du mois nettement plus nuancée à partir du 18 septembre dans le Bassin lémanique, avec un cumul de précipitations de 72,2 mm et de l'ordre de la moitié à Sion, avec une limite de la neige localement à 1000 m d'altitude.

**Octobre**

- Mois frais, avec des températures moyennes en-dessous de la norme (-0,8°C à Pully et -0,6°C à Sion), plusieurs épisodes de neige en basse altitude;
- Record de précipitations au sud des Alpes en début de mois (421 mm en 24 heures à Camedo, dans les Centovalli, au Tessin, le 2 octobre),
- Sur l'ensemble du mois, précipitations largement excédentaires (151% à Pully et 128,5% à Sion).

**Températures (fig. 8)**

*Jours estivaux (température max. ≥ 25°C*

Le cumul des jours estivaux est dans la moyenne des vingt dernières années en Valais, alors que, dans le Bassin lémanique, avec 61 jours, 2020 suit la tendance à la hausse observée depuis cinq ans (fig. 9).

**Tableau 3 | Températures moyennes (°C) et cumul des précipitations (mm) mensuelles par rapport à la norme de trente ans de MétéoSuisse pour les sites de Pully (domaine du Caudoz) et de Sion.**

<b>Pully</b>	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Septembre	Octobre	
Température en °C, moyenne trente ans	2,2	3,0	6,6	10,0	14,4	17,8	20,3	19,7	15,8	11,6	
<b>2020</b>	<b>4,6</b>	<b>7,2</b>	<b>7,3</b>	<b>13,3</b>	<b>15,6</b>	<b>17,6</b>	<b>21,8</b>	<b>21,0</b>	<b>17,7</b>	<b>10,8</b>	
Ecart	2,4	4,2	0,7	3,3	1,2	-0,2	1,5	1,3	1,9	-0,8	
<b>Sion</b>	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Septembre	Octobre	
Température en °C, moyenne trente ans	-0,1	1,8	6,5	10,4	14,9	18,1	20,1	19,2	15,2	10,3	
<b>2020</b>	<b>1,4</b>	<b>5,8</b>	<b>7,4</b>	<b>14</b>	<b>16,4</b>	<b>18,6</b>	<b>21,5</b>	<b>20,5</b>	<b>16,7</b>	<b>9,7</b>	
Ecart	1,5	4	0,9	3,6	1,5	0,5	1,4	1,3	1,5	-0,6	
<b>Pully</b>	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Septembre	Octobre	Somme
Précipitation en mm, moyenne trente ans	77,0	67,0	78,0	87,0	117,0	112,0	92,0	110,0	114,0	113,0	967,0
<b>2020</b>	<b>32,2</b>	<b>75,4</b>	<b>75,8</b>	<b>45,2</b>	<b>65,7</b>	<b>168,9</b>	<b>29,4</b>	<b>153,9</b>	<b>72,2</b>	<b>170,6</b>	<b>889,3</b>
Ecart (mm)	-44,8	8,4	-2,2	-41,8	-51,3	56,9	-62,6	43,9	-41,8	57,6	-77,7
Ecart (%)	41,8	112,5	97,2	52,0	56,2	150,8	32,0	139,9	63,3	151,0	92,0
<b>Sion</b>	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Septembre	Octobre	Somme
Précipitation en mm, moyenne trente ans	51,0	47,0	42,0	35,0	49,0	54,0	58,0	57,0	44,0	52,0	489,0
<b>2020</b>	<b>24,2</b>	<b>78,6</b>	<b>64,2</b>	<b>23,1</b>	<b>47,4</b>	<b>46,9</b>	<b>39,7</b>	<b>80,5</b>	<b>35,2</b>	<b>66,8</b>	<b>506,6</b>
Ecart (mm)	-26,8	31,6	22,2	-11,9	-1,6	-7,1	-18,3	23,5	-8,8	14,8	17,6
Ecart (%)	47,5	167,2	152,9	66,0	96,7	86,9	68,4	141,2	80,0	128,5	103,6

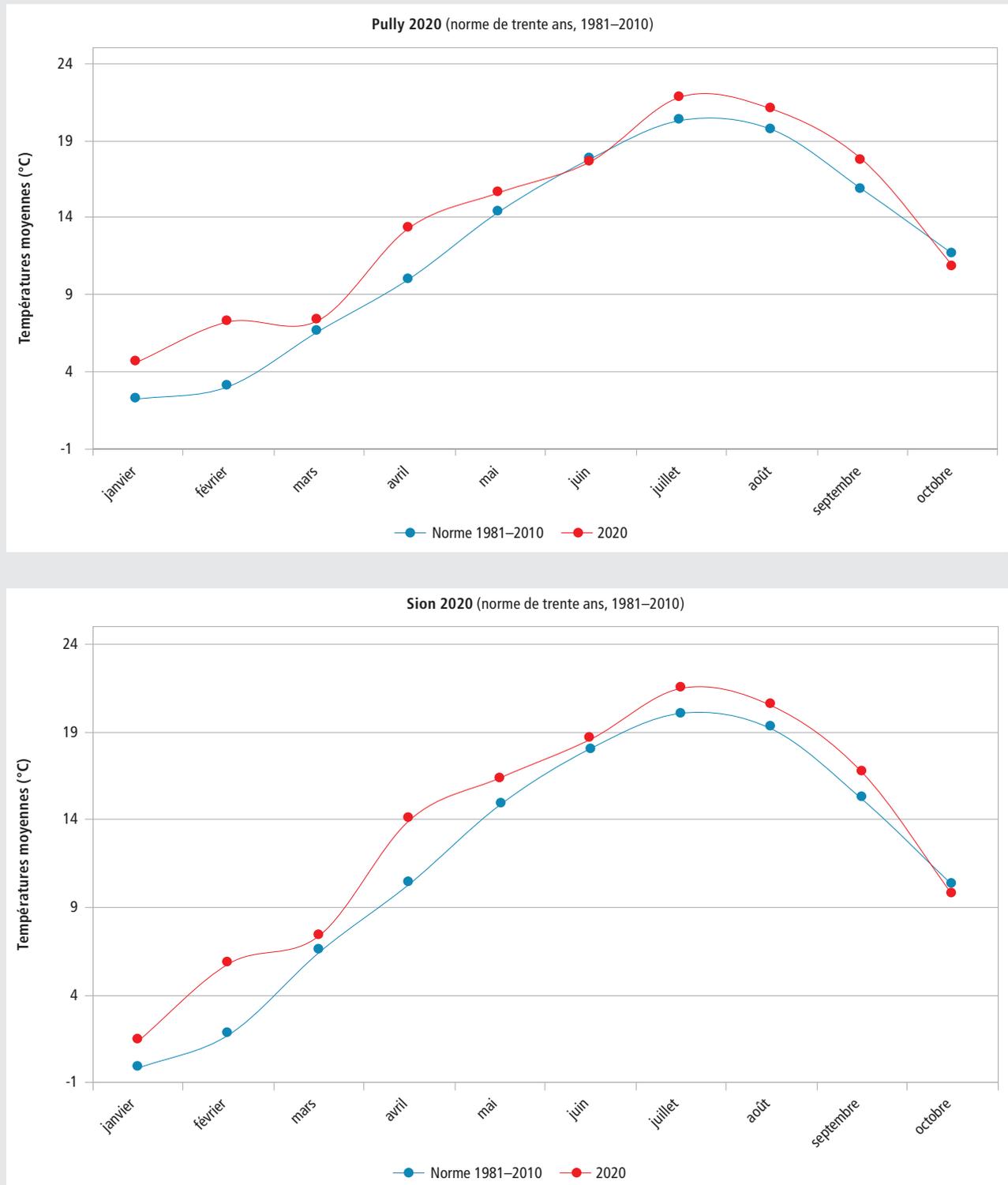
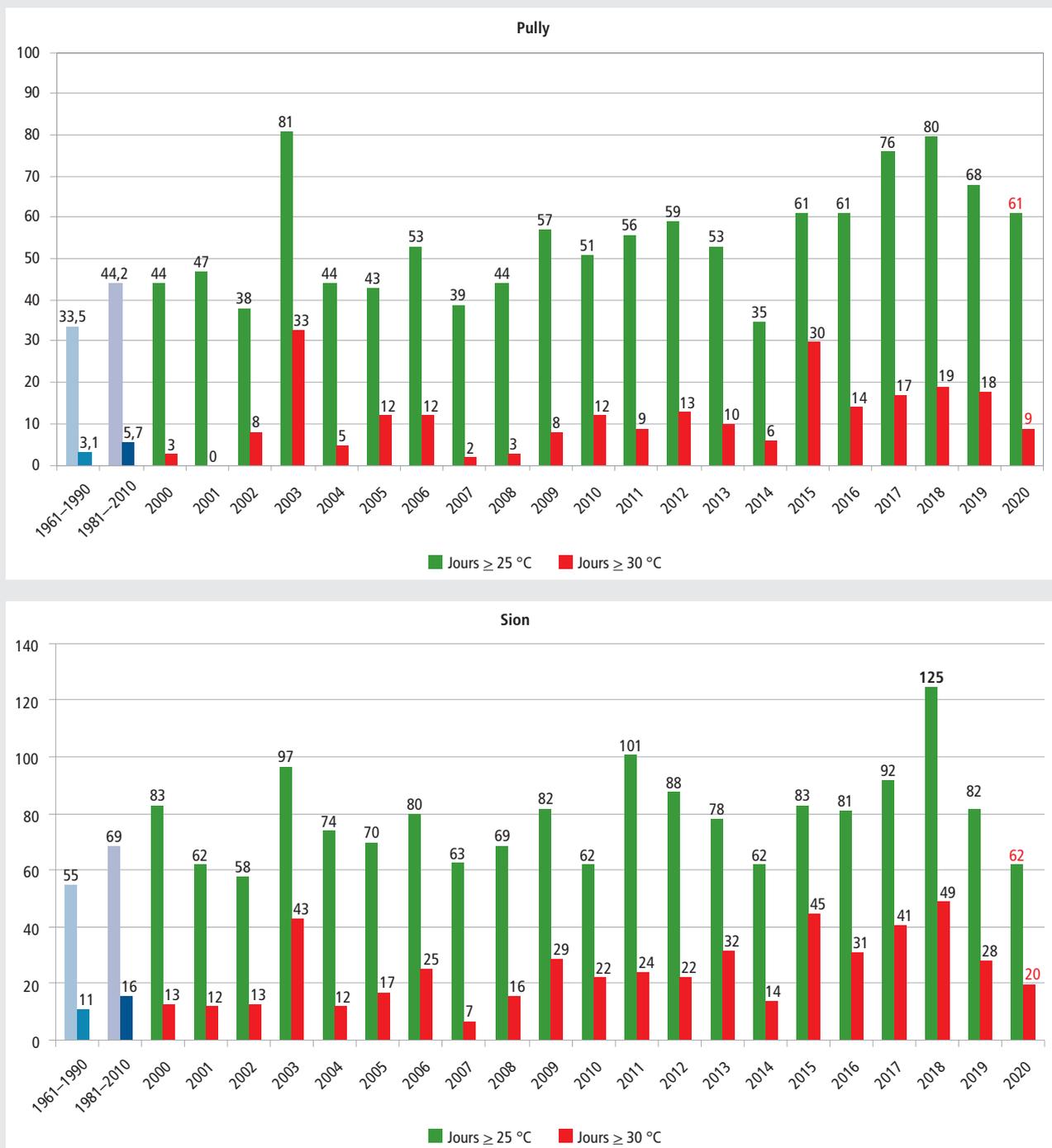


Figure 8 | Températures moyennes mensuelles de janvier à fin octobre 2019 à Pully et à Sion, comparées à la norme de trente ans (1981-2010).

**Jours tropicaux (température max.  $\geq 30^{\circ}\text{C}$ )**

Le nombre de jours tropicaux enregistrés à Pully (9 jours) et à Sion (16 jours) est nettement inférieur aux cinq années précédentes (2015–2019). En Valais, les étés au nombre de jours tropicaux les plus nombreux ont été enregistrés en 2003, 2015 et 2018. Les températures les plus chaudes ont été mesurées à fin juillet–

début août (Leytron et Pully  $>34^{\circ}\text{C}$  le 31 juillet et  $>33^{\circ}\text{C}$  le 1<sup>er</sup> août) et de manière intermittente jusqu'à la deuxième quinzaine d'août ( $34^{\circ}\text{C}$  le 21 août). Ces températures élevées combinées à des traitements de bicarbonate de potassium et de soufre contre l'oïdium ont localement provoqué des brûlures foliaires et des roussissures sur les grappes (fig. 10).



**Figure 9** | Nombre de jours estivaux (T. max.  $> 25^{\circ}\text{C}$ ) et tropicaux (T. max.  $> 30^{\circ}\text{C}$ ) de 2000 à 2020 à Pully et à Sion, comparé aux moyennes de trente ans (1961–1990 et 1981–2010).

### Précipitations (fig. 11)

En 2020, le profil des précipitations dans le Bassin lémanique et en Valais a été idéal, avec un printemps sec à Pully et normalement arrosé à Sion, suivi de pluies intermittentes suffisantes en été et d'un mois de septembre sec pour des vendanges précoces. Ces conditions ont permis un développement précoce de la vigne, une très faible pression du mildiou jusqu'au mois de juin et un stress hydrique modéré à fort en



**Figure 10** | Les applications de bicarbonate de potassium combinées au soufre contre l'oïdium ont provoqué localement des brûlures foliaires (en haut) et la roussissure des baies (en bas) en lien avec des pics de chaleurs estivales.

période de maturation, garant d'une récolte de faible quantité, mais de qualité exceptionnelle.

### Maladies fongiques et ravageurs

#### Mildiou

En 2020, l'incidence d'un printemps chaud et sec sur le développement initial du mildiou se confirme à nouveau et n'est plus à remettre en question. La germination des oospores au sol est très fortement impactée par la sécheresse et il faut une longue période d'humectation pour que ces particules fongiques puissent germer et atteindre la face inférieure des feuilles menant aux taches d'huile.

#### Bassin lémanique

La germination en 24 heures a été atteinte à Changins le 7 mai et les premières infections primaires calculées ([www.agrometeo.ch](http://www.agrometeo.ch)) le 30 avril, alors que la vigne avait atteint le stade de 5 feuilles étalées (BBCH 15). Le bloc d'infections suivant du 11 au 14 mai a permis d'observer les premières taches d'huile à Changins, sur un stock de feuilles infectées placées sous des vignes indicatrices proches du sol, le 25 mai, soit à la fin de la période d'incubation. Dans les vignobles du Bassin lémanique, quelques rares taches d'huile éparses ont été signalées et le mildiou s'est montré très discret jusqu'à après la véraison.

#### Valais

En Valais, le début de l'épidémie a également été conditionné par un printemps sec. Le mildiou s'est localement bien installé à partir de juillet à la suite de pluies orageuses qui ont provoqué d'importantes infections foliaires dans la région de Martigny jusqu'en Valais central, dans une région où cette maladie ne pose généralement pas de problème majeur.

#### Oïdium

L'année 2020 a clairement été dominée par une pression très importante de l'oïdium dans toutes les régions de Suisse romande. Les conditions sèches du printemps par des humidités relatives importantes du petit matin, particulièrement en zone lacustre, humectent le feuillage jusqu'au lever du jour et permettent le développement de foyers importants d'oïdium qui sont devenus visibles dans le courant du mois de juin et surtout en juillet. A ce moment, la lutte curative, voire éradicatrice devient particulièrement difficile et nécessite des poudrages au soufre, sans quoi la récolte peut être totalement anéantie lorsque la maladie n'est pas maîtrisée par des intervalles de traite-

ments adéquats et un choix de fongicides suffisamment performants, appliqués avec précision.

Au début de juillet, les témoins non traités des essais en place à Pully étaient entièrement contaminés, et la récolte anéantie par l'oïdium. Les premiers symptômes se manifestent toujours à la face inférieure des feuilles, où le mycélium forme des zones grisâtres arrondies très localisées qui correspondent à des dé-

colorations très légères en face supérieure, proche de l'apparence initiale des taches d'huile du mildiou.

#### Pourriture grise

Dans les conditions sèches et chaudes d'un mois de septembre exceptionnel combiné à des structures de grappes lâches dues à la coulure, la pourriture grise est restée absente du vignoble en 2020. >

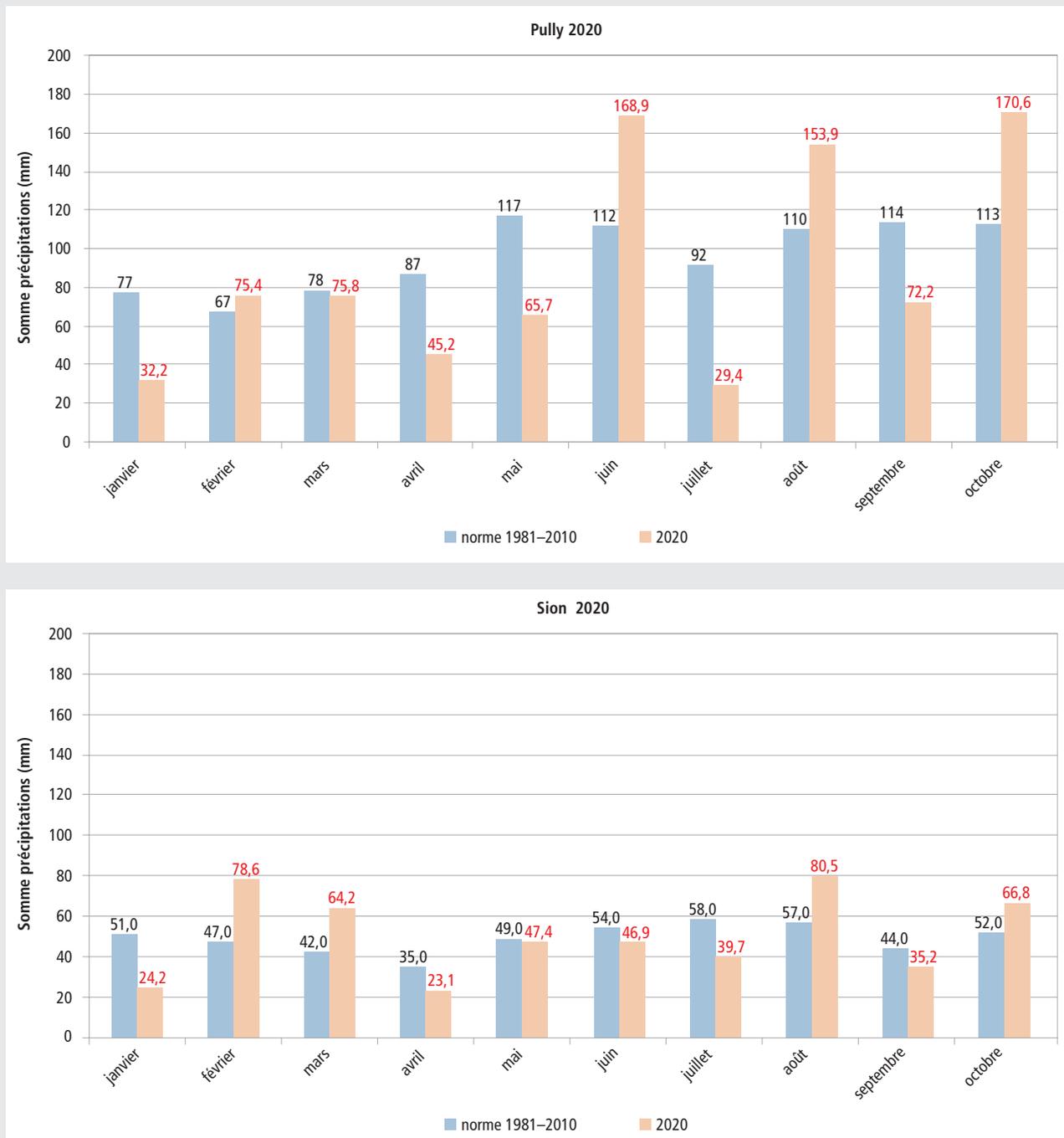


Figure 11 | Somme des précipitations mensuelles à Pully et à Sion du 1<sup>er</sup> janvier au 31 octobre 2020, comparée à la moyenne de trente ans (1981-2010).

### Drosophile du cerisier (*Drosophila suzukii*)

Cet insecte, nouvellement apparu en Suisse en 2011 et qui a soulevé de grandes inquiétudes en 2014, est depuis omniprésent et continue de faire des dégâts importants dans les cerises, les baies à fruits rouges, les prunes et les abricots en fonction de la densité des populations, qui peuvent se développer de manière exponentielle lorsque les conditions leur sont favorables. Dans la succession des fruits au cours de l'année, la vigne est une des dernières cultures à disposition des drosophiles, qui s'attaquent de préférence aux cépages dont la véraison est précoce et les épidermes des baies relativement faciles à perforer pour y déposer les œufs (Dornfelder, Dunkelfelder, Cabernet Dorsa, Dakapo, Mara, Gamay, Garanoir). En 2020, les courbes de vol en Suisse romande montrent que l'insecte s'est développé modestement à partir du 22 juin, avec un premier pic de population le 20 juillet et un deuxième pic le 7 septembre (www.agrometeo.ch). Au début de septembre, 42 individus par jour étaient piégés en viticulture, alors qu'à la même date, plus de 150 adultes peuplaient les pièges dans les cerisiers. L'intensité des vols ne donne pas d'indication sur le taux d'infection des baies, soit le nombre de baies dans lesquelles les femelles de l'insecte ont pondu leurs œufs. Les seuils de tolérance (4% de baies avec des pontes) pour déclencher une éventuelle lutte n'ont pratiquement pas été atteints en 2020 en Suisse romande. Des traitements au kaolin ont toutefois été pratiqués préventivement dans l'optique de repousser

les guêpes, localement très voraces (fig. 12A) et qui ont littéralement vidé les baies de cépages précoces, comme le Garanoir. Les blessures des baies par les mandibules des guêpes très populeuses en 2020 ont attiré les abeilles avides du sucre de raisin (fig. 12B). La densité des abeilles sur les raisins dépend de la présence de ruches à proximité des vignes. L'effet répulsif du kaolin dans ces situations particulières n'a pas permis d'atteindre les résultats escomptés. La pose de filets anti-insectes à maille très fine reste la meilleure solution lorsque c'est possible et justifié.

### Vers de la grappe

Le vol d'eudémis a débuté à mi-avril en Suisse romande. À l'image de ces dix dernières années, la première génération a été très discrète, conditionnant de très faibles populations en deuxième génération. Aucun adulte de cochylys n'a été piégé en 2020 en Suisse romande.

### Jaunisses (flavescence dorée et bois noir)

La flavescence dorée et le bois noir, deux maladies à phytoplasme, provoquent des symptômes d'enroulement et de décolorations du feuillage absolument identiques (Reynard *et al.*, 2019). Alors que le bois noir transmis par la cicadelle *Hyalestes obsoletus* est fréquent dans toute la Suisse et ne mène pas à la mort des plantes, la flavescence dorée est transmise par *Scaphoideus titanus*, une autre cicadelle, est très épidémique, détruit la vigne et fait partie des organismes de quarantaine qui impliquent une lutte obligatoire.



Figure 12 | Les guêpes, localement très voraces, ont littéralement vidé les baies (A), suivies par les abeilles, attirées par la présence de sucre (B).

Apparue pour la première fois en 2015 dans le nord des Alpes, à La Tour-de-Peilz et à Blonay, la flavescence dorée était confinée dans le sud des Alpes depuis 2004. En 2018, de nouveaux foyers infectieux ont été identifiés à Chardonne et, en 2019, pour la première fois sur La Côte. La campagne d'éradication dans la zone focale menée depuis 2015, la surveillance systématique du vignoble, ainsi que les mesures de lutte contre la cicadelle vectrice dans les périmètres définis portent leurs fruits. Les suivis des populations montrent que la lutte insecticide contre *S. titanus* à l'aide d'un ou deux traitements de pyrèthre, admis en viticulture biologique, est efficace. En 2019, le périmètre de lutte obligatoire couvrait une surface de 440 ha, qui a été étendue en 2020 à 680 ha. La surveillance systématique du territoire est une mesure primordiale qui fait appel aux viticulteurs. Le dépistage précoce permet de freiner la diffusion de la maladie hors des zones focales et de limiter la surface des périmètres de lutte. La certification du matériel de multiplication et le traitement des barbes à l'eau chaude font partie des mesures préventives, même dans les secteurs où la maladie est encore absente. *S. titanus* est présent de Salquenen (VS) à Genève et poursuit sa migration vers le nord, où les premiers individus ont été trouvés à La Sarraz et Eclépens. Tous les autres piègeages réalisés en Suisse sont négatifs.

En 2020, aucune extension des zones focales de La Côte n'a pu être identifiée. Par contre, deux nouveaux foyers ont été identifiés dans le Chablais vaudois, à Roche et à Yvorne, ainsi que dans le Chablais valaisan, sur le territoire de la commune de Port-Valais, à Cully, en Lavaux, et à Ardon, en Valais. Ces foyers définiront de nouveaux périmètres de lutte obligatoire contre le vecteur en 2021 et montrent surtout l'importance du suivi systématique des jaunisses par les viticulteurs et les instances phytosanitaires cantonales, tout comme la nécessité absolue d'imposer le traitement à l'eau chaude à tout le matériel de multiplication planté dans les vignobles suisses comme mesure de prévention.

### Considérations économiques et œnologiques

Le millésime 2020 a été vendangé entre le 20 septembre et le 20 octobre, avec une première période sereine au temps doux et sec, suivie d'importantes précipitations à la fin de septembre et au début d'octobre, qui ont provoqué une augmentation du poids des baies et une légère diminution des sondages. De manière générale, le millerandage et la coulure ainsi que le poids des baies autour de 3 g ont eu pour conséquence des rendements de 15 à 20% inférieurs aux

prévisions, dans un contexte de quotas à la baisse (1–1,1 kg/m<sup>2</sup> dans le canton de Vaud). La faible récolte 2020 devrait permettre un assainissement des stocks en période de crise sanitaire où l'ensemble des manifestations de l'année ont plus ou moins été supprimées, au détriment du marché du vin local. Des aides financières et promotionnelles substantielles de la Confédération et des cantons ont été octroyées aux milieux vitivinicoles du pays en lien avec le Covid-19, qui devraient permettre à la filière de se maintenir économiquement à flot.

En cave, les vins du millésime 2020 se dégustent agréablement avec une grande complexité aromatique, riche et équilibrée, digne d'un grand millésime. ■

### Bibliographie

- Aerny J., 1996. Composés azotés des moûts et des vins. *Revue suisse Viticulture, Arboriculture, Horticulture* 28(3): 161-165.
- Keller M., 2020. *The Science of Grapevine*. Third Edition, Anatomy and Physiology, Elsevier Academic Press, 554 pp.
- Lorenzini F. & Dienes-Nagy A., 2016. Azote assimilables des moûts: de quoi parle-t-on? *Revue suisse Viticulture, Arboriculture, Horticulture* 48(5): 330-331.
- Zufferey V., Verdenal T., Dienes-Nagy A., Belcher S., Lorenzini F., Koestel C., Blackford M., Bourdin G., Spangenberg J.E., Rösti J., Viret O., Carlen C. & Spring J.-L., 2020. Effet du régime hydrique sur le comportement de la vigne et la qualité des vins de Petite Arvine. *Revue suisse Viticulture, Arboriculture, Horticulture* 52(3): 160-171.
- Zufferey V., Verdenal T., Dienes-Nagy A., Belcher S., Lorenzini F., Koestel C., Rösti J., Gindro K., Spangenberg J.E., Viret O. & Spring J.-L., 2018. Influence de l'alimentation en eau sur le comportement de la vigne et la qualité des vins de Chasselas. *Revue suisse Viticulture, Arboriculture, Horticulture* 50(6): 346-355.
- Reynard J.-S., Schärer S., Gindro K. & Viret O., 2019. *La Vigne, volume 3, Virus, phytoplasmes et bactéries*. Ed. AMTRA, Lausanne, 152-199.

## «Le poirier suisse» – producteur de fruits et/ou de bois d’œuvre?

Conférence annuelle IG Agroforst Suisse



**Photo 1** | Exemple de système agroforestier, système sylvoarable avec arbres fruitiers hautes tiges. © Gabriela Braendle

**A quoi ressemblent les systèmes agroforestiers suisses en pratique? Quelles espèces d’arbres conviennent-les mieux? Quel entretien des arbres est nécessaire? Et quels sont les marchés prometteurs du secteur?**

La conférence annuelle du groupe d’intérêt suisse pour l’agroforesterie (IG Agroforst), organisée par Agridea, l’Université des sciences appliquées de Zurich (ZHAW) et Agroscope, a abordé ces questions en évoquant les thèmes de l’entretien des arbres, l’utilisation de ceux-ci dans les systèmes agroforestiers et les différents produits provenant de l’agroforesterie. Pour cette édition, un large public intéressé s’était donné rendez-vous en ligne le jeudi 29 octobre 2020. Le format inhabituel de cette édition a répondu aux attentes des participants, qui ont profité de la multitude des thèmes abordés ainsi que de l’échange animé entre les praticiens, les consultants et le public.



**Photo 2** | Exemple de système agroforestier, système sylvopastoral avec arbres fruitiers hautes tiges (exploitation de Simon Küng Wey, LU). © Simon Küng Wey

Le terme «agroforesterie», qui est peut-être nouveau pour certains lecteurs, décrit une forme d’exploitation agricole pourtant traditionnelle: la culture d’arbres ou de haies en combinaison avec une utilisation agricole (par exemple, l’élevage, des grandes cultures, des cultures maraîchères ou la culture fruitière, photo 1) sur une seule et même parcelle. En Suisse, les systèmes traditionnels de cultures fruitières hautes tiges (photo 2), de pâturages boisés et les châtaigneraies sont encore très répandus. Urs Nüesch (Selvagest, TI) a donné un aperçu des multiples utilisations des châtaigneraies, sources de nourriture, de fourrage, mais aussi de bois de construction et de chauffage. Une diversité équivalente se retrouve dans les systèmes agroforestiers modernes, dont la particularité est qu’ils sont adaptés à une exploitation mécanisée (photo 3). Ceux-ci étaient au centre des contributions de Sonja Kay et Felix Herzog (Agroscope) ainsi que de Johanna Schoop (Agridea). Les systèmes agroforestiers fournissent bien sûr des matières premières, mais apportent aussi une contribution importante à l’environnement en favorisant la biodiversité, la protection des sols, des eaux et du climat.

Johanna Schoop a présenté le nouveau projet ressource Agro4estrie, qui a pour but de promouvoir la pratique de l’agroforesterie moderne en accompagnant son adoption dans une démarche participative. Les systèmes agroforestiers seront suivis au cours des huit prochaines années et les résultats de la recherche seront directement implémentés d’une année à l’autre.



**Photo 3** | Exemple de système agroforestier, système sylvoarable incluant la production de bois d’œuvre (exploitation de Martin Venzin, ZH). © Martin Venzin



**Photo 5** | Hansueli Meyer décrit les diverses méthodes relatives à l'entretien des arbres. © Sonja Kay

L'exposé de Mareike Jäger (ZHAW) a ensuite conduit les auditeurs au cœur des questions pratiques, en évoquant la production simultanée de fruits à cidre et de bois d'œuvre dans un système agroforestier. La production de bois d'œuvre demande une plantation et un entretien soigné des arbres. Par exemple, «[...] pourquoi la plantation de 70 arbres nécessite-t-elle deux semaines de travail?». Martin Venzin, agriculteur et responsable de l'agroforesterie à Lufingen (ZH), a répondu aux interrogations des participants en décrivant ce que cela implique vraiment: mesurer la parcelle, préparer les trous de plantation, mettre en place les piquets tuteurs, préparer les grillages protège-souris, planter les arbres, fixer les protège-troncs, attacher les arbres et, enfin, préparer les couronnes d'arrosage.

Par la suite, Hans Hauenstein (Pépinière forestière de Finsterloo) et Hansueli Meyer (Entreprise Baumwerker SA, photo 5) ont montré différentes espèces d'arbres adaptées à l'agroforesterie (photo 6), ainsi



**Photo 7** | Exemple de système agroforestier, système sylvoarable avec noyers (exploitation de Simon Küng Wey, LU). © Simon Küng Wey



**Photo 6** | Impressions de l'exposition sur les espèces d'arbres adaptées à l'agroforesterie. © Gabriela Brändle

que le matériel pour la protection des plantes (pièges à souris, gaines de protection, etc.) et l'entretien des arbres, à l'occasion d'un tour dans l'exposition expressément montée pour la conférence. Ils ont également répondu aux questions des participants, qui se sont interrogés sur la nécessité des grillages anti-souris ou aux avantages et inconvénients d'une plantation en racines nues.

Simon Küng Wey, agriculteur à Ruswil (LU), a présenté la plantation de noyers qu'il cultive en mode agroforesterie sur son exploitation (photo 7), et a donné un aperçu de la transformation et de la commercialisation des noix. Johannes Hugenschmidt (OST) a ensuite offert un tour d'horizon de la rhizosphère sous un vieux poirier en présentant une visualisation 3D des racines, établie à l'aide d'un géoradar (radar à pénétration du sol). Pour conclure, Aurelia Passaseo, de l'Office fédéral de l'agriculture, a relevé les perspectives de l'AP22+, en évoquant le fait qu'une contribution au système de production pour les systèmes agroforestiers allait être introduite.

Le public a été conquis par cette conférence «passionnante et informative» et se réjouit déjà de la prochaine édition, «en présentiel si possible»! ■

Les contributions à la conférence peuvent être consultées (en allemand): sur [www.agroforst.ch/jahrestagung-ig-agroforst](http://www.agroforst.ch/jahrestagung-ig-agroforst)  
Plus d'informations (en français) sur l'IG Agroforst Schweiz sur: [www.agroforesterie.ch](http://www.agroforesterie.ch)

#### Les auteurs

Sonja KAY<sup>1</sup>, Mareike JÄGER<sup>2</sup>, Johanna SCHOOP<sup>3</sup>, Damien TSCHOPP<sup>4</sup> et Felix HERZOG<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Agroscope, Paysage agricole et Biodiversité, Zurich, Suisse

<sup>2</sup> ZHAW, Institut de l'environnement et des ressources naturelles, Wädenswil, Suisse

<sup>3</sup> Agridea, Lausanne, Suisse

<sup>4</sup> Agroscope, Extension arboriculture, Wädenswil, Suisse



Changins n'est pas épargné par la pandémie de Covid-19. Ses activités sont réduites et doivent être repensées. Mais nous cherchons (et trouvons!) des solutions afin d'accomplir notre principale mission: former la relève du monde de la vitiviniculture de demain.

Prenez soin de vous et de vos proches!

### ApéroVinoSciences

Lancées en septembre 2019, les soirées ApéroVinoSciences ont permis à près d'une centaine de participants d'écouter, à chaque édition, des chercheurs de la Haute école de Changins présenter les résultats pratiques de leurs travaux: «Carafe ou pas carafe?», «Vin de garde ou pas?», «Comment proposer du vin au verre dans les restaurants sans en altérer la qualité?», «Que permettent les alternatives aux herbicides, et quelles solutions développe-t-on actuellement?», «Quels sont les impacts de la viticulture biodynamique sur la physiologie de la vigne, la qualité du raisin et les propriétés du sol?». Un apéritif convivial a ensuite favorisé les échanges, et les soirées ont été très appréciées.

C'est avec un grand regret que les éditions de mai, septembre et décembre 2020 sur les thèmes «Changins en cave», «I love Chasselas» et «Swiss Wine Business» ont dû être reportées. Nous espérons que 2021 sera plus propice et vous invitons à consulter toutes les informations sur nos soirées. [www.changins.ch/apero-vino-sciences-parler-du-vin-simplement](http://www.changins.ch/apero-vino-sciences-parler-du-vin-simplement)

Nous vous encourageons également à nous soumettre tout sujet qui pourrait vous intéresser.

### Les Vins du Coin: découvrez les créations œnologiques des étudiants Bachelor

Durant leur formation, nos étudiants Bachelor réalisent une ou plusieurs cuvées, pour lesquelles ils ont carte



blanche. C'est une véritable micro-entreprise qui naît au sein de la volée et l'occasion de passer de la théorie à la pratique en concevant des vins à leur image. La volée HES 18-21 est ainsi heureuse de vous présenter Les vins du Coin. Découvrez les sept cuvées de ces 23 étudiants, heureux d'avoir uni leur passion dans un p'tit coin près de Nyon. [www.lesvinsducoin.ch](http://www.lesvinsducoin.ch) et pour toute commandes, contactez-les via [lesvinsducoin@outlook.com](mailto:lesvinsducoin@outlook.com), vous serez comblés!

### Swiss Spirits Award

Projet de «Best of Swissness» organisé par le magazine européen VINUM, le Swiss Spirits Award (SSA) est le concours professionnel suisse qui atteste du niveau de qualité des spiritueux de tout le pays et les rend accessibles au public.

Comme de coutume, la troisième édition du Swiss Spirits Award s'est déroulée à Changins les jeudi 15 et vendredi 16 octobre. Plus de 200 spiritueux suisses, tels que des whiskys, absinthes, eaux-de-vie de fruits, liqueurs et bien d'autres, ont pu être dégustés par un jury professionnel.

Pascale Deneulin, professeure d'analyse sensorielle et statistiques, et ses collaborateurs ont permis un déroulement optimal du concours, de manière à respecter toutes les recommandations de l'OFSP (Office fédéral de la santé publique) en matière de prévention du Covid-19 et à permettre une évaluation indépendante, neutre et experte des spiritueux par un jury international composé de 20 experts non producteurs. Les spiritueux primés et leurs producteurs bénéficieront ainsi d'une reconnaissance de haut niveau.

La proclamation des résultats se fera fin novembre en ligne. Rendez-vous sur le site de Changins.

### Cérémonie des promotions du 10 décembre 2020

Nous allons uniquement maintenir la partie officielle de la cérémonie des promotions de Changins dans l'aula avec les diplômés, les intervenants, les responsables de filières et des membres du corps enseignant. Il n'y aura pas d'invités externes et toutes les mesures d'hygiène et de sécurité seront strictement respectées. La partie apéritive ne pouvant être maintenue, chaque diplômé recevra un cadeau avec de quoi célébrer. ■

# LA VIGNE

## VOLUME 2 RAVAGEURS ET AUXILIAIRES

**CHRISTIAN LINDER  
PATRIK KEHRLI  
OLIVIER VIRET**



VOILÀ  
UNE BONNE  
IDÉE  
CADEAU!



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.



**LA VIGNE**

**VOLUME 3** **VIRUS, BACTERIES ET PHYTOPLASMES**

**JEAN-SEBASTIEN REYNARD  
SANTIAGO SCHAEERER  
KATIA GINDRO  
OLIVIER VIRET**



ISBN 978-3-85928-102-8

**PRIX**

Prix CHF 70.– / dès 10 ex. CHF 67.– / Ecoles CHF 63.–

(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

Les maladies sont richement illustrées et traitées en considérant les connaissances les plus récentes en la matière. L'ouvrage présente également les méthodes modernes du diagnostic sérologique et moléculaire, les mesures de lutte prophylactique et d'assainissement.





**LE  
NOUVEAU  
FENDT 200  
LE TOP  
DE SA CATÉGORIE**

**ETRAMA**

TRACTEURS  MACHINES

1037 ÉTAGNIÈRES - WWW.ETRAMA.CH

- VOTRE SPÉCIALISTE EN TRACTEURS VITICOLES ET AGRICOLES -

**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 Yverne

**POUR NOUS CONTACTER**

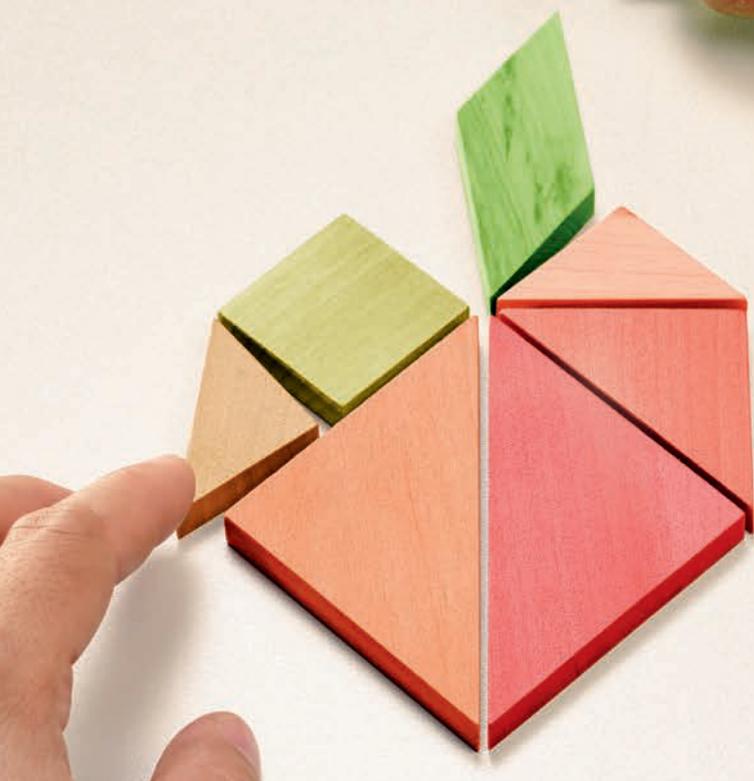
info@gigandetsa.ch  
+41 (0)24 466 13 83

**POUR PLUS D'INFORMATION**

www.gigandetsa.ch

# Sercadis®

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



 **BASF**

We create chemistry

**\* pour 67 Fr./ha max. en fruits à pépins (0.21 L Sercadis® + 0.48 kg Delan® WG) :**

- Un contrôle supérieur et de longue durée de l'oïdium et de la tavelure
- Très bonne compatibilité et selectivité
- Excellente résistance à la pluie

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

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