

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

VITICULTURE ARBORICULTURE HORTICULTURE



J A N V I E R - F É V R I E R 2 0 2 1 | V O L . 5 3 | N ° 1



- Œnologie** Vins rosés suisses, entre vins secs et sucrés, étude de l'offre et des préférences des consommateurs **Page 8**
- Œnologie** Itinéraires techniques à faibles intrants phytosanitaires au vignoble et qualité des vins de l'AOC Alsace **Page 18**
- Actualité** La cochenille de Comstock, une menace pour le vignoble? **Page 42**



NOUVEAU

Pican[®]

Puissante efficacité contre l'oïdium des fruits à pépins et de la vigne

Action translaminaire + effet vapeur
Longue persistance d'action



Garant d'une protection efficace du capital vendange

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

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

ZORRO

LA MEILLEURE SOLUTION CONTRE LES CHENILLES

Plus rapide, plus puissant et plus persistant contre les carpocapses, cheimatobies et tordeuses de la pelure dans les fruits à pépins ainsi contre les psylles du poirier.

www.omya-agro.ch

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



Photographie de couverture:

Engazonnement des vignes avec du brome des toits (*bromus tectorum*) au printemps.
Domaine expérimental d'Agroscope à Leytron (Valais).
(Photo: Vivian Zufferey, Agroscope)

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

Editeur

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

Rédaction

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

Comité de lecture

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

Publicité

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

Préresse

Inédit Publications SA, 1001 Lausanne

Impression

Stutz Medien AG, 8820 Wädenswil

Parution

6 fois par an

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

Tarifs des abonnements (dès le 1^{er} 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

Janvier–Février | Vol. 53 | N°1

5 Editorial

Œnologie

8 **Vins rosés suisses, entre vins secs et sucrés, étude de l'offre et des préférences des consommateurs**
Pascale Deneulin, Loïc Sercomanens, Eve Danthe, Priscilla Siebert et Pierrick Rébenaque

Œnologie

18 **Itinéraires techniques à faibles intrants phytosanitaires au vignoble et qualité des vins de l'AOC Alsace**
Marie Thiollet-Scholtus, Alix Muller, Julie Grignon, Christine Klein, Lionel Ley, Grégory Lemarquis, Najat Nassr et Joseph Weissbart

Plantes aromatiques et médicinales

32 **Sélection de lignées d'*Artemisia absinthium L.* adaptées à la fabrication d'une absinthe typée**
Annabelle Berthet, Ambra Marcolli, Benoit Bach, Pierrick Rebenaque et Nicolas Delabays

Actualités

42 **La cochenille de Comstock, une menace pour le vignoble?**
Christian Linder et Patrik Kehrl

Actualités

48 **Cultiver les poires avec succès: trouver le porte-greffe adapté**
Jules Peter et Sarah Perren

Actualités

54 **Développement de stratégies durables pour lutter contre les mauvaises herbes en arboriculture fruitière**
Johannes Werth et Thomas Kuster



DOMAINE DU PETIT TRUET

F O U N E X - L A C

MICHEL ET HÉLI DUTRUY
PÉPIÈNIÈRES VITICOLES

CHEMIN DU LAC 6 – 1297 FOUNEX – TÉL. 079 607 83 61 – MICHEL.DUTRUY@BLUEWIN.CH

Quatre générations d'expérience pour une qualité irréprochable



MICROTHIOL[®] SPÉCIAL DISPERS[®]

SOUFRE MICRONISÉ

Anti-oïdium puissant,
multisite, fabriqué en
France, **Microthiol
Spécial Dispers[®]**
assure une triple
protection : préventive,
curative et éradicante.
Il bénéficie d'une
formulation DG de
qualité et est utilisable
selon tous les référentiels
de production.

Homologation : W-7170
Composition : 80% de soufre
micronisé.
Formulation : Granulés
dispersables (WG).
Classement CLP : EUH401.

Pour les usages autorisés, doses, conditions et restrictions
d'emploi : se référer à l'étiquette du produit et/ou
www.phytodista.com.

Avant toute utilisation, assurez-vous que celle-ci est
indispensable. Privilégiez chaque fois que possible les
méthodes alternatives et les produits présentant le risque
le plus faible pour la santé humaine et animale et pour
l'environnement, conformément aux principes de la
protection intégrée. Plus d'informations sur :
www.agriculture.gouv.fr/ecophyto

* marque déposée.

Le naturel pour protéger la Nature !



Titulaire de l'autorisation: **UPL Switzerland Ltd**
Töpfenstrasse 5 - 6004 Lucerne - Suisse

Distribué par: **fenaco société coopérative**
Rte de Siviriez 3 - 1510 Moudon - Suisse

PEPINIÈRES VITICOLES
LAPALUD
FRÈRES SARL



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

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

lapalud@bluewin.ch

079 228 77 40
021 807 42 11
1163 ETOY

Entretien des sols et réduction des intrants en viticulture



Vivian Zufferey
Scientifique à Agroscope

L'entretien des sols est au cœur d'enjeux agronomiques et environnementaux cruciaux dans le contexte du réchauffement climatique et du développement d'une viticulture durable visant à diminuer l'emploi de certains intrants (herbicides et engrais chimiques) et à préserver les ressources naturelles (eau, carbone, minéraux, matière organique...). Des techniques culturales raisonnées permettent de diminuer les intrants et de préserver les ressources tout en assurant une alimentation équilibrée de la vigne. L'entretien des sols fait partie des outils à disposition du viticulteur, en association avec le choix du matériel végétal (cépage/porte-greffe) et du système de conduite, la fumure et, le cas échéant, les pratiques d'irrigation.

L'apparition des herbicides dans les années 1950 a offert au viticulteur la possibilité de remplacer le travail du sol par le désherbage chimique. Cette technique appelée «non-culture» est actuellement rarement utilisée sur l'ensemble de la surface du sol. Elle est par contre répandue pour l'entretien du cavaillon. En Suisse, la non-culture est encore pratiquée dans des vignobles escarpés où la mécanisation est difficile, voire impossible. Le travail mécanique du sol est surtout pratiqué dans les vignobles accessibles en traction directe pour aérer le sol, maîtriser les adventices et limiter l'évaporation de l'eau du sol en conditions sèches.

Depuis quelques années, l'enherbement des sols est devenu une pratique répandue en viticulture. Il regroupe une grande diversité de techniques (*voir article Thiollet-Scholtus*). Le viticulteur doit à la fois tirer profit des avantages environnementaux et culturels des couvertures herbeuses (limiter l'érosion, maintenir la matière organique, la biodiversité floristique et faunistique...) et limiter leurs inconvénients en assurant les rendements et la qualité des raisins et du vin. Selon les conditions pédoclimatiques et les possibilités de mécanisation, l'enherbement est modulable de plusieurs manières: appliqué sur toute la surface, limité à l'inter-rang ou un inter-rang sur deux avec désherbage mécanique ou chimique de l'autre inter-rang. L'enherbement peut être soit spontané, soit semé (engazonnement). Un enherbement temporaire durant l'hiver avec destruction au printemps est aussi une option.

L'entretien du sol sous le rang (cavaillon) doit être particulièrement bien raisonné. Il faut restreindre la concurrence en eau et en azote dans cette zone en raison de la forte concentration de l'enracinement de la vigne. Dans les vignobles en forte pente (>30%), morcelés, non mécanisables et à haute densité de plantation, l'enherbement est particulièrement délicat. La maîtrise des adventices entre les rangs et surtout sur le cavaillon est très difficile. Elle engendre des coûts de production supplémentaires liés au fauchage manuel. Dans ces situations, l'utilisation ponctuelle et ciblée d'herbicides est indispensable pour assurer la longévité des ceps et pour éviter des pertes quantitatives et qualitatives dues à la concurrence de l'enherbement pour la vigne. Pour limiter cette concurrence et réduire l'emploi des herbicides, Agroscope teste différentes espèces en mélanges à faible croissance dont la culture pourrait être envisagée sous les ceps. L'observation du comportement de la vigne à moyen et long terme et l'utilisation d'indicateurs pertinents de l'alimentation hydrique et azotée de la vigne sont nécessaires pour évaluer les effets de l'entretien du sol choisi.

Enfin, la recherche de solutions doit être envisagée dans la durée et être pragmatique pour assurer la viabilité et la pérennité des exploitations viticoles. ■

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



**JEAN-CLAUDE
FAY**
PÉPINIÈRES
VITICOLES

Qualité, conseil, service

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

Rencontrons-nous :
Plus d'informations :
00 33 (0)4 79 28 54 18
www.pepinieres-viticoles-fay.fr



Fongicides biologiques

Plus que du soufre et du cuivre

- **FytoSave[®], Vitisan[®], Myco-Sin, Botector[®]**
- **Des conseils honnêtes et fondés**



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

JEAN-PAUL GAUD SA
BOUCHON OENOTECHNIQUE




www.gaud-bouchons.com

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



Proconseil
 Une filiale de Prométerre

Formation continue pour les pros de la terre

- Soigner avec les plantes et huiles essentielles
- Limiter l'Esca: taille respectueuse et curetage
- Je communique sur mon métier
- Les sols vivants en viticulture
- Agrométéo.ch: nouvelle version
- Exigences pour aménager une place de lavage
- Et bien d'autres

Catalogue 2020-2021 complet
 sur prometterre.ch/formations

Info & inscriptions: 021 614 24 35
formation@prometterre.ch

Alphatec SA



Nouveauté

vous accompagne pour les soins de vos cultures

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



Le bon plan – moderne et modulable



Ghekko®

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

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



Auralis

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

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

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

syngenta®

Plus d'informations sous www.syngenta.ch

Vins rosés suisses, entre vins secs et sucrés, étude de l'offre et des préférences des consommateurs

Pascale DENEULIN, Loïc SERCOMANENS, Eve DANTHE, Priscilla SIEBERT et Pierrick RÉBÉNAQUE, 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

Les volumes de vins rosés importés en Suisse sont conséquents, alors que la production nationale peine encore à se développer. Le premier article sur la thématique a montré que les consommateurs suisses ont une image globalement positive des vins rosés, en les associant à la détente et à la convivialité. Toutefois les rosés indigènes sont encore trop souvent mal connus ou considérés de qualité médiocre. L'Œil-de-perdrix semble tirer son épingle du jeu, seule dénomination suisse clairement identifiée comme un vin rosé (Deneulin & Bovat 2020). Au-delà d'une image jeune et festive, les vins rosés renvoient souvent à une image féminine, tout comme les vins effervescents ou les «blush» américains (Velikova *et al.* 2013). Ils sont principalement consommés en été; les consommateurs recherchent donc de la fraîcheur tant dans les arômes que dans la structure des vins.

Plus que pour tout autre vin, la couleur des rosés est un enjeu commercial important. Les vins rosés couvrent une très large palette allant de vins très clairs, notamment pour les rosés de Provence, à des vins plus foncés pour le Sud-Ouest de la France ou l'Espagne. Les rosés suisses se démarquent par leur couleur plus orangée que celle de beaucoup d'autres vins (Poulzagues *et al.* 2020). Cette couleur, typique de la Suisse, est appréciée et même recherchée par les consommateurs nationaux (Deneulin & Bovat 2020). Du point de vue sensoriel, les rosés de Provence ont des arômes d'agrumes, de fruits exotiques et de fleurs plus prononcés, avec de la minéralité. À l'inverse, ils sont peu marqués par les fruits rouges, les fruits mûrs ou secs, sont peu épicés et peu fumés (Coulon-Leroy *et al.* 2018). Wang *et al.* (2016) ont classifié les rosés australiens en trois grandes catégories: 1) fruité, floral, miel et pâtisserie; 2) savoureux, épicé, boisé, terreux et cuir; 3) floral, agrumes et savoureux. La perception du sucre résiduel dans les vins contraste entre professionnels et consommateurs. Si les premiers y sont souvent très sensibles, un léger sucre résiduel (6g/l environ) est globalement bien perçu par les consommateurs, car il augmente la perception fruitée des vins et l'équilibre général (Deneulin *et al.* 2019). Dans l'univers des vins rosés, le «blush américain» ou «white Zinfandel» est un vin qui contient généralement entre 30 et 40g/l de sucre et qui représentait les deux tiers des vins rosés consommés aux États-Unis, mais sa consommation connaît aujourd'hui une baisse importante. Les consommateurs américains se tournent de plus en plus vers des vins plus secs, à l'image des rosés de Provence (FranceAgriMer 2019). À l'inverse, les rosés du Val de Loire légèrement sucrés devancent maintenant les ventes des rosés de Provence sur le marché français (InterLoire 2020).

Cet article s'intéresse aux profils sensoriels des vins rosés suisses et présente les résultats de deux études. La première partie concerne l'analyse de la diversité sensorielle des rosés suisses disponibles sur le marché à

l'automne 2019. La seconde se focalise sur l'acceptation du sucre résiduel par les consommateurs.

Analyse de l'offre en vins rosés suisses

Matériel et méthodes

Les vins: 57 vins rosés suisses ont été collectés sur la base du volontariat des producteurs ou des offices cantonaux de promotion. Les vins étaient principalement issus du millésime 2018, sauf deux vins de 2017 et un vin de 2016. Si la plupart des cantons montrent une certaine diversité en termes de cépages, le Pinot noir reste dominant et même exclusif pour les vins rosés de Neuchâtel, tous produits sous la dénomination Œil-de-perdrix (tab. 1). La moitié des bouteilles étaient fermées par des capsules à vis et l'autre moitié avec des bouchons.

Evaluation sensorielle: Un profil sensoriel a été réalisé par 21 panélistes experts de Changins au cours de six séances de dégustation entre octobre et novembre 2019. Chaque séance incluait neuf ou dix vins; 30ml de vin ont été servis à $16 \pm 1^\circ\text{C}$ dans des verres transparents de la marque Riedel. Les vins étaient anonymisés par un code à trois chiffres et servis l'un après l'autre selon un ordre différent pour chaque panéliste. La couleur, bien que n'ayant pas été évaluée pour elle-même, pouvait influencer la perception des panélistes. Les dégustateurs ont évalué l'intensité de 14 descripteurs aromatiques et 6 descripteurs en bouche (tab. 2) sur une échelle linéaire allant de 0 (absent/court) à 10 (très intense/long).

Analyses chimiques: Les analyses chimiques de routine ont été réalisées à l'issue de chaque dégustation. Les acides et les sucres ont été mesurés par HPLC; les SO_2 libres et totaux selon la méthode de Ripper par électrométrie sans correction. La couleur des vins a été déterminée par chromamétrie, mesure objective de la couleur telle qu'elle est perçue par l'œil humain. Cette technique fournit une définition normée de la couleur en termes de L^*a^*b .

Résumé ■ Un précédent article a montré que les consommateurs suisses recherchent principalement de la fraîcheur et des arômes de fruits rouges, de fleurs et d'agrumes dans les vins rosés. En bouche, ils disent préférer des vins secs ou légèrement sucrés avec une bonne acidité. Cet article détermine les profils sensoriels de 57 vins rosés suisses dégustés par le panel expert de Changins. Un peu plus de la moitié des vins apparaissent sensoriellement comme neutres et alcooleux, et seuls 36% ont été décrits par des arômes fruités intenses. La seconde partie explore l'acceptabilité de six variantes de vins rosés sucrés par 218 consommateurs. Les consommateurs apprécient l'ensemble des vins dont la teneur en sucre était comprise entre 15 et 30 g/l. Toutefois, les variantes les plus sucrées ont été jugées «trop sucrées». L'adéquation de la couleur du vin avec son taux de sucre semble importante, un rosé sucré ne devant pas être trop clair.

Résultats et discussion

Analyses chimiques: Les rosés suisses sont légèrement moins acides que leurs équivalents mondiaux, avec un pH moyen de 3,54 contre 3,40 au niveau international (Poulzagues *et al.* 2020). Malgré des pH allant de 2,93 à 3,99, plus de la moitié des vins testés se situent entre 3,38 et 3,66. Comparés aux vins rosés mondiaux, les rosés suisses réalisent bien plus fréquemment leur fermentation malolactique (FML), avec ici une moyenne d'acide malique de 0,78 g/l contre un peu plus de 2 g/l au niveau mondial. Ce constat semble particulièrement vrai pour les rosés de Neuchâtel, dont un seul vin n'avait pas fait une FML complète, contrairement aux rosés valaisans (fig. 1a). Les vins de Neuchâtel ont ainsi des pH

Tableau 1 | Répartition des 57 vins rosés en fonction des cantons viticoles et des cépages.

Cépage \ Région	Genève	Neuchâtel	Vaud	Valais	Total
Pinot Noir	4	13	8	8	33
Gamay	2	–	5	2	9
PN - Gamay	–	–	2	1	3
Merlot	–	–	1	–	1
Assemblage	1	–	4	–	5
Non spécifié	1	–	1	4	6
Total	8	13	21	15	57

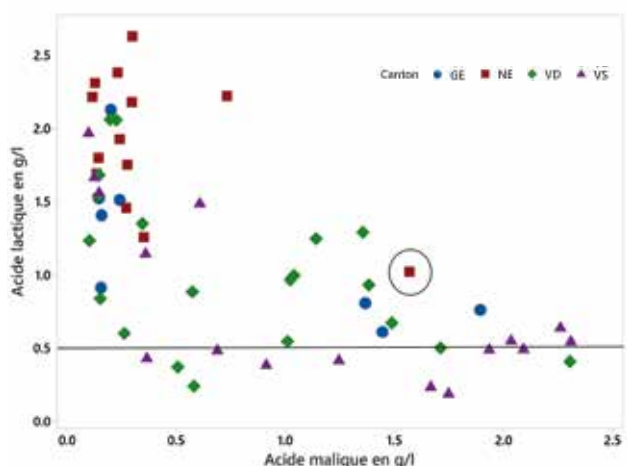
plus homogènes et significativement plus élevés, notamment par rapport à ceux de Genève ($F_{(3,53)} = 3,47$; p-valeur=0,022) (fig. 1b). Les vins fournis par les vigneron sont majoritairement des vins secs, avec une moyenne de 2,38g/l de sucre résiduel et un seul vin au-delà de 10g/l, volontairement sélectionné pour l'étude.

Concernant les niveaux de sulfites, les rosés suisses analysés se situent globalement au niveau international, avec une moyenne de 78 mg/l de SO₂ total (environ 90 mg/l au niveau mondial) et 32 mg/l en libre. Pour les vins testés, ceux des cantons du Valais et de Vaud présentent des valeurs de SO₂ total un peu plus élevées que ceux des cantons de Genève et Neuchâtel, bien que l'incertitude des mesures avec la méthode de Ripper ne nous permette pas de conclure précisément ($F_{(3,50)} = 5,59$; p-valeur=0,002) (fig. 1c).

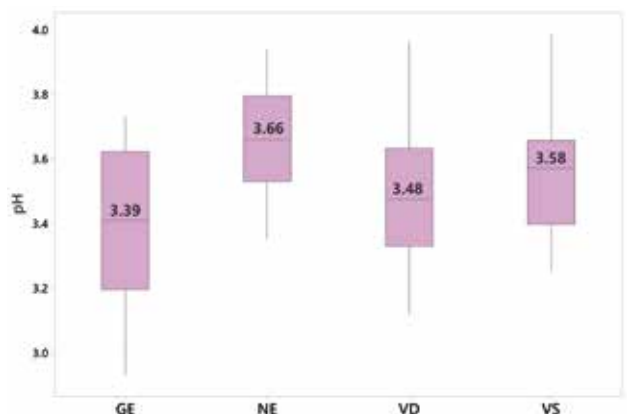
Couleur: La couleur des 57 rosés a été analysée avec les mesures L*a*b, critères basés sur la perception de la couleur par l'œil humain (Pérez-Magariño & González-Sanjosed 2003). L* représente la luminance en pourcentage allant de 0 (noir) à 100 (blanc). Les deux autres valeurs indiquent deux gammes de couleur allant chacune de -120 à +120 et respectivement du vert au rouge pour a* et du bleu au jaune pour b. Avec des valeurs moyennes de 89,74 pour L*, la couleur des rosés testés est plus claire que les rosés espagnols (Sáenz Gamasa *et al.* 2009) et leur teinte se rapproche de celle des rosés français du Val de Loire, avec une valeur de 8,57 pour a* (Coulon-Leroy *et al.* 2018). Il convient toutefois de nuancer la couleur analysée, qui paraît plus claire que la couleur perçue dans la bouteille ou dans le verre en raison du volume de vin présent. Le système L*a*b est particulièrement performant pour comparer les vins entre eux. Leur positionnement relatif en fonction des paramètres a* et b montre que la plupart des vins sont relativement clairs. Du point de vue des régions, les vins de Neuchâtel semblent se distinguer, notamment par des valeurs a* et b plus élevées, des vins un peu plus sombres et qui s'opposent aux vins de Genève un peu plus clairs (fig. 2).

Evaluation sensorielle: Parmi les 20 descripteurs sensoriels évalués, 17 permettent de mettre en évidence

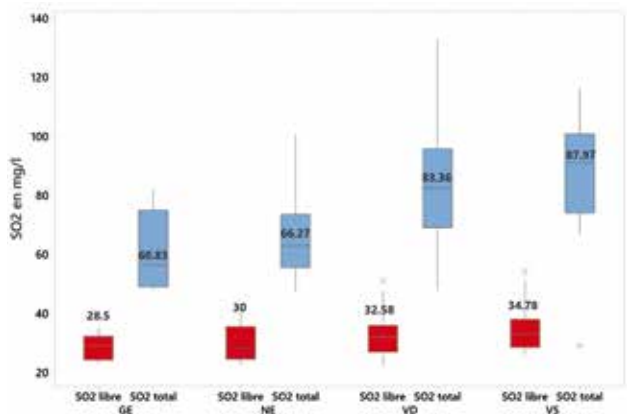
des différences significatives entre les vins à un seuil de 5%. Seuls les descripteurs «lacté, oxydation et alcool» n'ont pas permis de différencier les vins entre eux. Le positionnement global des vins en fonction de l'ensemble de leurs caractéristiques sensorielles ne permet pas d'identifier des spécificités sensorielles entre can-



a) Les concentrations en acide malique et lactique.



b) Les pH avec mention des moyennes par canton.



c) Les dosages de SO₂ libre et total, avec mention des moyennes par canton.

Tableau 2 | Liste des descripteurs évalués lors du profil sensoriel.

Descripteurs aromatiques	Descripteurs en bouche	
	Végétal	Carbonique
Baies	Epicé	Acide
Fruits du verger	Lacté	Amer
Agrumes	Champignon	Sucré
Fruits exotiques	Réduction	Alcool
Boulangerie	Oxydation	Longueur aromatique
Boisé	Complexité olfactive	-

Figure 1 | Variabilité des paramètres chimiques analysés en fonction de l'origine cantonale des vins.

tons, ni même entre les cépages (fig. 3). Wang *et al.* (2016) avaient déjà souligné le fait que les spécificités sensorielles des rosés ne sont pas nécessairement liées aux cépages. Dans cette étude, les techniques de vinification pourraient certainement mieux expliquer le profil sensoriel des vins.

Toutefois, il est possible d'identifier trois groupes de vins aux caractéristiques sensorielles distinctes (fig. 4). Le premier groupe (G1) comprend 21 vins aux arômes fruités intenses (fruits exotiques, fruits du verger et agrumes). Ces vins peuvent se diviser en deux sous-groupes; l'un de 7 vins (G1.1) dont l'intensité olfactive globale est plus intense, et l'autre de 14 vins (G1.2) présentant une attaque carbonique en bouche. Le deuxième groupe (G2) réunit 28 vins, soit près de la moitié des vins étudiés. Ces vins sont globalement peu fruités et ont été perçus comme relativement neutres du point de vue aromatique. En bouche, la sensation alcooleuse est plus importante que dans les vins des autres groupes. Parmi ce groupe, 11 vins (G2.1) présentent également des notes de réduction. Le dernier groupe (G3) se distingue fortement des deux autres avec 8 vins au profil aromatique jugé complexe, avec des arômes de bois, de champignon ou de boulangerie/lactique. Ils se distinguent aussi fortement en bouche avec une perception carbonique en attaque, une acidité et une amertume plus importante, le tout permettant de conférer à ces vins une longueur aromatique plus persistante. Globalement, ces résultats montrent que moins de la moitié des vins rosés suisses présentent les arômes fruités et la fraîcheur recherchés par les consommateurs suisses (Deneulin & Bovat 2020). Ce résultat doit toutefois être nuancé, du fait que les vins ont été évalués environ sept mois après

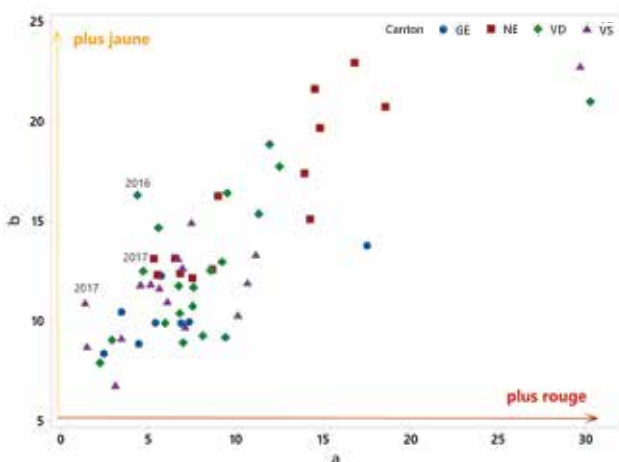


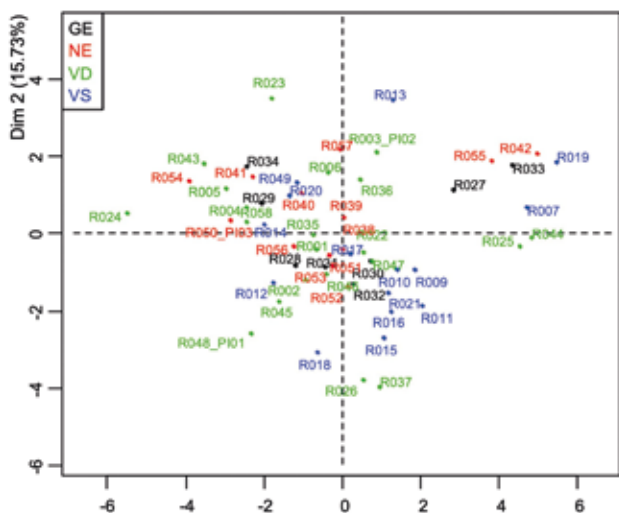
Figure 2 | Positionnement relatif des 57 vins rosés en fonction des paramètres de couleur a^* et b^* . La couleur des points correspond aux cantons de provenance des vins.

leur mise en bouteille, ce qui a pu entraîner une diminution de leur fraîcheur aromatique.

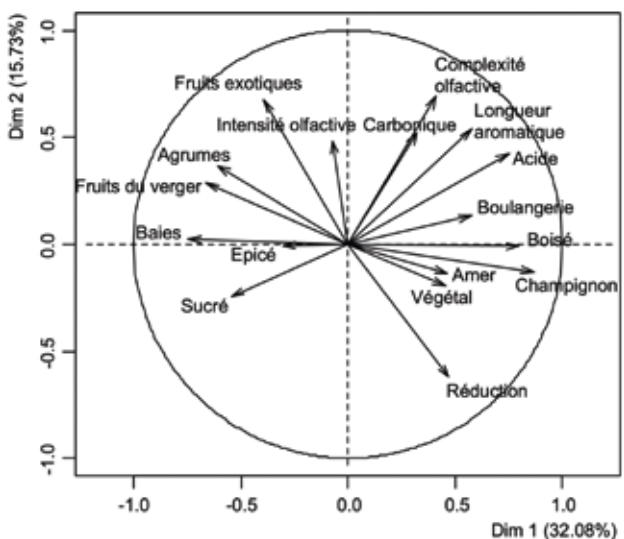
Acceptabilité d'un rosé demi-sec par les consommateurs suisses

Matériel et méthodes

Variantes de vins: Six variantes de vins rosés, différentes en termes de couleur et de sucre résiduel, ont été créées spécialement pour cette étude à partir d'un même vin de base. Trois niveaux d'intensité colorante ont été testés (faible, intense, très intense), ainsi que quatre niveaux de sucre résiduel (15, 20, 25 et 30g/l) (tab. 3).



Deux vins sont d'autant plus proches qu'ils se ressemblent. Les couleurs correspondent aux cantons de provenance des vins.



Attributs sensoriels, les flèches se dirigent du côté des vins ayant les notes les plus élevées.

Figure 3 | Positionnement sensoriel des vins en fonction des 17 attributs significatifs au seuil de 5%.

Préalablement aux tests consommateurs, nous nous sommes assurés que les variantes ne différaient que sur les caractéristiques sensorielles souhaitées, la sucrosité et la couleur. Le panel expert de Changins a réalisé plusieurs tests sur ces variantes. 1) Un test triangulaire a été effectué en verres INAO noirs, afin de comparer les deux variantes à 30g/l de sucre. Les résultats ont montré que les deux variantes étaient non significativement différentes lorsque les panélistes ne voyaient pas la couleur. 2) Un classement de l'intensité colorante a été réalisé en verres INAO transparents. Le test de Friedman ($F_{(5)}=60,2$; p-valeur <0,001) montre une différence significative entre la couleur «faible» et la couleur «très intense», la couleur «intense» restant intermédiaire. Le colorant permet donc bien d'avoir trois couleurs perçues différemment par les panélistes et n'a pas d'autre impact sensoriel sur les vins. 3) Enfin, les experts ont évalué l'intensité des six variantes selon

les trois descripteurs «intensité aromatique, sucrosité et acidité» selon la méthode du profil sensoriel, en verres noirs. Seul le descripteur «sucrosité» montre des différences significatives entre les vins ($F_{(5,60)}=6,19$; p-valeur <0,001). Les variantes à 30g/l de sucre se distinguent significativement des variantes à 15g/l de sucre. Les deux autres taux (20 et 25g/l) étant intermédiaires et non significativement différents des extrêmes.

Consommateurs: 218 consommateurs répartis en trois lieux de dégustation (Schwytz, Ecole hôtelière de Lausanne (EHL), et Changins) ont pris part à l'étude entre juillet et octobre 2018. Afin de ne pas générer trop de surprise quant à la dégustation, les consommateurs ont été préalablement informés qu'ils allaient déguster des rosés sucrés. Les consommateurs étaient pour 45% des femmes, dont une majorité de jeunes consommateurs, avec 56% de 16-29 ans, 7% de 30-44 ans, 19% de 45-59 ans et 18% de 60 ans et plus. Leur niveau de connaissance en vin était relativement faible, avec 9% se déclarant n'avoir «aucune connaissance», 41% une «connaissance basique», 30% une «connaissance moyenne», 16% une «connaissance bonne» et seulement 4% une «très bonne connaissance». La majorité d'entre eux avaient déjà dégusté un rosé moelleux avant de participer aux tests, avec plus de 90% à Schwytz, 55% à l'EHL et 60% à Changins. Si les consommateurs de Schwytz et Changins étaient majoritairement des consommateurs de vin, pour respectivement 78% et 89% d'entre eux, les consommateurs de l'EHL étaient plus variés. Pour ces derniers, le vin reste la boisson alcoolisée majoritairement consommée pour 32%, suivi des cocktails pour 30%, de la bière (25%) et des boissons distillées (12%). Concernant le prix d'achat d'une bouteille d'un vin rosé par les consommateurs, 44% se disent prêts à payer entre 8 et 12 francs et 37% entre 13 et 20 francs.

Protocole de dégustation: Selon les sites, les tests se sont déroulés dans des salles ou des cabines de dégustation, sur papier ou directement sur ordinateur; 20 ml de vin ont été servis dans des verres INAO transparents

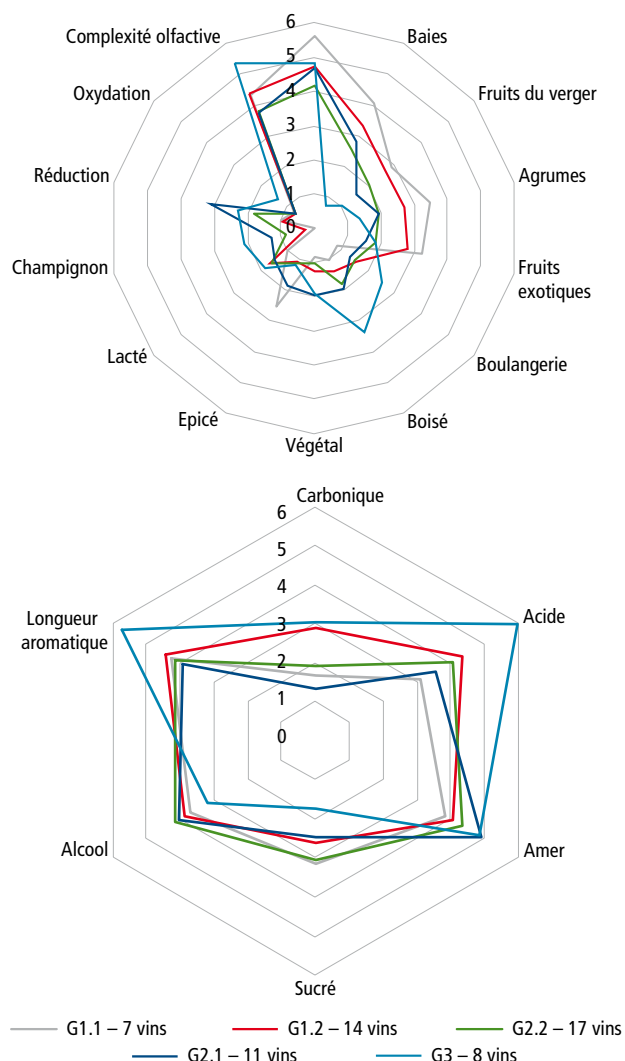


Figure 4 | Moyenne de chacun des cinq sous-groupes sur les descripteurs aromatiques (en haut) et les descripteurs en bouche (en bas).

Tableau 3 | Liste des six variantes de rosés et leurs caractéristiques en termes de sucre résiduel et d'intensité colorante.

Code	Sucre	Intensité colorante	Couleur
15CF	15 g/L	Faible	
15CI	15 g/L	Intense	
20CI	20 g/L	Intense	
25CF	25 g/L	Faible	
30CF	30 g/L	Faible	
30CTI	30 g/L	Très intense	

anonymisés par un code à trois chiffres. L'ordre de dégustation était différent d'un dégustateur à l'autre. Pour chacun des vins, les consommateurs devaient répondre à plusieurs questions: 1) leur appréciation globale du vin sur une échelle de 9 points allant de 1 (extrêmement désagréable) à 9 (extrêmement agréable); 2) leur perception du niveau de couleur et de sucre sur des échelles de type «Just-about-Right» allant respectivement de trop clair à gauche (note de 0) à trop foncé à droite (note de 12) et de pas assez sucré (0) à trop sucré (12) avec un repère au milieu (note de 6) pour «idéal»; 3) leur intention d'achat; et 4) le prix qu'ils seraient prêts à payer pour une bouteille du vin dégusté. Plusieurs questions personnelles (genre, âge, etc.) étaient posées en fin de dégustation.

Résultats et discussion

Appréciation globale par l'ensemble des 218 consommateurs: Aucune différence d'appréciation n'apparaît entre les variantes ($F_{(5,10'85)}=1,13$; p-valeur=0,345), qui ont toutes été appréciées; 75% des consommateurs leur attribuent une note supérieure ou égale à 5/9 (fig. 5), les vins ont donc été considérés comme mieux que «ni agréable, ni désagréable», avec des moyennes allant de 5,88 pour le 30CF (couleur faible) à 6,2 pour le 15CI (couleur intense). Les deux vins les plus sucrés montrent toutefois plus de variabilité dans leur appréciation, avec des boîtes à moustaches plus larges, alors qu'ils ne diffèrent entre eux que par la couleur.

Sucrosité idéale pour les consommateurs: Les échelles «Just-about-Right» ont montré des différences significatives en termes d'idéal de sucrosité ($F_{(5,1'085)}=38,36$; p-valeur <0,001). Les variantes les plus sucrées, à 25 et 30 g/l de sucre, ont été jugées significativement comme «trop sucrées» par plus de 75% des consommateurs et avec des moyennes allant de 7,39 pour 25CF à 7,91 pour 30CTI, 6 étant l'idéal (fig. 6). A l'opposé, les variantes les moins sucrées sont celles se rapprochant le plus de l'idéal, avec une majorité de notes autour de 6 et une moyenne à 6,1 pour la variante 15CF. La variante à 15 g/l de sucre est celle qui se rapproche le plus des vins rosés du Val de Loire, qui séduisent de nombreux consommateurs, particulièrement chez les moins de 50 ans. Si les «blush américains», à plus de 40 g/l de sucre, sont en perte de vitesse et même si une partie des consommateurs vont vers des vins rosés de plus en plus secs, la réalité des appréciations hédoniques montre que les rosés légèrement sucrés ont encore une réelle place sur le marché. Une récente étude d'InterLoire (2020) a également mis en évidence que le terme «rosé tendre» évo-

quait des vins sucrés, légers, bons et fruités pour les consommateurs français. En Suisse, les consommateurs disent rechercher des vins rosés soit «secs», soit «légèrement sucrés» (Deneulin & Bovat 2020).

Couleur idéale pour les consommateurs: Des différences en termes d'idéal de couleur ont également été mises en avant, bien que les notes soient plus homogènes que pour la sucrosité ($F_{(5,1'085)}=33,62$; p-valeur <0,001) (fig. 6). La couleur «très intense» est à la fois la plus consensuelle et la plus adaptée pour un vin rosé sucré, avec une moyenne de 6,20. Toutes les autres couleurs ont été jugées comme légèrement trop claires, sans toutefois s'éloigner de manière importante de l'idéal. Il est intéressant de comparer le jugement de la couleur à niveau de sucre constant. A 30g/l de sucre résiduel, les consommateurs ont jugé la couleur «très intense» comme nettement mieux adaptée, avec une moyenne de 6,20 contre 4,96 pour la couleur «faible» du 30CF.

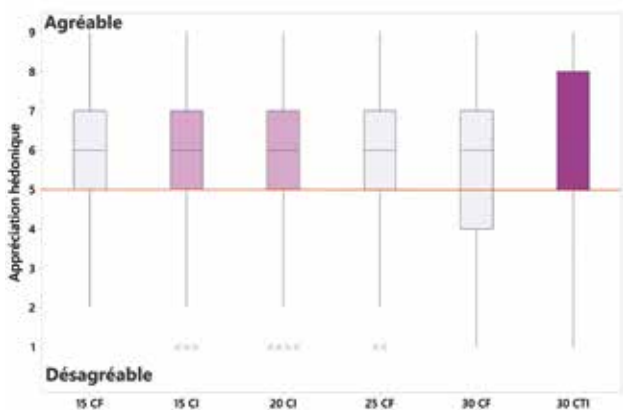


Figure 5 | Diversité des appréciations hédoniques pour chacune des six variantes de vins rosés. Les boîtes de couleur contiennent 50% des notes attribuées par les 218 consommateurs. La couleur des boîtes correspond au niveau de sucre résiduel des variantes.

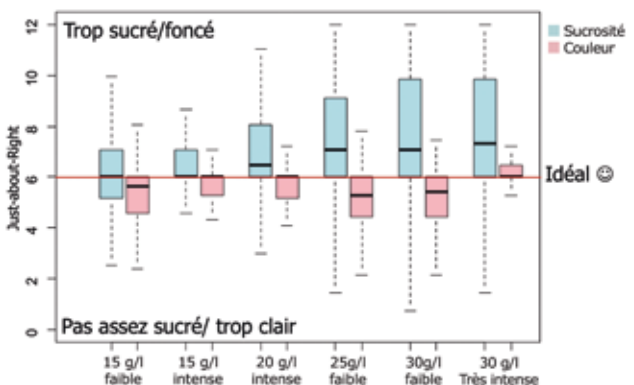


Figure 6 | Evaluation du niveau idéal (échelles «Just-about-Right») en termes de sucrosité (en bleu) et d'intensité de la couleur (en rose) par les 218 consommateurs.

La recherche de vins rosés relativement colorés par les consommateurs suisses a récemment été mise en évidence par Deneulin et Bovat (2020). Ce jugement de la couleur explique également les disparités d'appréciation hédonique relevées précédemment entre les deux variantes à 30g/l de sucre résiduel. Il est connu que la couleur peut modifier la perception d'un vin (Morrot *et al.* 2001) et il est donc important, pour le consommateur, que l'attente créée par la couleur soit en adéquation avec la perception qu'il aura en bouche. En termes de vins rosés, il semble qu'une couleur plutôt intense conviendrait mieux à un vin avec du sucre résiduel, alors qu'au contraire, les rosés de Provence, de plus en plus secs, voient leur couleur s'éclaircir ces dernières années.

Deux tendances d'appréciation hédonique différentes: Si les vins ont été appréciés à un niveau similaire lorsque l'on compare les moyennes de l'ensemble des 218 consommateurs, des disparités existent. La segmentation des consommateurs basée sur leur note d'appréciation hédonique a permis de distinguer deux groupes parfaitement équilibrés, tant en termes de nombre (109 consommateurs par groupe) qu'en termes de profil sociologique. Si les deux vins de couleur «intense» (15CI et 20CI) et le vin 25CF ne montrent pas de différences d'appréciation d'un groupe à l'autre, les trois autres vins sont évalués différemment (fig.7). Les 109 consommateurs qui aiment plus particulièrement les deux vins les plus sucrés (30g/l), avec des moyennes de 6,7 pour 30CF et 6,9 pour 30CTI (contre respectivement 5,9 et 6,1 pour l'ensemble des consommateurs). A l'inverse, ils ont moins bien apprécié le vin à 15g/l et de couleur «faible» (15CF), avec

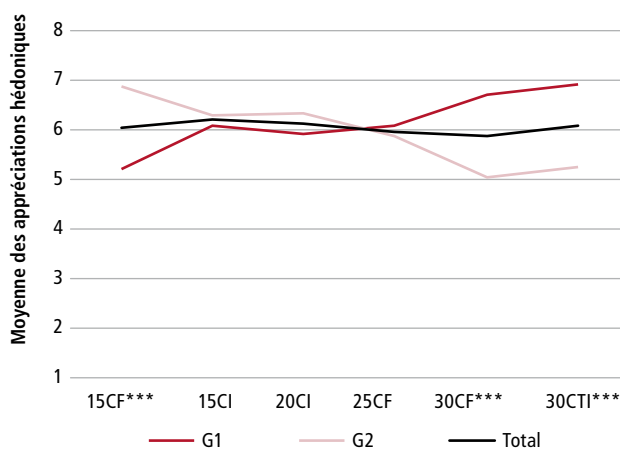


Figure 7 | Moyennes des appréciations hédoniques pour chacune des six variantes, pour la totalité des 218 consommateurs (noir) et par groupe de 109 consommateurs (rose et rouge). Les étoiles indiquent les vins pour lesquels les deux groupes de consommateurs ont des appréciations significativement différentes au seuil de 0,001.

une moyenne de 5,2 contre 6,1 pour l'ensemble des consommateurs. Ces 109 consommateurs se sont déclarés avec un niveau de connaissance légèrement inférieur à ceux du second groupe, 57% d'entre eux ayant un niveau «aucun» ou «basique», contre 43% dans le second groupe. Le second groupe réunit l'autre moitié des consommateurs (109) qui, à l'inverse, apprécie plus particulièrement la variante 15CF, avec une moyenne de 6,9, et nettement moins les deux variantes les plus sucrées, avec des moyennes de 5,1 pour 30CF et 5,3 pour 30CTI. Ces consommateurs se sont déclarés avec un niveau de connaissance en vin légèrement supérieur.

Lors de ces dégustations, les consommateurs dégustaient une dose réduite de vin (20mlx6 vins), hors contexte de repas. Si les variantes ont été appréciées des consommateurs dans cette situation, cette étude ne prédit en rien l'acceptabilité de ce style de vins sur le long terme et en situation de restauration, où la lassitude et l'écoeurement pourraient apparaître.

Conclusions

- Les vins rosés suisses testés sont globalement moins acides que leurs homologues internationaux, notamment par une réalisation fréquente de la fermentation malolactique, particulièrement dans le canton de Neuchâtel.
- Aucune spécificité sensorielle régionale ou liée au cépage n'a pu être mise en évidence. Les techniques de vinification jouent très certainement le plus grand rôle sur le profil sensoriel des rosés testés.
- Les 57 vins dégustés peuvent être répartis dans trois profils sensoriels différents; des vins fruités dont certains présentent du carbonique, des vins neutres et alcooleux, des vins plus complexes aux arômes lactiques/boulangerie.
- Les consommateurs suisses apprécient les vins rosés avec 15g/l de sucre résiduel; ceux à 30g/l ont été jugés comme trop sucrés par la majorité des consommateurs, bien qu'ils soient globalement appréciés.
- Il est nécessaire d'adapter la couleur des rosés au taux de sucre, un rosé demi-sec étant mieux apprécié si sa couleur est plus intense. A l'inverse, un rosé très sec devra être plus clair. ■

Remerciements

Les auteurs remercient l'ensemble des vignerons et les offices de promotion ayant fourni des vins, les panélistes de Changins et les consommateurs ayant participé à l'étude et nos collègues de Changins pour les traductions.

Summary**Swiss rosé wines: between dry and sweet wines, supply and consumers' preferences study.**

A previous article proved that swiss consumers prefer rosé wines with freshness, red fruits, floral and citrus aromas. In mouth, they seem to prefer dry or semi-dry wines balanced by acidity. This article studies the sensory profiles of 57 rosé swiss wines tasted by the expert panel of Changins. Over half of wines have been judged as neutral with high alcohol sensation and only 36% have been described with intense fruity aroma. The second part of this article explores the acceptability of 218 consumers for six variants of sweet rosé wines. Consumers like all the sweet wines between 15 and 30 g/L of sugar. Nevertheless, the sweetest variant have been judged like "too much sweet". The sugar and color adequacy seem to be important; a sweet rosé wine shouldn't be too light.

Key words: rosé wine, sweet wines, consumers' preferences, sensory profile, Just-about-Right scale.

Zusammenfassung**Schweizer Roséweine, zwischen trocken und süß, eine Studie über das Angebot und der Präferenzen der Konsumenten.**

Ein vorangehender Artikel hat gezeigt, dass Schweizer Konsumenten hauptsächlich nach Frische und Aromen von roten Früchten, Blumen und Zitrusfrüchten in Roséweinen suchen. Am Gaumen bevorzugen sie trockene oder leicht süße Weine mit guter Säure. In diesem Artikel werden die sensorischen Profile von 57 Schweizer Roséweinen beschrieben, die vom Expertengremium von Changins verkostet wurden. Etwas mehr als die Hälfte der Weine erscheint sensorisch als neutral und alkoholisch, und nur 36% wurden durch intensiv fruchtige Aromen beschrieben. Der zweite Teil der Studie untersucht die Akzeptanz von sechs Variationen süßer Roséweine durch 218 Verbraucher. Verbraucher schätzen vor allem Weine, deren Zucker zwischen 15 und 30 g/L lag. Die süßeren Varianten wurden jedoch als "zu süß" beurteilt. Die Übereinstimmung zwischen der Farbe des Weins und seinem Zuckergehalt scheint wichtig, ein süßer Rosé sollte nicht zu hell sein.

Riassunto**Vini rosati svizzeri: da vino secco a dolce, studio sull'offerta e le preferenze dei consumatori.**

Un precedente articolo ha mostrato che i consumatori svizzeri cercano principalmente, nei vini rosati, la freschezza e aromi di frutti rossi, fiori e agrumi. Al palato, affermano preferire vini secchi o leggermente dolci con una buona acidità. Questo articolo determina i profili sensoriali di 57 vini rosati svizzeri degustati dal gruppo di esperti di Changins. Poco più della metà dei vini si presentano con caratteristiche sensoriali neutre e alcoliche, e solo il 36% sono descritti con intensi aromi fruttati. Per la seconda parte di questo studio, 218 consumatori esplorano l'accettabilità di sei tipi di vini rosati dolci. I consumatori apprezzano tutti i vini con zuccheri compresi tra 15 e 30 g/L. Tuttavia, le varianti più dolci sono state giudicate "troppo dolci". L'abbinamento tra il colore del vino e il suo contenuto zuccherino sembra importante, un rosato dolce non dovrebbe essere troppo chiaro.

Bibliographie

- Coulon-Leroy C., Poulzagues N., Cayla L., Symoneaux R. & Masson G., 2018. Is the typicality of «Provence Rosé wines» only a matter of color? *OENO One*, 52 (4), 317–331.
- Deneulin P. & Bovat, S., 2020. Vins rosés: visions et attentes des consommateurs suisses. *Revue Suisse Viticulture, Arboriculture, Horticulture*, 52(6), 352–360.
- Deneulin P., Boven J., Bourcet C. & Carojab M.-H., 2019. Tendence à plus de douceur dans les vins: comment les consommateurs apprécient-ils les vins avec léger sucre résiduel? 42nd World Congress of Vine and Wine, 02025 (15), 1–5.
- FranceAgriMer, 2019. Observatoire mondial des vins rosés.
- InterLoire, 2020. Les vins rosés du Val de Loire sont très appréciés des consommateurs français de vins rosés.
- Morrot G., Brochet F. & Dubourdieu D., 2001. The Color of Odors. *Brain and Language*, 79(2), 309–320.
- Pérez-Magariño S. & González-Sanjosé M. L., 2003. Application of absorbance values used in wineries for estimating CIELAB parameters in red wines. *Food Chemistry*, 81(2), 301–306.
- Poulzagues N., Chevallier A. & Masson G., 2020. Identités des vins rosés dans le monde, en France et en Provence. AGROVINA – Journée suisse d'œnologie.
- Sáenz Gamasa C., Hernández B., De Santiago J. V., Alberdi C., Alfonso S. & Diñeiro J. M., 2009. Measurement of the colour of white and rosé wines in visual tasting conditions. *European Food Research and Technology*, 229(2), 263–276.
- Velikova N., Dodd T. H. & Wilcox J. B., 2013. Meat is male; Champagne is female; Cheese is unisex: An examination of perceived gender images of wine. 7th Academy of Wine Business Research International Conference, 1–12.
- Wang J., Capone D. L., Wilkinson K. L. & Jeffery D. W., 2016. Rosé wine volatile composition and the preferences of Chinese wine professionals. *Food Chemistry*, 202, 507–517.

POUR LA SANTÉ DES PLANTES



ARVENTO

Décoction de prêle des champs

SALICOR

Infusion d'écorce de saule

ORTICAL

Purin d'ortie



- ✓ Stimulent les défenses des plantes
- ✓ Solutions prêtes à l'emploi en Bag in Box

Admis en agriculture biologique en Suisse selon la Liste des intrants du FiBL.

AGROLINE Bioprotect
058 434 32 82
bioprotect@fenaco.com

bioprotect.ch




LES FRÈRES 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@lesfreresdutruiy.ch



disponible en 16 tailles différentes

Mowein-Attache éclair
l'original!
Le système de liens qui est populaire depuis plus de 30 ans!

Attache éclair sur le bambou Pour fixer le tuyau goutte à goutte

Mowein-Tendeur de fil
Nouveau! Une exécution plus forte

Sticofix R+S*
extra fort

Montierfix

Spreitfix
sur le fil

pas de chute

info@mowein.de · www.mowein.de
Nous serions heureux de vous envoyer des échantillons gratuits
Peut être obtenu auprès de votre revendeur spécialisé local



**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.


SÉANCE D'INFORMATION LE 10 MARS 2021 À 20H
Inscriptions jusqu'au 3 mars 2021 auprès de :
M. Yves Pottu, doyen - 021 557 92 53 - yves.pottu@vd.ch
www.vd.ch/agrilogie



 **Agriologie**
Grange-Verney
Marcellin

Nimrod®

Un spécialiste de l'oïdium unique en son genre

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



 **Nimrod®** 

Plus d'informations sous www.syngenta.ch
Utilisez les produits phytosanitaires avec précaution.
Avant toute utilisation, consulter les indications sur l'emballage.

TM

 **Martin Auer Rebschulen**
Pépinières Viticoles

Lisilostrasse 55, 8215 Hallau / SH
auer@rebschulen.ch
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.

Itinéraires techniques à faibles intrants phytosanitaires au vignoble et qualité des vins de l'AOC Alsace

Marie THIOLLET-SCHOLTUS¹, Alix MULLER¹, Julie GRIGNION², Christine KLEIN³, Lionel LEY⁴, Grégory LEMARQUIS⁴, Najat NASSR⁵ et Joseph WEISSBART⁶

¹ Université de Lorraine, INRAE, LAE, 68000 Colmar, France

² Chambre d'agriculture Pays de la Loire, 49700 Doué-en-Anjou, France

³ EPLEFPA Les Sillons de Haute Alsace, 68250 Rouffach-Wintzenheim, France

⁴ INRA UEAV, 68000 Colmar, France

⁵ Rittmo-AgroEnvironnement, 68000 Colmar, France

⁶ BioGrandEst, 68000 Colmar, France

Renseignements: Marie Thiollet-Scholtus, tél. +33 389 22 49 20, e-mail: marie.thiollet-scholtus@inrae.fr, www.colmar.inrae.fr



Figure 1 | Buttage dans la parcelle de Châtenois, 2014 (photo: © Marie Thiollet-Scholtus, INRAE).

Introduction

La production de raisins de cuve nécessite une importante quantité d'intrants phytosanitaires qui peuvent occasionner de graves et nombreux problèmes environnementaux et sanitaires. Certains programmes de recherche et développement, comme le programme EcoPhyto, ont pour ambition de reconcevoir les itinéraires viticoles pour réduire ces risques tout en maintenant des systèmes de production de raisins de cuve

viables économiquement. L'expérimentation-système PEPSVI (Plateforme d'Expérimentation de Systèmes Viticoles Innovants) a eu pour objectif de concevoir des systèmes viticoles à très faibles intrants phytosanitaires et multi-performants. L'évaluation de ces systèmes est environnementale (diminution des intrants), économique (viabilité des exploitations), sociale (acceptabilité sociale) et agronomique (qualité et rendement des produits) (Meynard *et al.* 2012; Meynard *et al.* 2017). Pour finaliser l'analyse agronomique des systèmes viti-

coles innovants du projet PEPSVI, nous proposons une analyse de la **qualité des vins** élaborés à partir des raisins issus de différents terroirs de l'AOC Alsace. Le présent article présente les résultats d'analyses chimiques et sensorielles des vins issus de chacun des systèmes PEPSVI, fortement réduits en intrants, et ceci pendant cinq années consécutives.

Les objectifs de cette étude sont d'abord de valider qu'il est possible d'élaborer des vins blancs secs de qualité à partir de systèmes de production de raisins de cuve drastiquement réduits en intrants phytosanitaires (analyses biochimiques). Ensuite, il s'agit également d'affiner cette analyse par la description sensorielle de ces vins par rapport à des références de vins blancs secs AOC Alsace.

Matériel et méthodes

Les 30 vins étudiés

Les 30 vins analysés proviennent de 6 des 11 systèmes conçus et évalués dans l'expérimentation-système alsacienne PEPSVI, présentés à l'aide du tableau 1.

Les vins issus des sites d'Ingersheim, de Ribeauvillé et de Rouffach, en Alsace, conduits avec les itinéraires à faibles intrants AB (agriculture biologique/biodynamique) systèmes Inger_AB, Ribeau_AB et Ribeau_PI (production intégrée), sont issus du cépage Riesling et seront donc analysés ensemble, par rapport à une référence de vin de Riesling alsacien élaboré à la station expérimentale de l'INRA de Colmar (en PI).

Les vins issus des systèmes Rouff_PI, Rouff_PI_Mild et Rouff_PI_Opti sont issus du cépage Pinot gris et seront donc analysés ensemble, par rapport à une référence de vin de Pinot gris alsacien élaboré à la station expérimentale de l'INRA de Colmar. Aucune irrigation n'a été réalisée sur l'ensemble des sites et des systèmes de production, celle-ci étant interdite dans le cahier des charges à respecter pour pouvoir revendiquer l'AOC Alsace ou Grand Cru. La partie supérieure du tableau 1 renseigne sur le détail de l'itinéraire technique (taille hivernale, type de vendange, fumure azotée, irrigation), sur les cahiers des charges environnementaux (AB, biodynamie) et de qualité (AOC). La partie médiane du tableau 1 renseigne sur les différentes principales combinaisons d'innovations mises en œuvre pour réduire l'usage des produits phytosanitaires (semis sur les inter-rangs et sur les rangs, mulch sous les rangs, utilisation d'outils d'aide à la décision, pratiques de pulvérisation, utilisation d'huiles essentielles, soufflement des capuchons floraux), sur les caractéristiques du système de conduite de la vigne (cépage, porte-greffe, année de plantation, surface, densité de plan-

Résumé

La viticulture se doit de faire sa transition agroécologique, tout en maintenant son exigence qualitative. Pour aider les viticulteurs à produire des vins plus durables tout en maintenant le haut niveau qualitatif des cahiers des charges AOC, nous avons évalué la qualité de vins issus de onze systèmes viticoles innovants à très bas intrants phytosanitaires pendant cinq ans. Les raisins vendangés et les vins élaborés ont été analysés biochimiquement et sensoriellement selon les méthodes classiquement utilisées.

Les résultats montrent qu'il est possible de produire des vins blancs secs AOC Alsace à partir de systèmes de productions de raisins de cuve drastiquement réduits en intrants phytosanitaires. Tous les vins de Riesling et de Pinots gris ont des caractéristiques biochimiques et sensorielles équilibrées et qui répondent favorablement au cahier des charges AOC Alsace pour tous les itinéraires testés tout en conservant un effet du millésime et du site de production.

tation, sol et pente). Et, enfin, la partie inférieure du tableau 1 renseigne sur la consommation de produits phytosanitaires (indices de fréquence des traitements, IFT) et de cuivre métal par an, sur le rendement de chaque système et, enfin, sur l'azote assimilable des vins et le stress hydrique de la vigne à l'aide de la mesure du rapport 12C/13C.

Une diversité de conditions pédoclimatiques (Ingersheim, Ribeauvillé et Rouffach), de cahiers des charges d'appellation d'origine (AOC Alsace et AOC Grand Cru Osterberg), combinée à une diversité de cahiers des charges environnementaux (production intégrée, agriculture biologique et agriculture biodynamique), constitue un très fort cadre de contrainte, mais permet de représenter des cas réels de production de vins en Alsace.

La diversité des types de cahiers des charges environnementaux est aussi représentée et constitue un cadre de contrainte supplémentaire pour l'élaboration de systèmes viticoles à très faibles intrants. Cette diversité permettra de montrer qu'il est possible d'élaborer des vins AOC Alsace à partir de conditions de production initiales très diverses.

Les systèmes dont les vins ne sont pas présentés ici le sont pour deux raisons: soit ce sont de jeunes plantations dont la production de raisins est encore trop

faible pour élaborer des vinifications selon le protocole établi pour le projet, soit les raisins ont changé de destination de vin en cours de projet. L'itinéraire technique œnologique est identique pour tous les vins et tous les ans; 100 kg de raisins sont vendangés et microvinifiés sur la plateforme de vinification expérimentale INRA-CIVA-IFV de l'INRA de Colmar. Après pressurage,

les vins sont élevés sur lies fines dans des bonbonnes (de 25 ou 10l). Les levures utilisées pour la fermentation alcoolique varient seulement selon le cahier des charges environnemental du système de production (intégré et biologique/biodynamique) et sont identiques chaque année. Les durées d'élevage sont adaptées selon le millésime et le vin (tab. 2).

Tableau 1 | Caractéristiques des systèmes étudiés. Pour les pratiques: une croix signifie que la pratique innovante est mise en œuvre dans le système, une case vide signifie qu'elle ne l'est pas.

Nom des vins		RIES_REF	Chat_AB	Inger_AB	Ribeau_AB	Ribeau_PI	Rouff_PI	Rouff_PI_Mild	Rouff_PI_Opti
Site		Bergheim	Châtenois	Ingersheim	Ribeauvillé	Ribeauvillé	Rouffach	Rouffach	Rouffach
Caractéristiques de la parcelle	Cépage	Riesling	Riesling	Riesling	Riesling	Riesling	Pinot gris	Pinot gris	Pinot gris
	Porte-greffe	SO ₄	SO ₄	3309	161-49	161-49	SO ₄	SO ₄	SO ₄
	Année de plantation	1997	2009	1978	1997	1997	1981	1981	1981
	Surface (ha)	0,30	0,25	1,6	0,37	0,37	0,40	0,40	0,40
	Densité de plantation (ceps/ha)	4464	5348	4167	4464	4464	3922	3922	3922
	Sol	marno-calcaire caillouteux	brun	alluvions granitiques	limono-argileux caillouteux	limono-argileux caillouteux	limono-argileux	limono-argileux	limono-argileux
	Pente (%)	10	10	0	15	15	10	10	10

Cahier des charges	Environnemental (1 ^{re} année)	Intégrée (2010)	Biodynamique (2009)	Biodynamique (2009)	Intégrée (2010)	Biologique (2010)	Intégrée (2000)	Intégrée (2000)	Intégrée (2000)
	Type de vin: AOC	Alsace	Alsace	Alsace	Alsace	Alsace Grand cru Osterberg	Alsace Grand cru Osterberg	Alsace	Alsace

Pratiques	Taille hivernale	Double Guyot	Double Guyot	Double Guyot	Double Guyot	Double Guyot	Double Guyot	Double Guyot	Double Guyot
	Pratique de vendange	manuelle	manuelle	manuelle	manuelle	manuelle	manuelle	manuelle	manuelle
	Fumure azotée	un engrais foliaire en juillet tous les ans	aucune	0,75 t de compost organique une fois tous les ans	engrais organique au printemps en 2014 et en 2016	un engrais foliaire en juillet tous les ans	200 kg/ha par an d'engrais minéral 14-0-0 en avril tous les ans	200 kg/ha par an d'engrais minéral 14-0-0 en avril tous les ans	200 kg/ha par an d'engrais minéral 14-0-0 en avril tous les ans
	Irrigation	jamais	jamais	jamais	jamais	jamais	jamais	jamais	jamais
Pratiques innovantes pour réduire les intrants	Semis d'un mélange graminées légumineuses 100%			X					
	Semis de graminées un inter-rang sur deux				X			X	X
	Travail du cavaillon				X				
	Mulch de copeaux de feuillus sous le cavaillon				X				
	Outil d'aide à la décision				X				
	Pulvérisation			X	X	X	X		
	Huiles essentielles		X						
Soufflement des capuchons floraux	X	X							

IFT (min-max sur la période 2013–2017)		5,50–7,60	1,18–7,10	2,28–5,60	5,50–7,60	7,92–12,69	6,75–9,77	3,00–7,8	5,4–7,85
Cuivre métal kg/ha/an (min-max sur la période 2013–2017)		0,75–3,04	0,33–0,77	0,0–0,69	0,75–3,04	0,57–1,93	0,38–1,33	0,33–1,5	0,56–1,31
Rendement	2013	5,83	2,15	0,94	1,10	0,96	0,97	0,86	0,75
	2014	6,13	1,86	0,77	1,11	0,93	1,17	0,73	0,96
	2015	6,93	1,38	0,88	0,67	0,92	1,40	0,80	0,74
	2016	7,67	1,91	1,16	0,79	1,01	1,54	0,51	0,80
	2017	7,23	1,24	0,65	1,19	1,03	1,20	0,91	0,93
Azote assimilable dans les vins	2013	109	117	94	56	53	169	114	119
	2014	107	92	115	57	47	208	116	106
	2015	137	64	188	163	173	173	73	74
	2016	123	36	158	134	108	155	103	87
	2017	110	44	189	94	65	228	118	147
12C/13C	2013	NR	-28	-26	-29	-29	-27	-27	-27
	2014	NR	-28	-27	-28	-28	-27	-27	-27
	2015	NR	-27	-24	-27	-28	-27	-26	-27
	2016	NR	-28,08	-24,27	-28,26	-28,13	-27,08	-26,91	-26,93
	2017	NR	-27,53	-22,73	-27,88	-27,53	-26,1	-26,45	-26,19

NR = Non renseigné

Tableau 2 | Ecart temporel entre la mise en bouteille des vins et les deux séances de dégustation (répétitions 1 et 2).

Millésimes					
Temps (en mois)	2013	2014	2015	2016	2017
entre mise en bouteille et dégustation – Répétition 1	47	8	10	12	4
entre mise en bouteille et dégustation – Répétition 2	53	22	23	15	6
entre Répétitions 1 et 2	6	14	13	3	2

Tableau 3 | Description des attributs d'analyses chimiques.

Codes des attributs	Description des attributs	Données disponibles			
		Châtenois	Ingersheim	Ribeauvillé	Rouffach
Must_sugar (g/l)	Sucres en g/l-1	X	X	X	X
Must_TAP % vol	Titre alcoométrique potentiel (TAP) en % du volume	X	–	–	X
Must_pH	pH	X	X	X	X
Must_malic acid (g/l)	Acide malique en g/l-1	–	–	–	X
Must_tartric acid (g/l)	Acide tartrique	–	–	–	X
Acidité totale H ₂ SO ₄ (g/l)	Acidité totale	X	X	X	–

Une croix signifie que l'attribut est mesuré pour le système, une trait signifie qu'il ne l'est pas.

L'analyse biochimique des vins

L'analyse biochimique a été faite sur moût par le laboratoire œnologique de l'IFV de Colmar chaque année pour chaque système (tab. 3), selon la même méthode de titrage que (Cadot *et al.* 2010). Les données sont présentées en détail dans (Thiollet-Scholtus *et al.* 2020).

L'analyse sensorielle des vins

L'analyse sensorielle a été faite pour tous les vins, avec deux répétitions. Les profils sensoriels des vins ont été estimés par analyse descriptive quantitative.

La caractérisation sensorielle a été effectuée par un panel de dix juges composés de l'INRA de Colmar.

L'évaluation a été faite à partir d'une liste de treize attributs sensoriels qui concernent des descripteurs visuels, olfactifs et gustatifs, générés par l'expertise du service technique du CIVA, qui utilise cette grille pour caractériser la typicité des cépages alsaciens. Le jury a dégusté dans une salle d'analyse sensorielle normalisée et a saisi ses notations sur des feuilles papier. Ces notations ont ensuite été saisies sur ordinateur pour analyses statistiques. Deux répétitions de chaque séance de dégustation ont été effectuées. Les vins ont été présentés dans un ordre de présentation randomisée et équilibrée. Les juges ont réalisé leurs profils sensoriels sur des échelles linéaires structurées de 0 à 10 (Jourjon *et al.* 2005). Pour chaque cépage, un vin de référence de l'unité SEAV de l'INRA de Colmar est présenté aux juges.

Le tableau 4 présente la liste des descripteurs sensoriels utilisés pour analyser les vins PESPVI de la présente étude et les données sont présentées en détail dans (Thiollet-Scholtus *et al.* 2020).

L'analyse environnementale des itinéraires techniques à l'origine des vins étudiés

Les calculs des indices de fréquence de traitement (IFT; équation ci-dessous) et des quantités de cuivre métal par hectare et par an ont été calculés (tab. 1) à partir d'enquêtes des itinéraires techniques réalisés auprès des gestionnaires des systèmes viticoles (Thiollet-Scholtus *et al.* 2016).

Equation 1: Formule de l'indice de fréquence de traitement

$$IFT = \frac{\text{Dose du produit appliquée sur la surface traitée} \times \text{Surface traitée}}{\text{Dose homologuée minimale du produit} \times \text{Surface de la parcelle}}$$

Tableau 4 | Liste des descripteurs sensoriels utilisés par le jury lors des dégustations.

Type de descripteurs sensoriels	Code des attributs	Description des attributs
Examen visuel	Int_col	Intensité colorante
Examen olfactif	Int_aro	Intensité aromatique
	Aro_flo	Arôme floral
	Aro_fru	Arôme fruité
	Aro_min	Arôme minéral
	Aro_veg	Arôme végétal
Examen gustatif	Gust_acid	Acidité
	Gust_sucr	Sucrosité
	Gust_amer	Amertume
	Gust_long	Longueur
	Qual_gust	Qualité gustative
Examen global	Qual_ens	Qualité d'ensemble

Traitements statistiques

Les notes des attributs sensoriels des juges ont été centrées pour limiter le biais dû à l'expérience des juges. Un traitement statistique par analyse de la variance (ANOVA) a été réalisé ensuite pour comparer les vins, premièrement par cépages, puis par millésimes. Des analyses en composantes principales (ACP) ont ensuite été réalisées sur les matrices de covariance des bases de données présentant des différences significatives de notations entre attributs sensoriels, déterminées grâce aux ANOVA. Les ACP permettent ensuite de distinguer les profils sensoriels des vins étudiés (Chapman *et al.* 2004). Toutes les analyses statistiques ont été effectuées avec XLSTAT-Pro software (version 2009; Addinsoft, Paris, France).

Résultats et discussion

Caractéristiques biochimiques des vins de Riesling et de Pinot gris équilibrés quels que soient les systèmes drastiquement réduits en intrants

Les tests statistiques sur les données d'analyses des vins ne montrent aucune différence significative entre les différents Pinot gris, soit le vin de référence Rouff_PI et les vins Rouff_PI_Mild et Rouff_PI_Opti (tab. 5).

Cela nous confirme que l'on peut produire des vins de Pinot gris AOC Alsace avec des systèmes viticoles à bas intrants. Le passage au désherbage mécanique n'entraîne pas de différence biochimique.

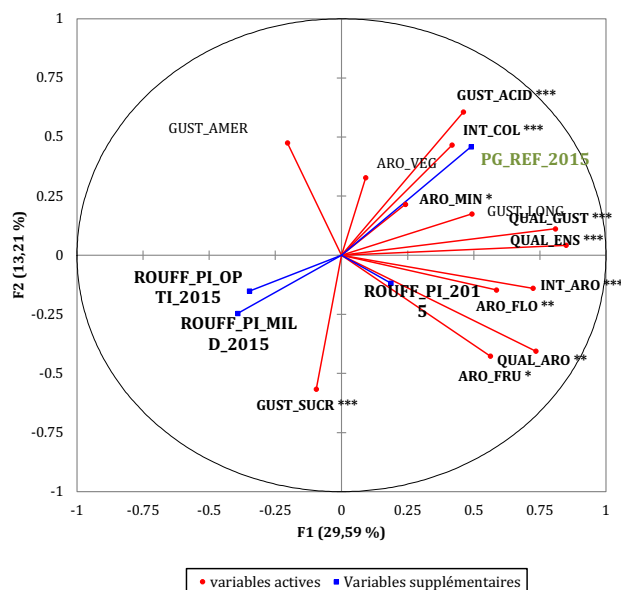


Figure 2 | Analyse en composantes principales (ACP) des trois vins de Rouffach millésime 2015. Les barycentres des vins de PG_REF_2015, ROUFF_PI, ROUFF_PI_MILD et ROUFF_PI_OPTI sont projetés sur la figure en variables illustratives. Les étoiles indiquent le degré de significativité : * p<0,05; ** p<0,01; *** p<0,001.

En revanche, les vins Riesling présentent des différences biochimiques significatives (tab. 5). Le taux de sucre entre les vins est ainsi un caractère qui discrimine les vins PEPSVI par rapport aux vins de référence.

Les profils biochimiques des vins Riesling sont représentés sur la figure 2.

Les résultats des analyses univariées (ANOVA réalisées site par site, tous millésimes confondus) montrent que seul le site de Châtenois se distingue de la référence Riesling pour le taux de sucre et l'acidité totale. Pour les sites d'Ingersheim et de Ribeauvillé, les vins ne sont pas différents de la référence, les validant ainsi comme des vins éligibles à l'AOC Alsace (tab. 6), même avec des itinéraires techniques drastiquement réduits en intrants phytosanitaires.

L'effet du système viticole innovant est analysé du point de vue de la biochimie des vins qui en sont issus: les ANOVA réalisées montrent que les vins issus des systèmes innovants de Ribeauvillé ne présentent pas de différences biochimiques significatives par rapport à une référence de vin de l'AOC Alsace (tab. 6). Il est donc possible de produire des vins de même qualité biochimique, même si certains ont de faibles teneurs en azote assimilable (carences pour les sites de Châtenois et de Ribeauvillé), répondant favorablement aux critères d'agrément de l'AOC Alsace, avec des itinéraires techniques innovants à très faibles intrants phytosanitaires. Cependant, la teneur en azote assimilable des moûts à la vendange a été très faible (< 100 mg N/l) sur certains terroirs, notamment à Ribeauvillé, conduit en PI et en AB lors des millésimes 2013 et 2014, et à Châtenois pour pratiquement tous les millésimes. Les valeurs recommandées pour les cépages blancs devraient être supérieures à 140 mg N/l

Tableau 5 | Différence significative d'attributs biochimiques entre les trois vins de pinot gris issus des systèmes de Rouffach, et les cinq vins de riesling issus des systèmes de Ribeauvillé, Ingersheim et Châtenois, tous millésimes confondus. Les étoiles indiquent le degré de significativité: °p<0,1; * p<0,05; **p<0,01; ***p<0,001.

Caractéristiques biochimiques	Riesling (Châtenois, Ingersheim, Ribeauvillé)	Pinots gris (Rouffach)
	Pr > F et significativité	Pr > F et significativité
Must_sugar (g/l)	0,0067***	0,0814°
Must_TAP % vol	0,0076***	0,0814°
Must_pH	0,2855	0,9390 NS
Must_malic acid (g/l)	données manquantes	0,9853 NS
Must_tartric acid (g/l)	données manquantes	0,1188 NS

NS = Non significatif.

(Lorenzini *et al.* 1996) afin de garantir une alimentation suffisante en azote assimilable des moûts pour les levures. Des valeurs plus faibles risquent d'entraîner des fermentations languissantes et le développement de caractéristiques organoleptiques indésirables, comme l'astringence et une amertume en bouche, de même qu'une perte de typicité des vins. Mais cela n'a pas été mis en évidence lors des dégustations sensorielles des vins.

Effet des systèmes sur les profils sensoriels des vins

Différentes études ont montré les effets du sol sur la précocité de la vigne, sur l'alimentation en eau de la vigne, sur la composition des baies (Cadot *et al.* 2012) et donc sur la qualité du vin. Or, le mode de conduite de la vigne peut aussi influencer les caractéristiques sensorielles des vins en intervenant sur la qualité de la production.

Effet des itinéraires techniques sur les vins de Riesling

Afin de comparer plus finement pour un même cépage les effets de l'itinéraire technique viticole sur la qualité et les arômes du vin, des ANOVA ont été réalisées sur l'ensemble des millésimes pour les deux modalités du site de Ribeauvillé plantées en Riesling: Ribeau_AB et Ribeau_PI. Deux passages d'herbicides sont appliqués sur la modalité PI. Ces interventions sont remplacées par un travail mécanique du sol dans la modalité AB. Les produits phytosanitaires utilisés ne sont pas les mêmes non plus entre les deux modalités, dépendants du cahier des charges suivi.

Pour l'ensemble des millésimes étudiés, seuls trois attributs sensoriels distinguent statistiquement de façon significative (au seuil de 5%) les deux expérimentations systèmes du site de Ribeauvillé, les modalités PI et AB pour le Riesling du site de Ribeauvillé. Les résultats sont présentés dans le tableau 7. L'influence de l'itinéraire technique (désherbage mécanique ou chimique) est donc peu perçue par le jury impliqué dans cette étude.

Tableau 6 | Analyse univariée (ANOVA) des caractéristiques biochimiques des trois sites en riesling tous millésimes confondus, et pour le même système de conduite de la vigne, à savoir «AB». Les étoiles indiquent le degré de significativité: °p<0,1; * p<0,05; **p<0,01; ***p<0,001.

Caractéristiques biochimiques	Pr > F		
	Ingersheim	Châtenois	Ribeauvillé
Must_sugar (g/l)	0,0699°	0,0272*	0,5138
Must_pH	0,1549	0,4056	0,2776
Acidité totale H ₂ SO ₄ (g/L)	0,7648	0,0145*	0,3886

Si l'on compare les vins Ribeau_AB et Ribeau_PI millésime par millésime, seul le millésime 2014 différencie significativement les deux types de vins. Les attributs sensoriels qui différencient de manière significative les deux types de vins pour chaque millésime sont mis en évidence dans le tableau 8.

Concernant le site de Ribeauvillé et le millésime 2014, le vin issu de la modalité en Agriculture biologique possède une meilleure qualité aromatique et est plus apprécié que celui de la modalité PI pour le millésime 2014. Ce dernier possède des notes végé-

tales démontrée comme significatives par une ACP (données non montrées).

Effet des systèmes sur les vins de Pinot gris

Les trois systèmes du site de Rouffach (Rouff_PI; Rouff_PI_Mild Rouff_PI_Opti) sont plantés en Pinot gris. Les vins issus de ces trois expérimentations systèmes sont comparés à un Pinot gris de l'unité SEAV de l'INRA de Colmar. Le tableau 7 révèle que seuls trois attributs sensoriels discriminent statistiquement les quinze vins de Pinot gris entre eux, tous millésimes confondus.

L'ANOVA réalisée sur les vins de Pinot gris millésime par millésime révèle pour chaque millésime un nombre restreint d'attributs sensoriels discriminant les vins de Rouffach au seuil de 5% (tab. 9). En 2013, seule l'intensité aromatique permet de discriminer significativement les vins des trois différents systèmes. En 2014, les trois vins ne sont pas différents statistiquement selon leurs attributs sensoriels. A l'inverse, en 2015, presque tous les attributs sensoriels sont discriminants au moins au seuil de 5%. Seuls les attributs sensoriels «longueur en bouche», «amertume» et «arôme végétal» ne sont pas statistiquement discriminants pour les trois vins de Rouffach.

Toutes les modalités d'itinéraires techniques des vins de Pinot gris étant sur le même site, l'analyse des attributs sensoriels des vins provenant de Rouffach montre l'impact des différences d'itinéraire technique sur la qualité sensorielle des vins indépendamment de l'effet du contexte pédoclimatique.

Suite aux ANOVA réalisées, une ACP a été effectuée pour le millésime 2015, qui différencie fortement les trois vins du site de Rouffach (tab. 9) pour tenter d'ex-

Tableau 7 | Analyse univariée (ANOVA) des attributs sensoriels des dix vins de Ribeauvillé Ribeau_AB et Ribeau_PI et des quinze vins de Rouffach Rouff_PI, Rouff_PI_Mild et Rouff_PI_Opti, tous millésimes confondus. Les étoiles indiquent le degré de significativité: °p<0,1; * p<0,05; **p<0,01; ***p<0,001.

Attributs sensoriels des vins	Ribeauvillé Pr > F et significativité	Rouffach Pr > F et significativité
Int_col	0,0003***	0,2912
Int_aro	0,0111*	< 0,0001*
Aro_flo	0,4006	0,9092
Aro_fru	0,5519	0,7821
Aro_min	0,8980	0,1605
Aro_veg	0,7690	0,7394
Qual_aro	0,4543	0,4660
Gust_acid	0,3164	0,0627°
Gust_sucr	0,3824	0,0352*
Gust_amer	0,4674	0,0353*
Gust_long	0,0308**	0,7549
Qual_gust	0,1067	0,1807
Qual_ens	0,0786°	0,0609°

Attributs sensoriels des vins	Pr > F et significativité				
	2013	2014	2015	2016	2017
Int_col	0,514	0,003**	0,087°	0,000***	0,183
Int_aro	0,620	0,455	< 0,0001***	0,152	0,764
Aro_flo	0,299	0,114	0,159	0,802	0,451
Aro_fru	1,000	0,183	0,144	0,055°	1,000
Aro_min	0,743	0,612	0,508	1,000	0,607
Aro_veg	0,615	0,022*	0,815	0,801	0,266
Qual_aro	0,706	0,057	0,267	0,714	0,126
Gust_acid	0,592	0,417	0,078°	0,765	0,707
Gust_sucr	0,326	0,151	0,398	0,218	0,078°
Gust_amer	0,375	0,056	0,501	0,363	0,673
Gust_long	0,104	0,004**	0,580	0,425	0,643
Qual_gust	0,780	0,001**	1,000	0,062°	0,152
Qual_ens	0,920	< 0,0001***	0,645	0,057°	0,333

Tableau 8 | Analyse univariée (ANOVA) des attributs sensoriels des dix vins de Ribeauvillé Ribeau_AB et Ribeau_PI pour chaque millésime séparément. Les étoiles indiquent le degré de significativité: °p<0,1; * p<0,05; **p<0,01; ***p<0,001.

plier les tendances de profils sensoriels des vins de Pinot gris induites par l'itinéraire technique. L'ACP est représentée dans la figure 2.

Conclusion sur les vins de Pinot gris

En 2015, les trois expérimentations systèmes installées à Rouffach donnent des vins assez différents de la référence Pinot gris. Les vins sont moins acides et plus sucrés que ceux du Pinot gris de référence. Par ailleurs, les vins provenant des expérimentations systèmes Rouff_PI_Mild et Rouff_Pi opti qui ont des modes de conduite similaires, et notamment d'entretien du sol, ont des profils sensoriels très proches. Les caractéristiques semblables des vins issus des systèmes Rouff_PI_Mild et Rouff_PI_Opti sont confirmées par les ANOVA réalisées sur les autres millésimes pour ces deux modalités.

Sur les expérimentations systèmes Rouff_PI_Mild et Opti, des outils d'aide à la décision ont été mis en place pour réduire les doses de fongicides. D'autre part, aucun traitement herbicide n'est appliqué sur ces deux modalités, où l'entretien du sol est similaire à celui d'une parcelle en agriculture biologique (travail mécanique du cavaillon et enherbement temporaire des inter-rangs). Ce mode d'entretien du sol mécanique peut induire une concurrence hydro-azotée, notamment vis-à-vis des graminées qui colonisent rapidement l'espace entre chaque passage mécanique sous le cavaillon. Cet effet est plus important les années de stress hydrique. Les valeurs d'azote assimilable des moûts, inférieures à 100 mg N/l, enregistrées sur les systèmes Rouff_PI_Mild et Opti, indiquent que la vigne a souffert d'une concurrence azotée particulièrement en 2015 et en 2016. Le site Rouff_PI, par contre, montre des teneurs plus élevées en azote assi-

milable (> 140 mg N/l) sur l'ensemble de la période d'étude. En cas de stress hydrique modéré induit par le mode d'entretien du sol, la qualité du raisin à l'origine des vins peut être affectée. Cela peut conduire à un nombre de baies par grappe et de grappes par cep plus faible. Un arrêt plus précoce de la croissance des rameaux est aussi observé pour les vignes enherbées. Il en résulte une meilleure accumulation des sucres et une plus grande dégradation de l'acide malique. L'année 2015 a été marquée par un début d'été très sec, qui a induit un stress hydrique sur la vigne qui a impacté les raisins vendangés. Les vins Rouff_PI_Mild et Rouff_PI_Opti qui en sont issus présentent des notes significativement plus sucrées que les vins issus de la référence Rouff_PI.

Les résultats de la composition isotopique du carbone des sucres de raisins (rapport 12C/13C) montrent que la parcelle Inger_AB a subi un stress hydrique durant la maturité des baies en 2015, 2016 et 2017, avec le plus grand stress en 2017 (-22,73), tandis que les autres parcelles n'ont subi aucune restriction en eau (valeurs comprises entre -29 et -26 pour mille sur la période d'étude).

Conclusion de l'effet du système drastiquement faible en intrants sur le profil sensoriel des vins

En conclusion, la réduction drastique des herbicides dans la gestion des sols des systèmes à Ribeauvillé et à Rouffach n'a eu que des effets mineurs sur les attributs sensoriels des vins qui en sont issus, comparés à des références d'itinéraires techniques alsaciens. En année sèche, la teneur en azote assimilable des moûts peut être faible et la concurrence hydro-azotée exacerbée (partie inférieure tab. 1). Sur six années de vinification,

Attributs sensoriels des vins	Pr > F et significativité				
	2013	2014	2015	2016	2017
Int_col	0,8380	0,6763	< 0,0001***	0,4225	0,3129
Int_aro	0,0199*	0,2720	< 0,0001***	0,7397	0,1864
Aro_flo	0,3644	0,1226	0,0057**	0,1804	0,0549°
Aro_fru	0,5256	0,6651	0,0235*	0,6267	0,4126
Aro_min	0,9200	0,1741	0,0284*	0,8129	0,6879
Aro_veg	0,6881	0,5699	0,8629	0,9830	0,8141
Qual_aro	0,1296	0,3203	0,0052**	0,1076	0,2245
Gust_acid	0,9360	0,2070	< 0,0001***	0,7707	0,5791
Gust_sucr	0,1197	0,1251	< 0,0001***	0,0372*	0,0135*
Gust_amer	0,9321	0,0679	0,2274	0,0023**	0,1932
Gust_long	0,1386	0,3494	0,1235	0,1077	0,0900°
Qual_gust	0,2225	0,7045	< 0,0001***	0,0744°	0,4212
Qual_ens	0,1555	0,1632	< 0,0001***	0,0221*	0,3281

Tableau 9 | Analyse univariée (ANOVA) des attributs sensoriels des 15 vins de Rouffach Rouff_PI, Rouff_PI_Mild et Rouff_PI_Opti pour chaque millésime séparément. Les étoiles indiquent le degré de significativité: °p<0,1; * p<0,05; **p<0,01; ***p<0,001.

sur deux sites différents pour deux cépages alsaciens, seuls les vins 2014 de Ribeauvillé (tab. 8) et les vins 2015 de Rouffach (tab. 9) présentent des différences sensorielles.

Effet fort des millésimes sur les profils sensoriels des vins de Pinot gris

Effet des millésimes sur les vins Riesling

L'année de production influence le profil sensoriel des vins Riesling de manière différenciée selon les cépages (au seuil de 5%). Ainsi, pour les quatre expérimenta-

tions systèmes issues de Riesling (tab. 10), l'effet millésime s'exprime sur la couleur, sur l'arôme végétal et sur différents attributs gustatifs, soit l'acidité et le sucre, ainsi que la qualité du vin. Seuls deux attributs différencient de manière marquée les millésimes entre eux (la couleur et l'acidité).

Le détail des différences de profils sensoriels entre millésimes pour les quatre vins plantés en Riesling est présenté dans le tableau 11. Les millésimes qui sont les plus discriminants entre les quatre vins Riesling étudiés sont les millésimes 2014 et 2015. Les autres millésimes ne présentent qu'un seul attribut significatif au seuil de 1%.

Nous avons effectué des ACP pour permet de visualiser les tendances de profils sensoriels des vins riesling en fonction des millésimes (données non montrées). L'ACP de tous les vins de 2014 à 2017 est expliquée sur ses deux premiers axes respectivement à 24% et 12% par les descripteurs sensoriels. Les millésimes 2014 et 2017 sont ceux où les vins Riesling ont été les plus appréciés par le jury, 2017 se caractérisant par des notes sucrées et le millésime 2014 par des notes acides. Les vins Riesling du millésime 2016 ont été moins appréciés par le jury, du fait d'arômes végétaux.

Tableau 10 | Analyse univariée (ANOVA) des attributs sensoriels des 20 vins de rieslings Ing_AB, Ribeau_AB, Ribeau_PI et Ries_Ref, tous millésimes confondus. Les étoiles indiquent le degré de significativité: °p<0,1; * p<0,05; **p<0,01; ***p<0,001.

Attributs sensoriels des vins	Pr > F et significativité
Int_col	< 0,0001***
Int_aro	0,7222
Aro_flo	0,1068
Aro_fru	0,2447
Aro_min	0,3683
Aro_veg	0,0076**
Qual_aro	0,0632°
Gust_acid	< 0,0001***
Gust_sucr	0,0011**
Gust_amer	0,7052
Gust_long	0,2435
Qual_gust	0,0092**
Qual_ens	0,0123*

Effet des millésimes sur les vins de Pinot gris

Pour les vins de Pinot gris planté sur le site de Rouffach, l'effet millésime se note de manière plus marquée au seuil de 5% et entraîne des différences organoleptiques significatives. Le tableau 12 montre les attributs sensoriels discriminants entre millésimes sur les vins de Pinot gris. La figure 3 indique les tendances des profils sensoriels en fonction des millésimes pour les quatre vins de Pinot gris étudiés.

Attributs sensoriels des vins	Pr > F et significativité				
	2013	2014	2015	2016	2017
Int_col	0,0036**	< 0,0001***	0,0008***	< 0,0001***	0,0515°
Int_aro	0,8759	< 0,0001***	< 0,0001***	0,0167*	0,3156
Aro_flo	0,3043	0,4611	0,0007***	0,9105	0,1942
Aro_fru	0,9593	0,0003***	0,0180*	0,0306*	0,0872°
Aro_min	0,9330	0,2530	0,0139*	0,0784°	0,2868
Aro_veg	0,2229	0,0342	0,9297	0,8161	0,3826
Qual_aro	0,2049	< 0,0001***	0,0002***	0,5131	0,0357*
Gust_acid	0,8073	0,4739	< 0,0001***	0,3561	0,9592
Gust_sucr	0,5804	0,0843°	0,4108	0,1323	< 0,0001***
Gust_amer	0,6313	0,0675°	0,5942	0,5540	0,1366
Gust_long	0,1170	0,0282*	0,0184*	0,5005	0,9093
Qual_gust	0,4484	0,0009***	0,2439	0,0451*	0,0314*
Qual_ens	0,3678	< 0,0001***	0,5018	0,0684°	0,0016**

Tableau 11 | Analyse univariée (ANOVA) des attributs sensoriels des 20 vins de rieslings Ing_AB, Ribeau_AB, Ribeau_PI et Ries_Ref, pour chaque millésime séparément. Les étoiles indiquent le degré de significativité: °p<0,1; * p<0,05; **p<0,01; ***p<0,001.

Si l'on regarde millésime par millésime (tab. 9), les vins de Pinot gris présentent quelques différences significatives d'attributs sensoriels pour tous les millésimes, excepté le millésime 2014. Les différences entre les vins de Pinot gris sont notamment marquées en 2015.

La figure 4 indique les grandes tendances au niveau des attributs sensoriels des vins de Pinot gris pour les différents millésimes étudiés. Les vins de Pinot gris 2016 sont peu aromatiques et peu sucrés, tandis que le millésime 2014 donne des vins acides et 2015 des vins en moyenne plus sucrés. Pour un millésime donné, les caractéristiques sensorielles des vins étudiés varient donc fortement selon le millésime considéré, avec des caractéristiques proches entre les trois vins de Pinot gris d'une année à l'autre. Il existe donc un effet millésime plus marqué sur les vins de Pinot gris que sur les vins Riesling.

Discussion de l'effet du millésime sur les profils sensoriels des vins

L'effet millésime observé peut néanmoins être discuté. Les différences marquées particulièrement pour les millésimes 2014 et 2015 peuvent s'expliquer en partie par l'âge des vins au moment de la dégustation. Une ANOVA réalisée sur l'ensemble des vins en distinguant les répétitions 1 et 2 montre des différences significatives de notations d'attributs sensoriels entre les répétitions 1 et 2 pour les millésimes 2014 et 2015. À l'inverse, aucune différence significative n'est observée

entre les répétitions 1 et 2 pour les autres millésimes. D'autre part, l'écart temporel entre la première et la seconde dégustation est de quatre mois en moyenne pour tous les millésimes, sauf pour 2014 et 2015, pour lesquels il est de dix mois, pour des raisons logistiques. Cela confirme bien l'effet de l'âge du vin au moment de la dégustation sur les profils sensoriels, indépendamment de l'itinéraire technique.

Tableau 12 | Analyse univariée (ANOVA) des attributs sensoriels des quinze vins du cépage pinots gris. Les étoiles indiquent le degré de significativité: °p<0,1; * p<0,05; **p<0,01; ***p<0,001.

Attributs sensoriels des vins	Pr > F et significativité
Int_col	0,1772
Int_aro	0,0022**
Aro_flo	0,0081**
Aro_fru	0,1880
Aro_min	0,0005***
Aro_veg	0,0007***
Qual_aro	0,0252*
Gust_acid	< 0,0001***
Gust_sucr	< 0,0001**
Gust_amer	0,0002***
Gust_long	0,1550
Qual_gust	0,0893°
Qual_ens	0,1049

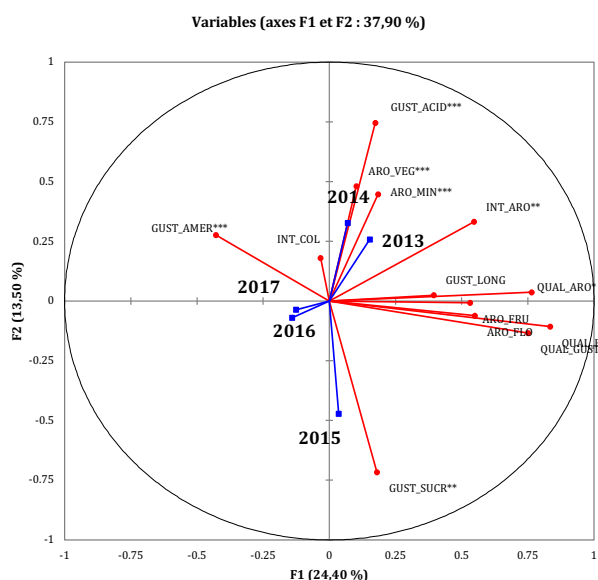


Figure 3 | Analyse en composantes principales (ACP) des 20 vins de pinots gris. Les barycentres des millésimes Vintage_2013, Vintage_2014, Vintage_2015, Vintage_2016 et Vintage_2017 sont projetés sur la figure en variables illustratives. Les étoiles indiquent le degré de significativité: °p<0,1; * p<0,05; **p<0,01; ***p<0,001.

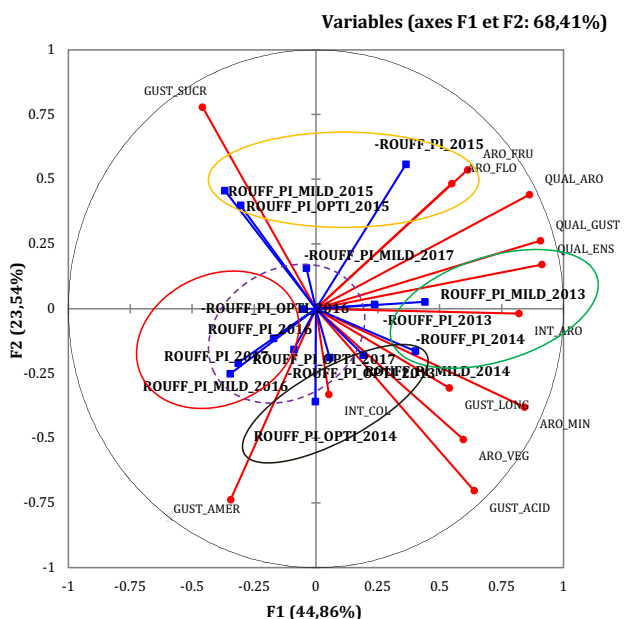


Figure 4 | Analyse en composantes principales (ACP) des quinze vins de pinots gris de Rouffach. Les barycentres des quinze vins sont projetés sur la figure en variables illustratives. Les étoiles indiquent le degré de significativité: °p<0,1; * p<0,05; **p<0,01; ***p<0,001.

Effet des sites sur les profils sensoriels des vins de Riesling

Le tableau 13 montre les différences significatives d'attributs sensoriels entre sites plantés en Riesling tous millésimes confondus. L'intensité aromatique et la qualité aromatique sont deux attributs discriminants entre millésimes pour les vins de Riesling étudiés.

L'ANOVA réalisée sur les sites en Riesling millésime par millésime montre des différences significatives (au seuil 5%) entre les trois sites en Riesling. Le tableau 14 montre que les millésimes 2014 et 2015 sont les plus

Tableau 13 | Analyse univariée (ANOVA) des trois sites en rieslings tous millésimes confondus. Les étoiles indiquent le degré de significativité: °p<0,1; * p<0,05; **p<0,01; ***p<0,001.

Attributs sensoriels des vins	Pr > F et significativité
Int_col	0,0116°
Int_aro	0,0011**
Aro_flo	0,0185*
Aro_fru	0,0425*
Aro_min	0,1305
Aro_veg	0,6302
Qual_aro	< 0,0001***
Gust_acid	0,0497*
Gust_sucr	0,1411
Gust_amer	0,8548
Gust_long	0,0394*
Qual_gust	0,0234*
Qual_ens	0,0617°

Tableau 14 | Analyse univariée (ANOVA) des trois sites en rieslings pour les différents millésimes étudiés. Les étoiles indiquent le degré de significativité: °p<0,1; * p<0,05; **p<0,01; ***p<0,001.

Attributs sensoriels des vins	Pr > F et significativité				
	2013	2014	2015	2016	2017
Int_col	0,0010**	< 0,0001***	0,0009***	0,0347*	0,0195*
Int_aro	0,9223	< 0,0001***	0,0131*	0,7200	0,3630
Aro_flo	0,2507	0,8061	0,0005***	0,0894°	0,5460
Aro_fru	0,7724	0,0002***	0,0198*	0,1264	0,9284
Aro_min	0,8142	0,1426	0,0066**	0,6084	0,4792
Aro_veg	0,0916	0,1561	0,8274	0,2275	0,3806
Qual_aro	0,0865	< 0,0001***	0,0001***	0,1148	0,7982
Gust_acid	0,6890	0,3599	< 0,0001***	0,0605°	0,9249
Gust_sucr	0,6017	0,1231	0,3346	0,5683	0,3801
Gust_amer	0,6818	0,2157	0,4703	0,2932	0,8644
Gust_long	0,1833	0,4520	0,0073**	0,0471*	0,7271
Qual_gust	0,1949	0,0145*	0,1232	0,1762	0,5699
Qual_ens	0,1567	0,0072**	0,3479	0,1762	0,2219

discriminants entre les trois sites en Riesling, les autres millésimes présentant peu de différences d'attributs sensoriels entre sites.

L'ACP de la figure 4 indique les tendances de profils sensoriels des vins de Riesling liées à l'effet site. Les étoiles indiquent le degré de significativité: °p<0,1; *p<0,05; **p<0,01; ***p<0,001.

La référence Riesling est plus aromatique et fruitée que les vins issus des sites de Ribeauvillé, plus acides, et que les vins de Riesling d'Ingersheim.

Quelques brèves conclusions peuvent être établies à la suite de ces analyses

- Les vins des trois expérimentations systèmes en Riesling ont des profils sensoriels assez éloignés de la référence Riesling du domaine INRA.
- Les vins de Riesling provenant des expérimentations systèmes PEPSVI ont des arômes acides, d'autant plus marqués pour les vins 2015 du site de Ribeauvillé. Le vin provenant d'Ingersheim présente des arômes plus végétaux que les vins Riesling de Ribeauvillé. A l'inverse, le vin témoin provenant du domaine de l'INRA est plus aromatique que les vins Riesling issus des expérimentations systèmes. Il possède des arômes fleuris, ressentis de manière significative, particulièrement en 2015.
- Enfin, bien qu'ils soient éloignés de la référence Riesling, les vins de Ribeauvillé sont les plus appréciés par le jury (meilleure qualité d'ensemble: Qual_ens), aussi bien en 2014 qu'en 2015.

Conclusion

Les attributs sensoriels des vins Riesling permettent de distinguer les trois expérimentations système les unes des autres, particulièrement en 2014 et 2015. Certains attributs sensoriels différencient de manière significative les différents sites plantés en Riesling. Il existe donc un effet du site sur la caractérisation sensorielle des vins AOC Riesling, quel que soit son itinéraire technique.

Cependant, les ANOVA et ACP réalisées ne permettent pas de conclure sur l'effet du site et donc sur l'effet du contexte pédoclimatique sur le profil sensoriel des vins, ni sur l'effet de l'itinéraire technique sur les profils sensoriels des vins, effets démontrés dans d'autres études (Cadot *et al.* 2012; Morlat 2001).

En effet, en 2014 les Riesling aux attributs sensoriels les plus proches sont Ing_AB et Ribeauvillé_PI, caractérisés par une amertume et des notes végétales. En revanche, en 2015 les vins des expérimentations systèmes jugés les plus similaires par le jury sont Ribeauvillé_AB et Ribeauvillé_PI, proches entre eux par une acidité très marquée. Ces

différences importantes de profils sensoriels pour un même vin entre millésimes ne permettent donc pas de distinguer les vins en fonction des caractéristiques des sols des parcelles.

Conclusions

- Les analyses statistiques entre années, ou entre cépages, ou entre itinéraires techniques permettent de valider des vins issus d'itinéraires techniques drastiquement réduits en intrants pour l'AOC Alsace.
- La réduction drastique des herbicides, entraînant une complémentation hydro-azotée plus ou moins marquée (fertilisation par compost organique azotée à Inger_AB tous les ans), n'a pas eu d'impact majeur sur la qualité des vins d'après le jury sensoriel. L'âge des vins lors de leur dégustation est le principal marqueur de différenciation des vins entre eux.
- L'impact majeur sur les caractéristiques biochimiques et sensorielles des vins semble être l'âge du vin au moment de sa dégustation. ■

Remerciements

Les co-auteurs remercient tous les partenaires PEPSVI ARAA, OPABA, RITMO-Agroenvironnement, EPPLPA Rouffach-Wintzenheim, CRAGE-68, INRA-SEAV, INRA-LAE du projet PEPSVI X2IN68VI. Ils remercient les financeurs: la Région Alsace (2013–2015, le Ministère de l'agriculture, de l'agroalimentaire et de la forêt et le Ministère de l'environnement, de l'énergie et de la mer avec EcoPhyto DEPHY-EXPE (2013–2018).

Bibliographie

- Cadot Y., Caillé S., Samson A., Barbeau G. & Cheynier V., 2010. Sensory dimension of wine typicality related to a terroir by quantitative descriptive analysis, Just About Right analysis and typicality assessment. *Analytica Chimica Acta* **660**, 53–62.
- Cadot Y., Caillé S., Thiollot-Scholtus M., Samson A., Barbeau G. & Cheynier V., 2012. Characterisation of the sensory representation of the conceptual and the perceptual typicality for wines related to terroir. An application to red wines from Loire Valley. *Food Quality and Preference* **24**, 48–58. <http://dx.doi.org/10.1016/j.foodqual.2011.08.012>
- Chapman D. M., Matthews M. A. & Guinard J. X., 2004. Sensory attributes of Cabernet Sauvignon wines made from vines with different crop yields. *American Journal of Enology and Viticulture* **55** (4), 325–334.
- Jourjon F., Symoneaux R., Thibault C. & Réveillère M., 2005. Comparaison d'échelles de notation utilisées lors de l'évaluation sensorielle de vins. *Journal International des Sciences de la Vigne et du Vin* **39** (1), 23–29. <https://doi.org/10.20870/oeno-one.2005.39.1.906>
- Meynard J.-M., Dedieu B. & Bos A. P., 2012. Re-design and co-design of farming systems. An overview of methods and practices. In " Farming Systems Research into the 21st century: The new dynamic" (I. Darnhofer, D. Gibon & B. Dedieu, eds.), pp. 407–432. Springer.
- Meynard J.-M., Jeuffroy M.-H., Le Bail M., Lefèvre A., Magrini M.-B. & Michone C., 2017. Designing coupled innovations for the sustainability transition of agrifood systems. *Agricultural Systems* **157**, 330–339. <http://dx.doi.org/10.1016/j.agsy.2016.08.002>
- Morlat R., 2001. Terroirs viticoles: Etude et Valorisation, Oenoplurimédia/Ed.
- Thiollot-Scholtus M., Grignon J. & Weissbart J., 2016. To drastically reduce pesticides uses: two cases of redesigned systems with biodynamic and protected designation of origin constraints. In ESA2016 (eds.).
- Thiollot-Scholtus M., Muller A., Abidon C., Grignon J., Keichinger O., Koller R., Langenfeld A., Lemarquis G., Ley L., Rabolin-Meinrad C. & Nassr N., 2020. Assessment of new low input vine systems: dataset on environmental, soil, biodiversity, growth, yield, disease incidence, juice and wine quality, cost and social data. *Data in Brief* **31**, 105663. <https://doi.org/10.1016/j.dib.2020.105663>

Summary**Joint analysis of low pesticide inputs management of in vineyards and quality of AOC wines in Alsace, France.**

Nowadays, Viticulture now must be agro-ecological, while maintaining its qualitative quality requirement standards. To help winegrowers produce more sustainable wines while maintaining the high-quality level of the AOC specifications, we have evaluated the quality of wines from eleven innovative viticultural systems with very low pesticides inputs over five years. The harvested grapes and the wines produced were analyzed respectively biochemically and sensorially. The results show that it is possible to produce AOC Alsace dry white wines from wine grape production systems were pesticide use drastically reduced. All Riesling and Pinot Gris wines showed balanced biochemical and sensory characteristics that respond favorably to the AOC Alsace specifications for all the routes tested while maintaining the effect of the vintage and the production site.

Key words: pesticide reduction, AOC, biochemistry, sensory analysis, wines

Zusammenfassung**Kombinierte Analyse von Pestizidmanagement in Weinbergen und Qualität von AOC Weinen im Elsass, Frankreich.**

Gegenwärtig muss die Weinkultur ökologischen Richtlinien folgen und gleichzeitig die Weinqualität sicher stellen. Um Weinbauern zu helfen ihren Wein nachhaltiger zu produzieren und die hohe Qualität zu gewährleisten, wurden die Weinqualität von elf innovativen Weinbausystemen mit niedrigem Pestizid gebrauch über einen Zeitraum von fünf Jahren eingeschätzt. Die geernteten Trauben und der produzierte Wein wurden auf biochemische und sensorische Parameter untersucht. Die Resultate zeigen dass es möglich ist trocken weißen AOC Elsass Wein auf Weingütern zu produzieren in denen der Gebrauch von Pestiziden drastisch reduziert wurde. Alle Riesling und Grauburgunder Weine zeigten bilanzierte biochemische und sensorische Eigenschaften. Diese Eigenschaften sind im Einklang mit den AOC Elsass Spezifikationen und zeigen auch einen Erhalt der "Vintage" Eigenschaften und des Anbaubietes.

Riassunto**Itinerari tecnici e qualità dei vini AOC Alsace con ridotto impiego di fitosanitari.**

La viticoltura deve necessariamente compiere una propria transizione verso modelli di sviluppo già da tempo individuati dall'agro-ecologia, senza per questo rinunciare ai propri standard qualitativi. Per incentivare i viticoltori a produrre del vino in ottemperanza all'idea di uno sviluppo sostenibile – ma al contempo nel rispetto dell'alto livello qualitativo imposto dalle norme AOC – abbiamo esaminato nell'arco della durata di un quinquennio la qualità dei vini di undici "sistemi viticoli" giudicati innovativi. Le uve vendemmiate e i vini effettivamente prodotti sono stati analizzati dal punto di vista biochimico e sensoriale secondo le più classiche metodologie. I risultati raggiunti dimostrano che è possibile ottenere dei vini bianchi secchi AOC Alsace con uve da vinificazione scarsamente trattate con prodotti fitosanitari. Nei casi presi in esame, tutti i vini Riesling e Pinot hanno dimostrato di conservare delle caratteristiche biochimiche e sensoriali equilibrate conformi alle norme AOC Alsace mantenendo, allo stesso tempo, le specificità enologiche tipiche di ogni singolo produttore.

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

**Piquets de vigne
en acier galvanisé**



nouvelle gamme
en acier inox
ZIGINOX



Fabrication
suisse

www.zimmermannsa.ch



CMZimmermann SA
1268 Begnins

Un système de palissage complet et unique

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

FELCO[®]

SWISS MADE

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

rapide, ergonomique, puissant, connecté

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

Sélection de lignées d'*Artemisia absinthium* L. adaptées à la fabrication d'une absinthe typée

Annabelle BERTHET¹, Ambra MARCOLLI¹, Benoit BACH², Pierrick REBENAQUE² et Nicolas DELABAYS¹

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

² Haute école de viticulture et œnologie, Changins, 1260 Nyon, Suisse

Renseignements: Annabelle Berthet, tél. +41 22 546 68 47, e-mail: annabelle.berthet@hesge.ch, www.hesge.ch/hepia



Champ de grande absinthe, *Artemisia absinthium*, au Mont-de-Travers (NE).

Introduction

La grande absinthe, *Artemisia absinthium* L., espèce de la famille des Astéracées, est une herbacée vivace originaire du bassin méditerranéen (Lamarti *et al.* 1996). En Suisse, elle pousse principalement dans les Alpes et au sud du pays. Espèce médicinale (Anonyme 2017), elle est utilisée depuis deux siècles, en association avec d'autres plantes, pour l'élaboration du spiritueux nommé «absinthe», originaire du Val-de-Travers (NE). Sa distillation fut interdite entre 1908 et 2005 à cause de la présence de thuyone, une molécule jugée à l'époque responsable de crises de folie meurtrières (Luauté *et al.* 2005). Aujourd'hui, la boisson est à nouveau autorisée, mais sa teneur en thuyone ne doit pas dépasser 35 mg/l.

La culture de la grande absinthe a recommencé dans notre pays depuis une quinzaine d'années; cependant, les souches locales ne sont plus cultivées pour la

fabrication et la commercialisation de l'absinthe, mais uniquement pour un usage personnel. La tradition clandestine ainsi que la forte variabilité de la composition chimique des plantes produites au Val-de-Travers poussent de nombreuses distilleries à utiliser des plantes importées. Pourtant, des caractéristiques sensorielles spécifiques – bien qu'encore peu décrites – sont recherchées chez *A. absinthium*, principalement l'amertume et des arômes typiques. La sélection de plantes avec un profil chimique assurant ces qualités organoleptiques, mais présentant parallèlement un taux de thuyone réduit et stable, est un enjeu important en vue de la production d'une absinthe typique, distincte des anisés classiques.

Comme la plupart des plantes produisant des huiles essentielles, les populations d'*A. absinthium* développent des chémotypes variables, notamment en fonction de leur origine géographique (Chialva *et al.* 1983). Une étude récente (Nguyen *et al.* 2018) confirme qu'il

existe effectivement de nombreux chémotypes d'*A. absinthium* L. différents, mais que, pour la plupart d'entre eux, il est encore difficile d'expliquer leur relation avec leur origine géographique et écologique. En 2013, Bailen (2013) a montré que la plupart des plantes de grande absinthe cultivées dans des conditions contrôlées ont exprimé un profil chimique plus simple, comprenant moins de composés que celui des plantes cultivées en plein champ.

De fait, les parts génétique et environnementale qui déterminent les spécificités chimiques de l'absinthe, et leurs interactions éventuelles, ne sont pas encore clairement définies à ce jour. Dans le cadre de la sélection d'un écotype pour la distillation, il est nécessaire de comprendre les facteurs gouvernant son profil chimique, ce dernier influençant directement ses qualités organoleptiques. Parallèlement, il est également nécessaire de comprendre encore plus spécifiquement les facteurs influençant la production de thuyone, sa concentration étant l'un des principaux éléments limitant pour la commercialisation de l'absinthe.

Pour une espèce comme *A. absinthium*, un tel programme de sélection ne peut s'inscrire que dans un processus plus large de domestication de l'espèce (Delabays 1992). Aujourd'hui, des observations précises sont encore nécessaires sur sa biologie, son écologie, et plus généralement sur la variabilité qu'offrent les populations naturelles et les quelques variétés cultivées. La présente étude porte sur la mise en culture et la comparaison de plusieurs lignées d'*A. absinthium*; elle vise à la description et la sélection d'écotypes adaptés aux conditions pédoclimatiques du Val-de-Travers et intéressants pour la distillation. Plus globalement, elle s'inscrit dans une démarche de conservation d'un patrimoine agricole et culturel.

Dans cette étude, dix accessions d'*A. absinthium* ont été cultivées dans les mêmes conditions pédoclimatiques et comparées sur les plans phénologique, morphologique et chimique, ceci dans le but de déterminer la part de ces variations attribuables à une composante génétique.

Des essais de comparaison d'accessions

Matériel et méthode

Parcelle d'étude et matériel végétal

La parcelle se trouve sur la commune de Boveresse (Val-de-Travers/NE). Sise à 739 m d'altitude, elle ne présente pas de dénivelé, ni d'ombrage particulier. Neuf acces-

Résumé La grande absinthe (*Artemisia absinthium*) est la plante emblématique entrant dans la composition de l'absinthe, une boisson alcoolisée traditionnelle produite dans le Val-de-Travers (NE). Depuis la levée de l'interdiction de ce spiritueux il y a une quinzaine d'années, sa culture a progressivement repris dans notre pays. Aujourd'hui, les producteurs locaux recherchent des plantes offrant des caractéristiques sensorielles spécifiques, présentant parallèlement, pour des raisons légales, un taux de thuyone réduit et stable. A cette fin, plusieurs lignées d'*A. absinthium* ont été cultivées en parallèle et comparées. Les lignées étudiées ont présenté d'importantes variations phénologiques, morphologiques, phytochimiques et organoleptiques. En particulier, des teneurs variables en thuyone ont été observées entre les accessions et des liens entre ces teneurs et les caractéristiques organoleptiques des diverses plantes ont été mis en évidence. L'espèce offre une diversité génétique intéressante, à même de justifier un programme d'amélioration en vue de la création de lignées adaptées à la production d'absinthe.

sions d'*A. absinthium* L., d'origines diverses (tab. 1), ont été cultivées sur deux parcelles expérimentales.

Dans la première parcelle (parcelle 1) ont été plantées cinq accessions provenant de marchands grainiers ou de jardins botaniques: Jelitto, Graine de vie (abrégiée Gdv), Germinance, Agrosemens et Valais.

Concernant l'accession Valais, un lot de plantes fleuries, récolté en 2013 et fourni par un producteur, a été utilisé pour les analyses chimiques. Les plantes de la parcelle d'étude n'ayant pas fleuri, nous avons intégré ce lot avec l'hypothèse que la thuyone et les composés chimiques en général présentent des concentrations très différentes entre les stades végétatif et génératif. Aussi, il nous a paru préférable d'utiliser un échantillon plus vieux, mais en fleurs, plutôt qu'un échantillon plus frais, mais prélevé au stade végétatif.

Dans la deuxième parcelle (parcelle 2), avec un calendrier de culture différent (cf. *paragraphe suivant*), ce sont trois autres lots de graines, provenant de la région du Val-de-Travers, qui ont été comparés: Poutres, Sauvage et Boveresse. Ces lignées ont été collectées dans des jardins, en nature ou encore dans un ancien

séchoir (tab. 1) et présentent l'intérêt d'être potentiellement bien adaptées aux conditions pédoclimatiques de cette région.

Dispositif expérimental et itinéraire de culture

Parcelle 1

Les cinq accessions ne provenant pas du Val-de-Travers (tab. 1) ont été semées en chambre climatique entre le 7 et le 15 novembre 2017, puis les plants ont été progressivement acclimatés (tab. 2) pour être plantés le 11 mai 2018 sur la parcelle d'essai, à une densité de plantation de 6,25 plants/m² (40x40cm). La parcelle 1 est subdivisée en deux parties: la première (parcelle 1a) a été dévolue aux observations phénologiques et morphologiques, la seconde (parcelle 1b) a été dédiée aux mesures des taux de thuyone et aux analyses sensorielles.

La parcelle 1a est un dispositif totalement randomisé à cinq répétitions, chaque parcelle élémentaire étant composée de quatre plantes alignées sur un rang. Il en est de même pour la parcelle 1b, mais chaque parcelle élémentaire est ici composée de cinq plantes. A la plantation, un apport de compost de 0,2m³/are a été effectué, ainsi qu'un arrosage abondant. Durant le reste de la culture, il n'y a eu aucun autre apport de fumure,

d'eau ou de produit phytosanitaire. Seul un désherbage manuel a été réalisé un mois après la plantation.

Parcelle 2

La deuxième parcelle (parcelle 2) a été mise en place par le producteur en 2018. Elle est située sur le même site, et jouxte directement la parcelle 1 décrite précédemment. Il s'agit d'un essai en bande sans répétition. Chaque accession est semée sur une surface d'environ 4m² et désherbée une fois à la main. Il n'y a pas eu d'autre intervention sur la culture avant la récolte des échantillons, effectuée en septembre 2018 en vue des analyses chimiques. Ces accessions ayant été plantées au printemps 2018 sans subir de vernalisation, elles n'ont pas fleuri dans le cadre de ce travail et n'ont donc pas été intégrées à l'étude de la phénologie et de la morphologie. Le matériel végétal analysé pour les accessions Boveresse, Poutres et Sauvage est composé uniquement de feuilles.

Accessions supplémentaires

Deux accessions supplémentaires ont été ajoutées aux analyses chimiques au cours de l'étude (tab. 1). La première est l'accession Grisons, du semencier UFA, qui était initialement prévue dans le plan expérimental mais qui n'a pas germé. La deuxième est l'accession Pontarlier, qui provient d'un lot de semences prélevé sur une souche trouvée dans un jardin dans la ville du même nom. Ces deux accessions ont été intégrées à l'étude grâce à des lots de plantes fleuries fournis par un distillateur, qui les a récoltés en août 2017 et conservés pendant une année dans un séchoir traditionnel. Ne présentant pas de répétition, ces lots ont été utilisés dans les analyses GC-MS et CCM à titre d'observation, et dans l'analyse sensorielle au même titre que les autres accessions.

Mesures et observations

Phénologie et morphologie (parcelle 1a)

Pour le suivi de la phénologie, une fiche de relevé, basée sur le travail de Delabays (1997) sur *Artemisia annua*, a été élaborée, permettant de déterminer les stades d'intérêt, soit les stades C0 à C7 de la floraison, avec une attention particulière pour les stades 51, 59, 60-61 et 65 de l'échelle BBCH. Les relevés sont effectués tous les deux à cinq jours, de fin juin à fin août, sur 20 plantes par accession. La date d'apparition des stades choisis est relevée pour chacune de ces plantes, ainsi que le nombre de jours écoulés depuis le semis. Le nombre moyen de jours est calculé pour chaque échantillon (cinq plantes). Ils sont ensuite comparés à l'aide d'outils statistiques (test t).

Tableau 1 | Liste des dix accessions d'*Artemisia absinthium* L. étudiées: n°, nom, origines géographique et de production.

N°	Nom	Origine	Production
1	Graine de vie (Gdv)	Allemagne	Semencier Pharmasaat
2	Grisons	Grisons (CH)	Semencier UFA
3	Valais	Valais (CH)	Nature (Jardin botanique)
4	Jelitto	Allemagne	Semencier Jelitto
5	Germinance	Pays-Bas	Semencier DeBolster
6	Agrosemens	Pays-Bas	Semencier DeBolster
7	Pontarlier	Pontarlier (F)	Jardin privé
8	Poutres	Boveresse (CH)	Séchoir privé
9	Sauvage	Boveresse (CH)	Nature
10	Boveresse	Boveresse (CH)	Jardin privé

Tableau 2 | Résumé de l'itinéraire de culture des plants d'*Artemisia absinthium* cultivés dans le cadre des essais 1 et 2 de cette étude.

Lieu	Informations
Chambre climatique	22°C; jour/nuite 16h/8h; HR 65%
	-1°C à -2°C/semaine pour atteindre T°C jour/nuite de 10°C/5°C et durée de 10h/14h
Serre hors-gel	Lullier (GE)
Plein air	Thielle (NE)
Pleins champs	Boveresse (NE)

Les caractères morphologiques observés sont la pilosité, le découpage des feuilles et le port de la plante. Ces caractères ont été observés de manière qualitative en relevant leur variation à l'intérieur des accessions et entre les accessions.

Analyses chimiques: teneurs en thuyone et détermination des chémotypes (parcelles 1b et 2)

La détermination des teneurs en thuyone des différentes accessions a été effectuée par SPME-GC-MS, selon la méthode de Bach *et al.* (2016). Les parties du matériel végétal utilisées sont les sommités fleuries et les feuilles pour les accessions Gdv, Jelitto, Valais, Grisons et Pontarlier, et uniquement les feuilles pour les accessions Germinance, Agrosemsens, Poutres, Sauvage et Boveresse. Le séchage a été effectué dans un séchoir traditionnel, soit à l'abri de la lumière et à température ambiante, durant un mois. L'analyse a été effectuée sur des macérats alcooliques (24 heures) qui ont été préalablement centrifugés à 10000 rpm pendant dix minutes.

La caractérisation des chémotypes a été réalisée par chromatographie sur couche mince (CCM), sur les huiles essentielles (HE) obtenues par distillation par entraînement à la vapeur, avec l'appareillage préconisé par la pharmacopée européenne. Les HE sont diluées dans du toluène (1/10), de même que le témoin (thuyone pure), qui est testé à deux concentrations: $t_1 = 1/10$ et $t_2 = 0,5/10$. 1 μ l a été déposé sur une plaque à gel de silice HPTLC 60 F254 (Merck), à l'aide d'un Nanomat 4 (Camag). La solution de migration est composée de toluène et d'acétate d'éthyle (93/7). Après trempage durant 10 secondes dans une solution de révélation composée de 100 ml d'acide acétique glacial, de 2 ml d'acide sulfurique (95–97%) et de 1 ml d'anisaldéhyde (98%), la plaque est chauffée pendant 10 secondes à 110°C.

Analyses sensorielles

En vue de l'analyse sensorielle, une distillation hydroalcoolique a été réalisée pour chacune des accessions. Deux grammes de plante sèche, issus des cinq unités expérimentales, sauf pour Grisons, Valais et Pontarlier, qui n'ont qu'un échantillon, sont mis à macérer 24 heures dans 100 ml d'alcool de bouche (96%). Les macérats sont ensuite mélangés à 100 ml d'eau distillée, distillés pendant 50 minutes, puis réduits à 15% vol.

L'analyse sensorielle des dix accessions d'*A. absinthium* L. s'est déroulée en trois phases. La première a permis de générer du vocabulaire pour élaborer une liste de descripteurs discriminants (tab. 3); la deuxième a permis d'entraîner les dégustateurs sur les termes

sélectionnés; la troisième était une séance d'évaluation utilisant la méthodologie sensorielle du profil sensoriel (Quantitative Descriptive Analysis, QDA), appliquées sur 11 descripteurs: 6 termes olfactifs et 5 attributs gustatifs. Les dégustateurs devaient évaluer chaque échantillon sur chaque descripteur à l'aide d'une échelle linéaire continue avec pour extrémité à gauche «intensité absente» (=note de 0) et pour extrémité à droite «intensité très forte» (=note de 10). Un panel d'experts composé de 11 personnes a participé à l'ensemble des dégustations. Ce groupe est entraîné à l'analyse sensorielle depuis deux à huit ans à raison d'une séance hebdomadaire d'environ 90 minutes. Pour la génération de vocabulaire, quatre produits représentatifs de l'ensemble des produits finaux (Gdv, Grisons, Valais, Jelitto) ont été servis en même temps à une température ambiante ($20^\circ\text{C} \pm 1^\circ\text{C}$) dans des verres INAO transparents avec 10 ml par produit, puis recouverts d'un couvercle en plastique. Le même protocole de service a été appliqué pour le profil sensoriel des dix accessions. Cependant, pour le profil sensoriel, les produits ont été présentés en monadique, c'est-à-dire l'un après l'autre, avec un code à trois chiffres. Ils ont été dégustés selon un plan en carré latin de Williams afin que chaque dégustateur évalue les produits dans un ordre différent et qu'il n'y ait donc pas d'effet d'ordre. Les données ont été saisies grâce au logiciel

Tableau 3 | Liste des descripteurs discriminants sélectionnés et leur définition, ainsi que la modalité sensorielle utilisée.

Descripteur	Définition	Modalité sensorielle
Intensité olfactive	Echantillon ayant une forte intensité olfactive	Nez
Citronnelle	Relatif aux odeurs citronnées, d'anti-moustique	Nez
Epicé	Relatif aux odeurs poivrées, cumin, cannelle	Nez
Fruité	Relatif aux odeurs de pomme, poire	Nez
Menthe, fraîcheur	Relatif aux odeurs de menthe fraîche, mentholées	Nez
Savonneux	Relatif aux odeurs de savon de Marseille	Nez
Intensité aromatique	Echantillon ayant une forte intensité aromatique	Bouche
Amertume	En référence à la quinine	Bouche
Alcooleux/brûlant	Relatif à la perception de chaud, de brûlant liée à l'alcool	Bouche
Fraîcheur (anis, menthol)	Relatif à la perception de fraîcheur liée au menthol ou à l'anis	Bouche
Volume/Gras	Relatif à l'épaisseur en bouche	Bouche

FIZZ (Biosystèmes, Couternon, France) et traitées par le logiciel R avec les packages FactoMineR et SensoMineR (R Development Core Team 2007).

En ce qui concerne les traitements statistiques du profil sensoriel, une analyse de la variance (ANOVA) à deux facteurs (juge et produit) a été réalisée pour chacun des descripteurs afin de mettre en évidence des différences significatives entre les accessions. Une analyse en composantes principales (ACP) a ensuite été réalisée, afin de positionner graphiquement les accessions selon les descripteurs significatifs à la suite de l'ANOVA à deux facteurs. Une classification ascendante hiérarchique (CAH) a permis de regrouper les accessions selon leurs ressemblances organoleptiques. Des analyses de corrélation ont également été effectuées afin de mesurer l'intensité de la relation entre les données analytiques (concentrations en thuyone notamment) et les données sensorielles.

Résultats et discussion

Phénologie et morphologie

Parmi les quatre accessions observées pour leur phénologie, seules deux ont atteint le stade floraison: Gdv et Jelitto. Les résultats du test t montrent que Jelitto est significativement plus précoce que Gdv ($p=0,017$), d'en moyenne 11 jours pour le stade de récolte (C5). Nos observations révèlent une certaine hétérogénéité dans le développement phénologique au sein de chaque accession: l'écart entre le premier et de le dernier individu à arriver au stade C5 est de 28 jours pour l'accession Gdv et de 31 jours pour l'accession Jelitto. Cette hétérogénéité, problématique pour la qualité de récolte, justifie-

rait une sélection visant une meilleure homogénéité. Les accessions Germinance et Agrosemens sont restées au stade végétatif, seuls quelques individus ont montré des signes d'initiation florale. En revanche, l'accession valaisanne n'a montré aucun signe d'initiation florale. Ces résultats indiquent que les modalités de la vernalisation ne sont pas identiques pour les diverses accessions: Valais nécessite probablement des températures inférieures à 5°C pour initier sa floraison. De même, Germinance et Agrosemens, toutes deux originaires des Pays-Bas, requièrent apparemment une vernalisation plus longue, ou à des températures plus basses, pour pouvoir effectuer une floraison complète.

En ce qui concerne la couleur et la pilosité, une seule lignée s'est distinctement différenciée des autres: Valais est nettement plus poilue que les autres, ce qui lui confère une couleur blanchâtre plus marquée.

Concernant le découpage des feuilles, il existe une grande hétérogénéité de morphologies au sein des accessions, comme au sein des individus eux-mêmes. Une typologie de découpage de feuille bi-pennatisé-quée a été établie afin d'effectuer une comparaison sur ce critère (fig. 1). Les quatre types définis sont: bi-pennatisé-quée à lobes fins (type 1), à lobes palmés (type 2), à lobes larges (type 3) et à lobes allongés (type 4). Dans les accessions allemandes Gdv et Jelitto, les deux seules à avoir fleuri, on retrouve plus souvent des feuilles de type 1 (lobes fins) et de type 4 (lobes allongés). On observe aussi des feuilles de type 2 (lobes palmés) et de type 3 (lobes larges), mais en proportion moindre. Ce sont les deux seules lignées à présenter de manière presque équivalente tous les types de découpage. Cela s'explique probablement par le fait qu'elles



Figure 1 | Différentes morphologies de découpage de feuilles d'*Artemisia absinthium* L. prélevées sur un individu de l'accession Gdv. Ces quatre feuilles représentent les quatre types de découpage définis dans cette étude, à savoir: à lobes fins (type 1), à lobes palmés (type 2), à lobes larges (type 3) et à lobes allongés (type 4).

sont phénologiquement plus avancées. Dans les accessions hollandaises Germinance et Agrosemens, on ne retrouve que le type 3 (lobes larges) et le type 4 (lobes allongés).

En ce qui concerne le port de la plante, toutes les accessions présentent une très forte variabilité interne, qui ne permet pas de tirer de conclusions sur la comparaison des accessions entre elles: généralement buissonnantes, elles présentent des rameaux montants à dressés.

Globalement, nos observations révèlent donc une importante variabilité, aussi bien entre accessions qu'au sein de ces dernières, ce qui présage d'un fort potentiel de sélection et d'amélioration.

Analyses chimiques

Teneurs en thuyone

La figure 2 expose les taux de thuyone relevés dans les macérats alcooliques des différentes accessions. Compte tenu des conditions expérimentales (manque de répétitions avec certaines lignées et hétérogénéité des variances), seules deux accessions, Gdv et Germinance, présentent une différence de concentration statistiquement significative (selon la méthode non paramétrique de Kruskal-Wallis, seuil alpha à 5%). Les résultats obtenus suggèrent cependant une variation importante de la teneur en thuyone entre les accessions, et donc un potentiel pour la sélection de lignées adaptées.

Chénotypes

Au niveau des profils chimiques des HE, les analyses par CCM ont permis de mettre en évidence trois chénotypes distincts (fig. 3). Les accessions allemandes Jelitto et Gdv, ainsi que l'accession Pontarlier, forment le premier chénotype. L'accession Valais, seule lignée issue d'une récolte en nature, présente un second profil, plus diversifié. Enfin, l'accession Grisons révèle un troisième chénotype, présentant moins de composés visibles. A noter cependant que les plantes de cette accession, utilisées pour l'extraction de l'HE, ont été stockées durant une année dans un séchoir traditionnel, contre un mois pour les autres lignées. Une partie des molécules a probablement été perdue au fil du temps.

Le témoin, bien visible en rose sur les plaques et testé à deux concentrations, est l'alpha-thuyone. Sur les plaques révélées, on ne distingue pas de thuyone dans les HE de ces cinq accessions. Cependant, les analyses par SPME-GC-MS ont montré que les macérats en contenaient tous, certes dans des proportions variables. Il est probable que la thuyone, un terpène très

volatil, ne se soit pas retrouvée en quantité suffisante pour être détectée avec ce protocole en CCM, appliqué sur des HE extraites sans solvant. La thuyone pure, quant à elle, est bien distinguable, et la variation de sa concentration ($t_1 = 1/10$; $t_2 = 0,5/10$) est bien visible. La CCM pourrait se révéler être un outil intéressant d'évaluation semi-quantitative de la concentration en thuyone dans les différentes accessions d'*A. absinthium* L. A cette fin, il conviendrait encore d'affiner la méthode pour permettre de rendre visible la thuyone, par exemple en utilisant des solvants comme le xylène, ou en augmentant les concentrations.

Analyse sensorielle

A la suite du profil sensoriel réalisé sur les dix accessions, l'ANOVA à deux facteurs a montré un résultat

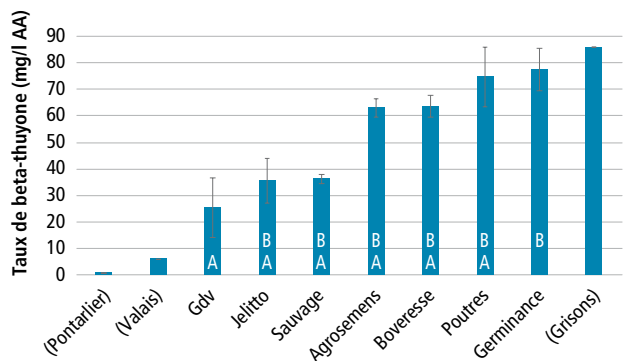


Figure 2 | Taux de thuyone des macérats alcooliques de dix accessions d'*Artemisia absinthium* (moyennes + ETM, $n = 5$; sauf pour Pontarlier, Valais et Grisons, avec $n = 1$) (les lettres indiquent les différences significatives selon le test de Kruskal-Wallis, au seuil de 5%).

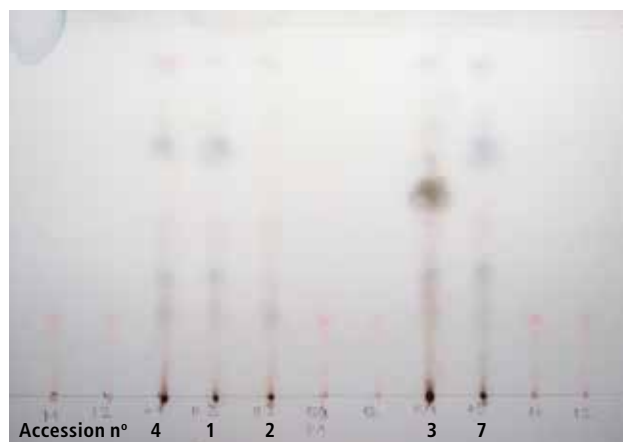


Figure 3 | Chromatographie en couche mince présentant, de gauche à droite, le témoin alpha-thuyone (à deux concentrations: 1/10 pour t_1 , 0,5/10 pour t_2), puis les huiles essentielles des accessions Jelitto (n°4), Gdv (n°1), Grisons (n°2), de nouveau le témoin, les accessions Valais (n°3), Pontarlier (n°7) et, enfin, une troisième fois le témoin.

significatif pour le facteur produit au seuil de 5% pour les descripteurs «intensité olfactive» (p-valeur=0,04), «fruité» (p-valeur=0,01) et le terme «volume/gras» (p-valeur=0,05). Ces résultats montrent que les dégustateurs ont différencié les produits sur ces trois descripteurs d'un point de vue organoleptique. Afin de réaliser l'ACP, les attributs significatifs au seuil de 15%, et qui montrent donc seulement une tendance, tels que «épicé» (p-valeur=0,15), «menthe fraîche» (p-valeur=0,06) et «intensité aromatique» (p-valeur=0,13), ont été ajoutés aux trois précédents descripteurs.

Le graphique en étoile représente les moyennes des dix accessions pour les 6 descripteurs significatifs au seuil de 15% (fig. 4). L'accession Valais apparaît comme significativement plus intense sur les notes de «fruité» (moyenne de 4 sur 10, contre une moyenne globale de 2 sur 10 pour les autres accessions).

En ce qui concerne l'ACP, l'axe 1 représente 53,22% de la variabilité et oppose principalement les accessions Sauvage et Grisons, décrites par les attributs «intensité olfactive», «volume/gras» et «épicé», au produit Valais, caractérisé par le descripteur «fruité» (fig. 5).

Le second axe de l'ACP représente 28,48% de la variabilité et oppose les accessions Grisons et Valais à l'accession Jelitto, décrite comme moins intense aromatiquement et présentant moins de volume/gras en bouche.

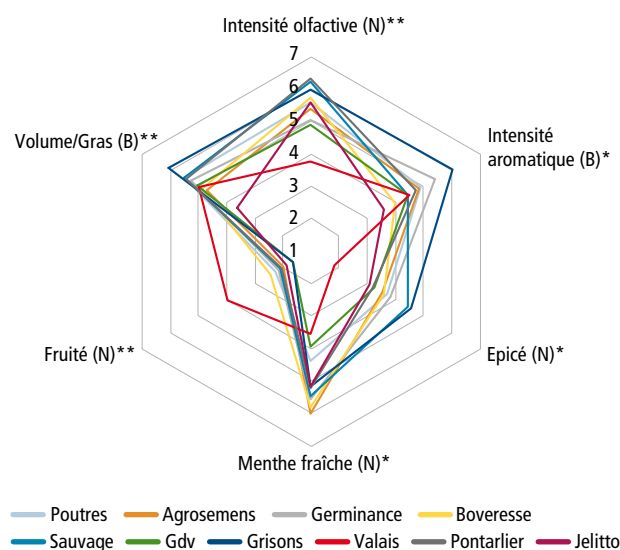


Figure 4 | Graphique en étoile des moyennes des dix accessions sur chaque descripteur significatif pour le facteur produit au seuil de 15% suite à l'ANOVA à deux facteurs (juge et produit). «N» signifie que le descripteur a été évalué au nez; «B» signifie que le descripteur a été évalué en bouche. ** et * indiquent que le descripteur est significatif au seuil de 5%, respectivement au seuil de 15% pour le facteur produit suite à l'ANOVA à deux facteurs.

Relation entre taux de thuyone et analyse sensorielle

Des analyses de corrélation ont été effectuées afin de mesurer une relation entre les concentrations en thuyone de ces dix accessions et les caractéristiques organoleptiques, notamment l'intensité de l'«amertume» et la «fraîcheur en bouche». Le coefficient de corrélation «r» entre la concentration en beta-thuyone et l'«amertume» est égal à 0,765 (p-valeur=0,01), et, entre la concentration en alpha-thuyone et l'«amertume», le coefficient «r» est égal à 0,642 (p-valeur = 0,045). Pour la sensation de «fraîcheur en bouche» et la concentration en beta-thuyone, le coefficient «r» est à égal à 0,701 (p-valeur=0,02). Ces résultats indiquent une corrélation significative et positive entre les concentrations en alpha- et beta-thuyone et l'amertume, ainsi qu'entre la beta-thuyone et la sensation de fraîcheur en bouche.

Discussion générale

Les accessions d'*A. absinthium* comparées dans nos essais, pour la plupart préparées et cultivées en parallèle, soit dans des conditions environnementales homogènes, ont présenté d'importantes variations phénologiques, morphologiques, phytochimiques et organoleptiques. A l'évidence, sur ces différents points, l'espèce offre une diversité génétique intéressante, à même de justifier un programme de sélection, voire d'amélioration en vue de la création de lignées adaptées à la production d'absinthe. En particulier, des teneurs variables en thuyone ont été observées entre les accessions et des liens entre ces teneurs et les caractéristiques organoleptiques des diverses plantes ont été mis en évidence. Par exemple, lors de la dégustation des distillats, la beta-thuyone apparaît corrélée, d'une part, à l'amertume et, d'autre part, à la fraîcheur en bouche. Afin de confirmer ces premiers résultats, de futures analyses avec d'autres accessions pourraient avoir lieu.

Aujourd'hui, des essais complémentaires, incluant une base élargie d'accessions, mériteraient d'être réalisés. Parallèlement, l'influence des facteurs environnementaux et agronomiques sur la qualité phytochimique et organoleptique des plantes de grande absinthe, ainsi que leurs interactions éventuelles avec les facteurs génétiques aujourd'hui observés, doivent encore être précisés.

Dans la perspective d'un travail d'amélioration génétique de l'espèce et d'optimisation de son itinéraire de culture, le fait de disposer d'un protocole d'analyse de la teneur en thuyone des plantes rapide et bon marché constituera un atout déterminant. A cet égard, les expériences acquises avec les analyses en chromatogra-

phie sur couche mince sont très prometteuses. Un tel protocole d'analyse pourra également favoriser l'autonomie des producteurs pour le contrôle des taux de thuyone lors de la récolte et de la distillation.

Conclusions

- Les différentes accessions d'*Artemisia absinthium* comparées dans nos essais révèlent l'existence, chez cette espèce, d'une importante variabilité génétique.
- Cette variation a été observée aux niveaux phénologique et morphologique, et également sur la composition chimique, avec la caractérisation de trois chémotypes distincts.
- Des teneurs variables en thuyone ont notamment été observées entre les accessions et des liens entre ces teneurs et les caractéristiques organoleptiques des diverses plantes ont pu être mis en évidence.
- L'espèce offre assurément un grand potentiel pour la sélection, voire la création de lignées intéressantes pour la fabrication d'une boisson bien typée et adaptées aux conditions du Val-de-Travers.
- Dans ce contexte, la chromatographie sur couche mince (CCM), une méthode d'analyse de la thuyone rapide et relativement peu coûteuse, pourrait se révéler être un outil très pratique pour la sélection des plantes destinées à la distillation. ■

Remerciements

Ce travail a pu être réalisé grâce à la collaboration de Christophe Racine, distillateur à Môtiers, et Kevin Nebel, distillateur à Boveresse, qui ont mis à disposition leurs connaissances, leur matériel végétal ainsi que la parcelle d'étude et le séchoir de la Maison des Chats.

Nous adressons également nos remerciements au panel d'expert-e-s de Changins qui a participé aux séances de dégustation, ainsi qu'à Eve Danthe pour l'organisation et la préparation des séances d'analyse sensorielle.

Bibliographie

- Anonyme, 2017. «Assessment Report on *Artemisia Absinthium* L. Herba». European Medicines Agency, London, UK, 30 May 2017, 8-11.
- Bach B., Cleroux M., Saillen M., Schönenberger P., Burgos S., Ducruet J. & Vallat A., 2016. A New Chemical Tool for Absinthe Producers, Quantification of α/β -Thujone and the Bitter Components in *Artemisia Absinthium*. *Food Chemistry* **213**, 813–817.
- Bailen M., Julio L. F., Diaz C. E., Sanz J., Martínez-Díaz R. A., Cabrera R., Burillo J. & Gonzalez-Coloma A., 2013. «Chemical Composition and Biological Effects of Essential Oils from *Artemisia Absinthium* L. Cultivated under Different Environmental Conditions.» *Industrial Crops and Products* **49**: 102–7.
- Berthet A., 2018. Comparaison d'accessions d'*Artemisia Absinthium* L. et contribution à sa domestication. Travail de bachelor, hepia, Genève, 37–41.
- Chialva F., Liddle P.A.P. & Doglia G., 1983. Chemotaxonomy of Wormwood (*Artemisia Absinthium* L.). *Zeitschrift für Lebensmittel-Untersuchung und Forschung* **176** (5), 363–66.
- Delabays N., 1992. Notes sur la stratégie de domestication d'une plante sauvage utilisée pour ses métabolites secondaires. *Revue suisse d'agriculture* **24** (2), 93–98.
- Delabays N., 1997. Biologie de la reproduction chez l'*Artemisia annua* L. et génétique de la production en artémisinine. Thèse de doctorat, Université de Lausanne, 155 p.
- Lamarti A., Sadki I., Badoc A., Deffieux G. & Carde J.P., 1996. Obtention par culture in vitro de clones d'absinthe, *Artemisia Absinthium* L., dénués de thuyone. *Bulletin de la société de pharmacie de Bordeaux* **135**, 25–44.
- Luauté J.-P., Saladini O. & Benyaya J., 2005. «Toxicité neuropsychiatrique de l'absinthe. Historique, données actuelles. *Annales médico-psychologiques, Revue psychiatrique* **163** (6), 497–501.
- Nguyen H. T., Tavaszi-Sárosi S., Llorens-Molina J.A., Ladányi M. & Zámorine-Németh E., 2018. Compositional variability in essential oils of twelve wormwood (*Artemisia Absinthium* L.) accession grown in the same environment. *Journal of Essential Oil Research* **30** (6): 421–30.

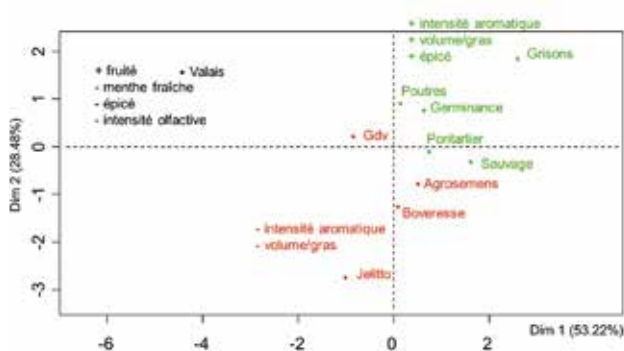


Figure 5 | Carte de représentation des dix accessions, issue de l'analyse en composantes principales avec les descripteurs significatifs au seuil de 15% pour le facteur produit suite à l'ANOVA à deux facteurs (juge et produit). Les produits d'une même couleur appartiennent au même groupe suite à une classification ascendante hiérarchique (CAH). Le signe «+» indique que l'accession est intense sur cet attribut au seuil de 10%. Le signe «-» indique que l'accession n'est pas intense sur cet attribut au seuil de 10%.

Summary

Selection of *Artemisia absinthium* L. lines for the production of a typical absinthe beverage.

Wormwood (*Artemisia absinthium*) is the emblematic plant used in the composition of Absinthe, an alcoholic beverage traditionally produced in Val-de-Travers (NE). Since the lifting of the ban on this spirit some 15 years ago, its cultivation has gradually resumed in Switzerland. Today, local producers are looking for plants with specific sensory characteristics together with, for legal reasons, reduced and stable thuyone content. To this end, several accessions of *A. absinthium*, were grown in parallel and compared. The lines studied showed significant phenological, morphological, phytochemical and organoleptic variations. In particular, varying levels of thuyone were observed between accessions; and links between these levels and the organoleptic characteristics of the various plants have been highlighted. The species offers an interesting genetic diversity for a breeding program aiming at the creation of lines well suited for the production of a typical Absinthe.

Key words: *Artemisia absinthium* L., domestication, breeding, essential oil, sensory analysis, thujone

Zusammenfassung

Auswahl von geeigneten Zuchtlinien von *Artemisia absinthium* (L.) zur Herstellung eines klassischen Absinths.

Der Wermut (*Artemisia absinthium* L.) ist eine Pflanze, die eine zentrale Rolle bei der Herstellung von Absinth spielt, einem traditionellen alkoholischen Getränk aus dem Val-de-Travers (NE). Seit der Aufhebung des Verbots zur Herstellung des Absinths vor etwa fünfzehn Jahren, wird der Wermut in unserem Land nach und nach wieder angebaut. Heute suchen lokale Produzenten nach Wermutpflanzen mit spezifischen Duft- und Geschmackseigenschaften, die zugleich aus rechtlichen Gründen einen reduzierten sowie stabilen Thujongehalt aufweisen. Zu diesem Zweck wurden mehrere Linien des Wermuts aus verschiedenen Regionen gleichzeitig kultiviert und verglichen. Die untersuchten Linien zeigten signifikante phänologische, morphologische, phytochemische und organoleptische Unterschiede. Insbesondere wurden unterschiedliche Thujongehalte zwischen den Pflanzenlinien gemessen. Des Weiteren konnte eine Verbindung zwischen diesen Gehalten und den organoleptischen Eigenschaften der verschiedenen Pflanzenlinien nachgewiesen werden. Die Ergebnisse lassen die Vermutung zu, dass der Wermut über eine hohe genetische Vielfalt besitzt, welche eine Selektion erfordert, um geeignete Zuchtlinien für eine optimierte Produktion von Absinth zu ermöglichen.

Riassunto

Selezione di linee di *Artemisia absinthium* L. adatte alla produzione di un tipico assenzio.

L'assenzio maggiore (*Artemisia absinthium*) è la pianta emblematica utilizzata nella composizione dell'Assenzio, una bevanda alcolica tradizionalmente prodotta nella Val-de-Travers (NE). Con la revoca del divieto di questo liquore, circa quindici anni fa, la sua coltivazione è gradualmente ripresa nel nostro paese. Oggi, i produttori locali sono alla ricerca di piante con caratteristiche sensoriali specifiche, ma allo stesso tempo e per motivi legali, con un ridotto e stabile tenore in thujone. Per questo motivo, diverse linee di *A. absinthium* sono state coltivate in parallelo e confrontate. Le linee studiate hanno mostrato significative variazioni fenologiche, morfologiche, fitochimiche e organolettiche. Sono stati in particolare osservati tenori variabili in thujone tra le accessioni, evidenziando i legami tra questi tenori e le caratteristiche organolettiche delle varie piante. Certamente, la specie offre un'interessante diversità genetica, capace di giustificare un programma di miglioramento per la creazione di linee adatte alla produzione di Assenzio.



« Une assurance contre les extrêmes climatiques protège ma récolte et mon avenir. »

Famille Perey
Viticulteurs, Vufflens-le-Château/VD



Schweizer Hagel
Suisse Grêle
Grandine Svizzera

www.hagel.ch
info@hagel.ch
044 257 22 11



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



Isonet® et Isomate®

Lutte par confusion

- Contre les tordeuses en viticulture et arboriculture
- Efficacité éprouvée et service compétent depuis plus de 20 ans



Andermatt
Biocontrol
• • • • • Suisse

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

contient phéromones

La cochenille de Comstock, une menace pour le vignoble?

La cochenille de Comstock *Pseudococcus comstocki* (Kuwana), une cochenille farineuse d'origine asiatique, a été observée pour la première fois en Suisse en 2015 dans des vergers de la région de Riddes, en Valais (Genini 2018). Depuis, elle a gagné de nouvelles communes, où elle occasionne régulièrement de graves dégâts et fait l'objet d'une lutte obligatoire (SCA 2020).

Très polyphage, l'insecte s'attaque particulièrement aux poires, pommes, abricots et prunes (Terrettaz *et al.* 2020). Il est cependant également signalé d'une manière plus sporadique sur *Vitis vinifera* (Kaydan & Kozar 2010) et est reconnu notamment comme vecteur du GLRaV-3, le virus de l'enroulement de la vigne (Herrbach *et al.* 2017). Récemment, Marchesini *et al.* (2018) ont signalé d'importantes attaques de *P. comstocki* sur *V. vinifera* dans la région du Veneto, en Italie. Les piqûres de l'insecte ont induit une abondante production de miellat. Ce dernier a favorisé le développement de fumagine qui, avec les ovisacs des femelles, a souillé les grappes. Cependant, ce phénomène n'a plus été observé l'année d'après. La nuisibilité réelle de cette nouvelle cochenille pour la viticulture reste donc encore à démontrer. Cet article reprend brièvement quelques éléments de la biologie de l'insecte et présente les résultats des suivis de populations effectués ces deux dernières années dans le vignoble valaisan.

Éléments de biologie

La cochenille de Comstock est une cochenille farineuse (Pseudococcidae) tout comme la cochenille bohémienne *Heliococcus bohemicus* Šulc et la cochenille de l'érable *Phenacoccus aceris* (Signoret). En Suisse, ces trois espèces sont les principales cochenilles farineuses que l'on peut observer sur la vigne. La femelle de *P. comstocki* se distingue notamment des deux autres espèces par une paire de soies anales particulièrement développées (fig. 1). D'une taille de 2,5 à 5,5 mm, la femelle aptère se différencie aisément du discret mâle ailé, qui mesure 1 mm à peine (fig. 2). Les œufs jaune-orange sont pondus dans des ovisacs blancs et cireux disposés en saison sur les feuilles (fig. 3), sur les grappes ou sur les ceps, où l'insecte passe l'hiver sous cette forme. Les nymphes du premier stade (fig. 4) éclosent en avril et gagnent le feuillage pour passer par deux (mâles) ou trois (femelles) stades nymphaux avant de se transformer en adultes. On observe généralement deux générations en Valais, suivies d'une troisième partielle (voir également Terrettaz *et al.* 2020 pour de plus amples détails sur la biologie de l'insecte).

Éclosions sur cep

Lors de contrôles effectués par l'Office de l'arboriculture et des cultures maraîchères du canton du Valais en automne 2018, des pontes de *P. comstocki* ont été

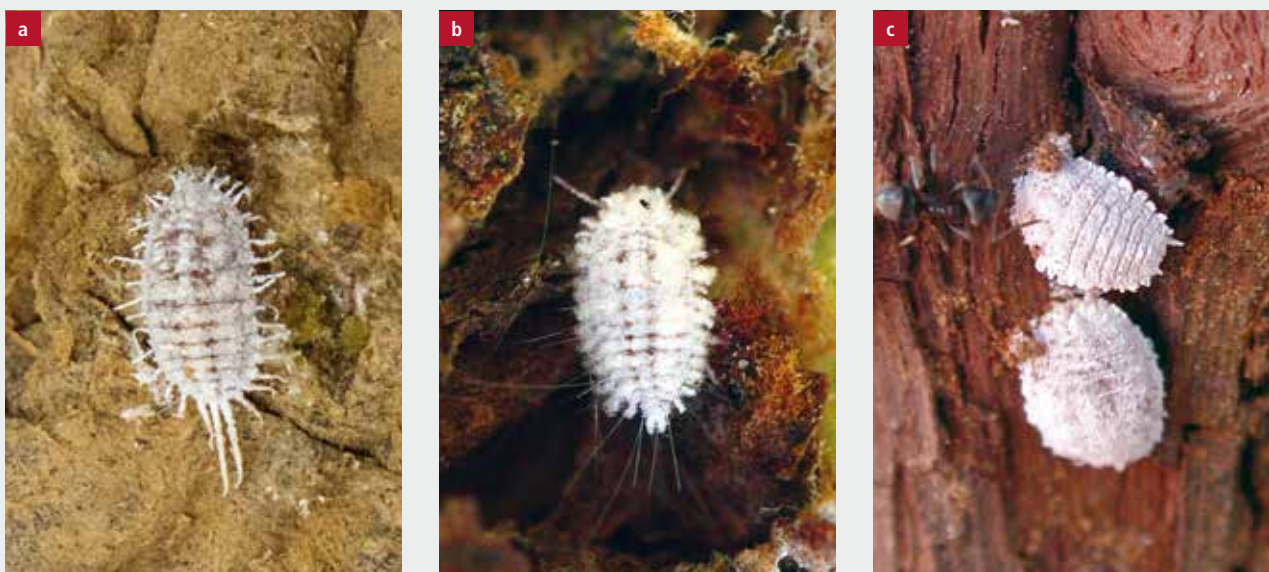


Figure 1 | Femelle adulte de a) *Pseudococcus comstocki*, caractérisée par des soies anales développées, b) *Heliococcus bohemicus*, reconnaissable à ses longs filaments cireux, et c) *Phaenococcus aceris* (photo: Jean Le Maguet). Ces trois espèces de cochenilles farineuses peuvent s'observer sur la vigne en Suisse.

observées dans des parcelles jouxtant des vergers de pommiers, poiriers et abricotiers colonisés par la cochenille. En collaboration avec les autorités cantonales, Agroscope a suivi l'évolution des populations de l'insecte dans trois des vignobles concernés en 2019 et dans un seul en 2020 (tab. 1). Dans chaque parcelle, 16 ceps ont été arbitrairement choisis à l'interface immédiate verger-vigne. L'émergence des insectes a été suivie en plaçant du ruban adhésif double face à la base de deux sarments par cep et relevée hebdomadairement de mi-avril à mi-juin (fig. 5). La méthode a permis la mise en évidence d'une importante hétérogénéité entre les parcelles (fig. 6). Ainsi, si plus de 420 individus ont été capturés à Saxon (P1) en 2019, les parcelles de Saxon (P2) et Riddes (P3) ont montré de faibles densités d'insectes malgré la proximité de vergers fortement colonisés. En 2020, seuls cinq individus ont été capturés sur la parcelle P1. Une importante hétérogénéité



Figure 2 | Mâle de *P. comstocki* mesurant environ 1 mm sous la loupe binoculaire.



Figure 3 | Ovisac cireux, œufs et jeunes nymphes de la cochenille de Comstock sur une feuille de vigne en été.

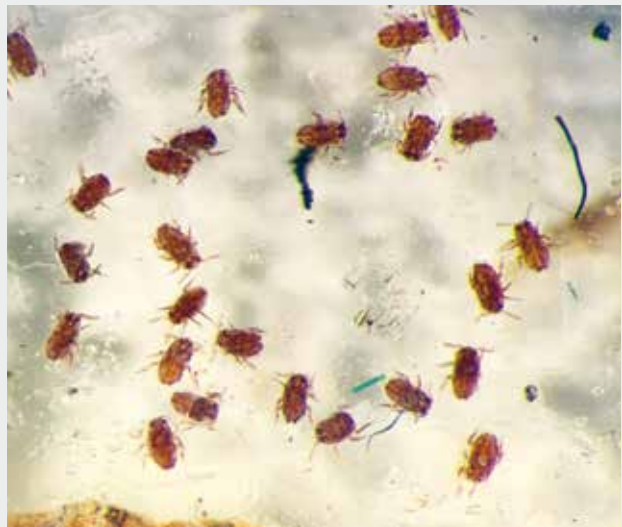


Figure 4 | Jeunes nymphes du premier stade de *P. comstocki* capturées sur du ruban adhésif au printemps.

Tableau 1 | Détail des modalités des contrôles des éclosions et des nymphes de *P. comstocki* effectués dans trois vignobles valaisans en 2019 et 2020.

Année	Lieux	Éclosions	Développement des nymphes	
		Printemps ¹	Printemps ²	Été ³
2019	Saxon P1			
	Saxon P2	16 x 2 sarments	16 x 10 feuilles	16 x 10 feuilles
	Riddes P3			16 x 10 grappes
2020	Saxon P1	16 x 2 sarments	16 x 10 feuilles	–

¹ 8 contrôles de mi-avril à mi-juin – ² 1 contrôle – ³ 4 contrôles

néité a également été observée entre les ceps à l'intérieur d'un même vignoble. Ainsi, en 2019, dans P1, des insectes ont été capturés sur 94% des ceps contrôlés, mais un seul de ces derniers a concentré plus de 85% des captures. Ces observations confirment que la cochenille de Comstock peut hiverner de manière diffuse et hétérogène sur les ceps de vigne dans les



Figure 5 | Ruban adhésif double face placé à la base des sarments pour capturer les émergences de *P. comstocki*.

conditions du Valais central. Entre mi-avril et mi-juin, les jeunes nymphes colonisent les pousses et poursuivent leur croissance.

Développement sur les feuilles et grappes

En mai 2019, le pourcentage d'occupation du feuillage a atteint un maximum de 31,2% dans P1, pour une densité moyenne proche d'une cochenille par feuille, et 3,1% et 12,5% respectivement pour P2 et P3 (fig. 7). Une analyse détaillée de la parcelle P1 a montré que des cochenilles pouvaient être retrouvées à plus de 70m des vergers, mais que 90% des individus étaient concentrés sur les ceps situés à proximité immédiate des poiriers. Les suivis estivaux sur feuilles ont montré une présence très diffuse de l'insecte sur les feuilles, avec des taux d'occupation du feuillage à l'interface vigne-verger ne dépassant pas 4,4% (0,05 individu/feuille) à fin août 2019 dans P1. A noter qu'entre le 23 juillet et le 18 septembre 2019, aucune cochenille n'a pu être observée sur les grappes des divers cépages présents dans les parcelles d'étude. Ces observations montrent une présence diffuse de l'insecte sur le feuillage des vignes jouxtant les vergers attaqués. Les populations printanières se diluent rapidement dans la végétation en forte croissance. En été, les densités de population sont par conséquent négligeables.

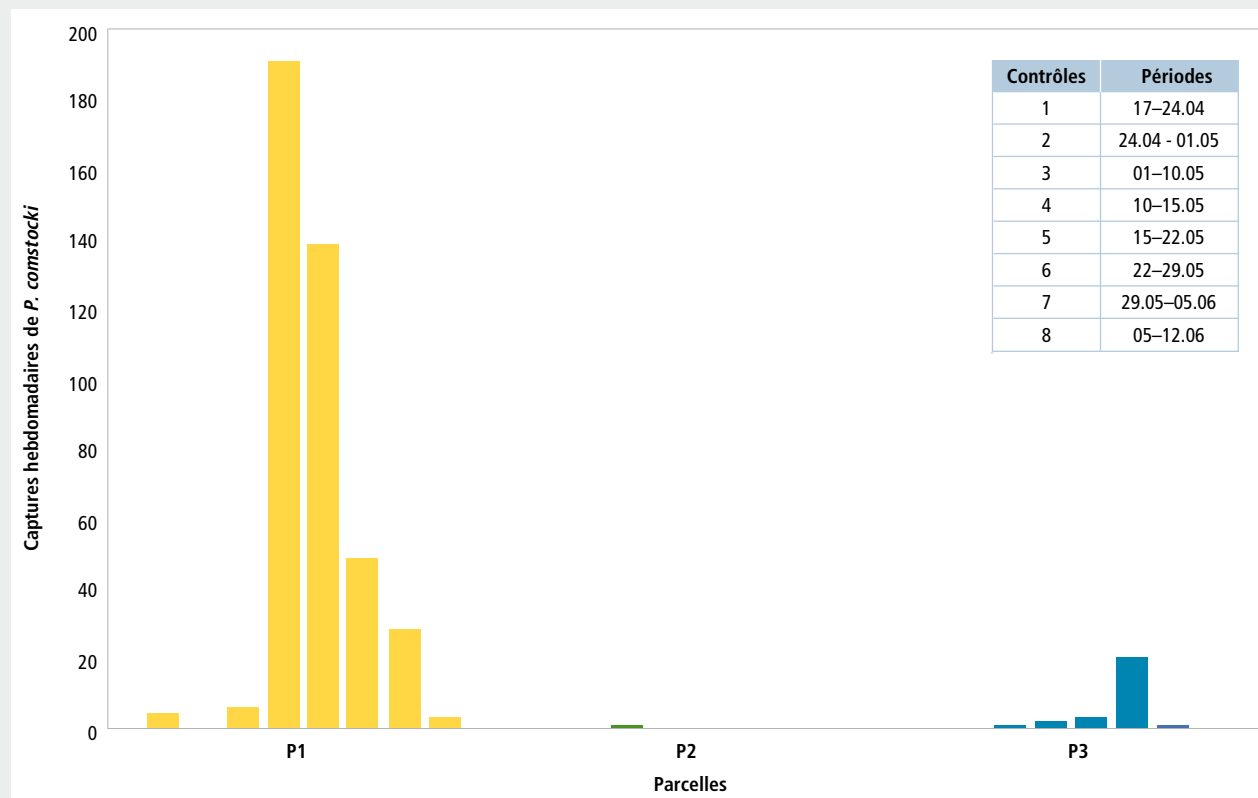


Figure 6 | Captures hebdomadaires de *P. comstocki* dans trois parcelles de vignes valaisannes.

Ennemis naturels?

Remarquant une présence abondante de l'acarien prédateur *Typhlodromus pyri* Scheuten dans les vignobles suivis, nous avons conduit une petite expérience de laboratoire où nous avons confronté 3x10 typhlodromes à 3x5 nymphes du premier stade de la cochenille. Après six jours, aucune prédation n'a pu être observée. La présence de cet auxiliaire ne semble donc pas expliquer l'effondrement des populations de *P. comstocki* dans les vignobles suivis.

Quels risques pour la viticulture?

Les suivis conduits en Valais confirment que la cochenille de Comstock peut se développer sur la vigne. La présence de pontes dans le vignoble diminue cependant fortement avec la distance par rapport aux vergers fortement colonisés. Ainsi, les traitements obligatoires réalisés en 2019 et 2020 dans les parcelles arboricoles voisines ont certainement contribué à diminuer les populations de cochenilles dans les vignes contrôlées. A l'heure actuelle, cette cochenille ne présente pas plus de risques pour le vignoble que les autres cochenilles farineuses déjà identifiées en Suisse. Cette affirmation est encore renforcée par l'absence de dégâts d'importance observés en Italie en 2019 et 2020 (Carlo Duso, communication personnelle). Signalons en outre qu'en France et aux Etats-Unis, où la cochenille est présente depuis les années 1920 déjà, aucun dégât significatif n'a jamais été observé dans les vignobles, à notre connaissance. Ainsi, si la vigne peut abriter des populations parfois conséquentes, elle ne semble pas offrir un milieu de développement idéal pour *P. comstocki*.

A l'heure actuelle, *P. comstocki* ne mérite pas le statut de ravageur viticole en Valais central. Son rôle, ainsi que celui des autres cochenilles farineuses, dans la diffusion active de viroses doit cependant faire l'objet d'une attention particulière ces prochaines années. ■

Les auteurs

Christian LINDER et Patrik KEHRLI, Agroscope, 1260 Nyon, Suisse
 Renseignements: Christian Linder, tél. +41 58 460 43 89,
 e-mail: christian.linder@agroscope.admin.ch, www.agroscope.ch

Bibliographie

- Genini M., 2018. La cochenille farineuse, nouveau ravageur dans les vergers. En ligne: www.vs.ch/en/web/def/news/-/asset_publisher/9XZnnCrL9twZ/content/arboriculture-la-cochenille-farineuse-nouveau-ravageur-dans-les-vergers/529400 [12 novembre 2020]
- Herrbach E., Alliaume A., Prator C.A., Daane K.M., Cooper M.L. & Almeida R.P.P., 2017. Vector Transmission of Grapevine Leafroll-Associated Viruses. 483-503. In: Meng B., Martelli G., Golino D. & Fuchs M. (eds): Grapevine Viruses: Molecular Biology, Diagnostics and Management. Springer, Cham. 698 p.
- Kaydan M. B. & Kozâr F., 2010. New and rare mealybugs (Hemiptera: Coccoidea: Pseudococcidae, Putoidae) from Eastern Anatolia (Turkey). *Zoosystematica Rossica* 20 (1), 28-39.
- Marchesini E., Duso C. & Pellizzari G., 2018. *Pseudococcus comstocki* colpisci vigneti del Veneto. *L'Informatore Agrario* 33, 61-64.
- SCA, 2020. Décision de portée générale du Service cantonal de l'agriculture relative à la lutte contre la cochenille farineuse *Pseudococcus comstocki*. En ligne: www.vs.ch/documents/180911/5479790/P.+comstocki_D%C3%A9cision+de+port%C3%A9e+g%C3%A9n%C3%A9rale_SCA_Carte_2020.pdf/f6052c4f-de24-6fd6-4d8e-eaf78c453795?t=1585311686375 [12 novembre 2020]
- Terrettaz M., Sarrasin C., Genini M., Stoebener P., Egger B., Christen D., Fischer S., Kehrl P., Mazzi D. & Gilli C., 2020. La cochenille de Comstock, un nouveau ravageur des vergers valaisans. *Revue suisse Viticulture, Arboriculture, Horticulture* 52 (1), 80-84.

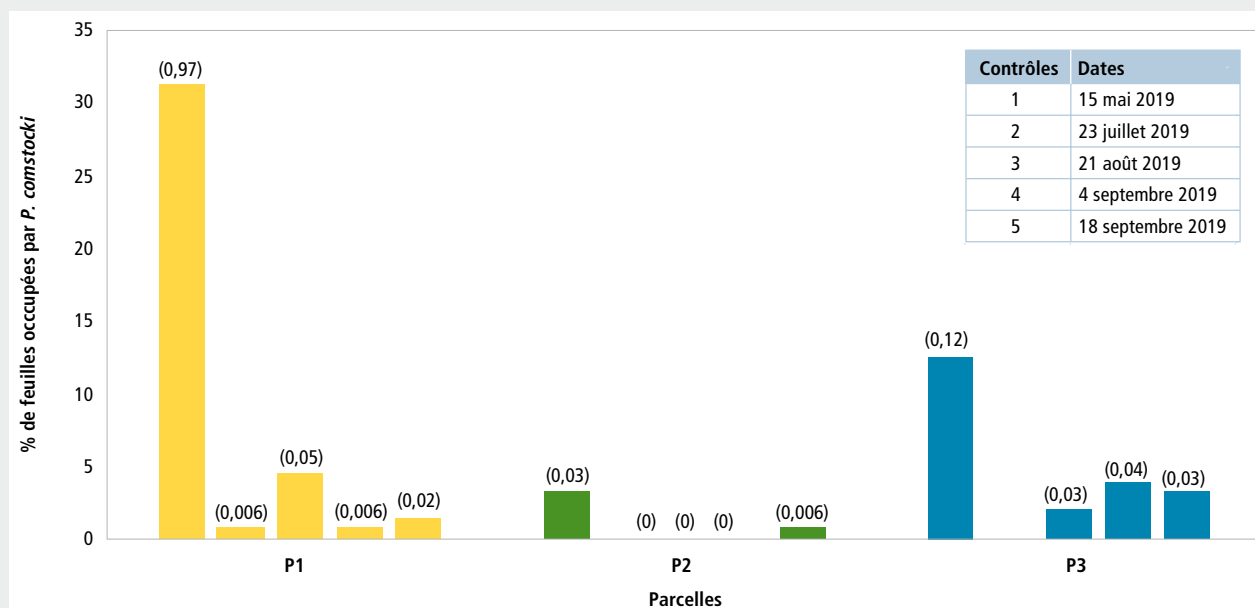


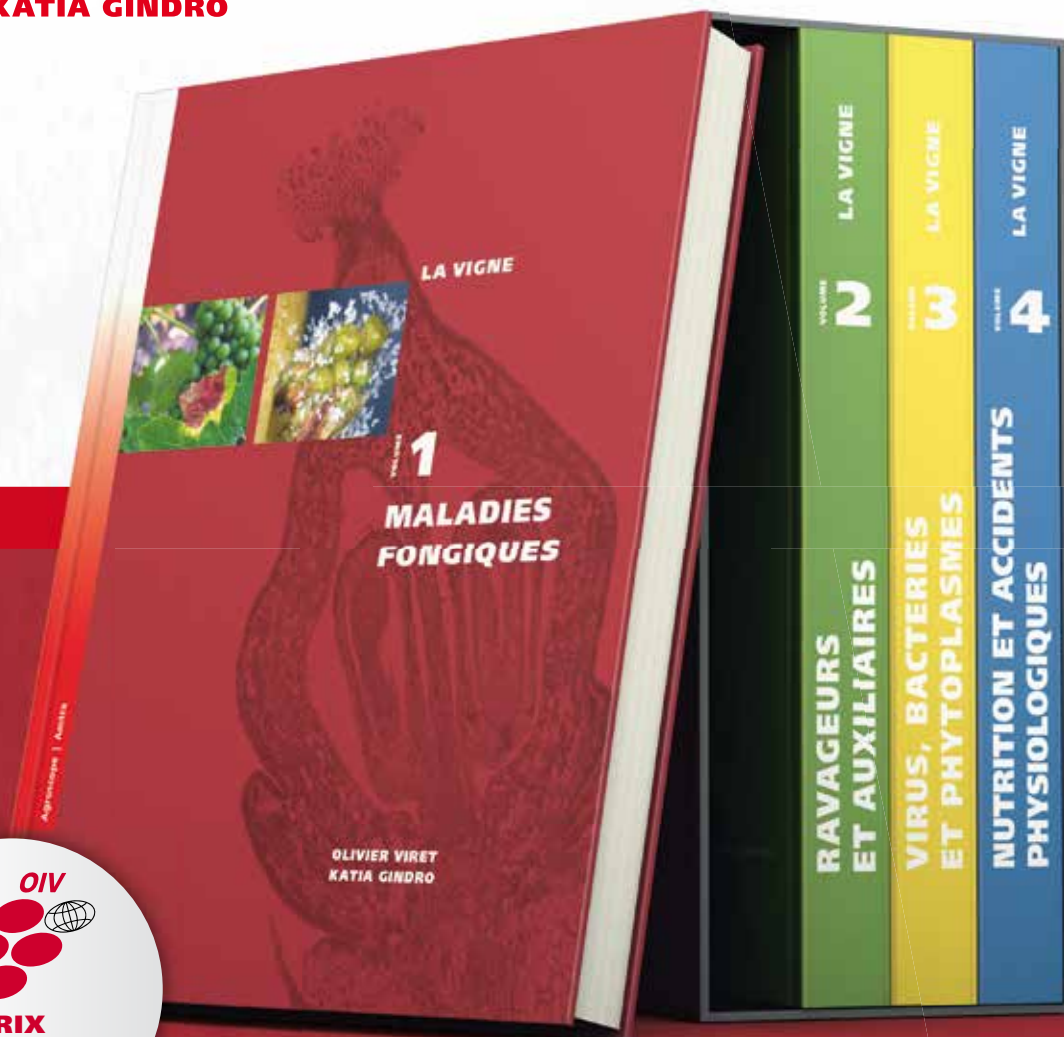
Figure 7 | Pourcentages d'occupation du feuillage par *P. comstocki* lors des divers contrôles (densités moyennes/feuille).

LA VIGNE

VOLUME **1**

MALADIES FONGIQUES

**OLIVIER VIRET
KATIA GINDRO**



ISBN 978-3-85928-097-7

PRIX

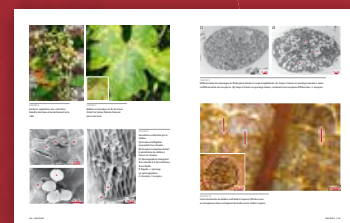
Prix CHF 70.– / dès 10 ex. CHF 67.– / Ecoles CHF 63.–

(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

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

Optisol

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

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

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

Seuls les sols en bon état produisent des rendements élevés

Contact/Infos: Tél. 058 571 81 35 | optisol@optisol.ch | www.optisol.ch

Le nouveau Nomacorc:
à base de canne à sucre.

NOMACORC
Select Green

Reserve

Low Carbon Footprint

Baldinger
1823

www.baldinger.biz
044 806 80 80

BON JOUR

Suivez votre ligne de vie, venez donner votre sang

TRANSFUSION INTERREGIONALE CRS
INTERREGIONALE BLUTSPENDE SRK

MAVIE
TON SANG

Numéro gratuit 0800 14 65 65 | itransfusion.ch

parenthese-NOV.ch

Cultiver les poires avec succès: trouver le porte-greffe adapté



Le cognassier a déjà fait ses preuves en culture de poiriers basse-tige. Toutefois, il s'agit d'être vigilant lors du choix du porte-greffe. Les cognassiers sont par exemple sensibles à la chlorose ferrique ainsi qu'au gel, et des problèmes d'affinité entre le porte-greffe et la variété peuvent apparaître. Pour cultiver les poires avec succès, le porte-greffe doit être adapté à la variété et au site.

Le cognassier a déjà fait ses preuves en culture de poiriers basse-tige. Toutefois, il s'agit d'être vigilant lors du choix du porte-greffe. Les cognassiers sont par exemple sensibles à la chlorose ferrique ainsi qu'au gel, et des problèmes d'affinité entre le porte-greffe et la variété peuvent apparaître. Pour cultiver les poires avec succès, le porte-greffe doit être adapté à la variété et au site.

Le greffage sur cognassier est pratiqué depuis longtemps en culture de poiriers basse-tige. Par rapport à la multiplication végétative ou par semis des poiriers, les cognassiers ont l'avantage de présenter une croissance plus faible, une entrée en production plus rapide ainsi qu'une meilleure qualité du fruit. En revanche, ils ont le désavantage d'être très sensibles au gel et peuvent être atteints par la chlorose ferrique. La chlorose ferrique peut apparaître sur les sols à pH élevé qui perturbent l'absorption du fer. De plus, des problèmes d'affinité entre le porte-greffe et certaines variétés

peuvent apparaître. Cette incompatibilité peut s'avérer néfaste pour la croissance, l'assimilation en nutriments et la productivité. Dans les cas extrêmes, elle peut conduire au dépérissement précoce de l'arbre. Une greffe intermédiaire (GI) avec une variété compatible permet de pallier les problèmes d'affinité. Le comportement d'une variété vis-à-vis du porte-greffe est fortement influencé par l'environnement et l'emplacement. Le porte-greffe doit donc être adapté tant à la variété qu'à l'emplacement. Les pépiniéristes proposent des cognassiers avec des caractéristiques différentes en ce qui concerne la vigueur, la compatibilité ainsi que la tolérance au gel et au calcaire. Lors de cet essai, des cognassiers aux exigences variables ont été testés en combinaison avec la variété Williams et son mutant Swiss Williams. La vigueur, le rendement, le calibre, la teneur en sucres et en acides ainsi que la fermeté ont été testés.

L'essai a débuté à l'automne 2012 sur la parcelle d'essai d'Agroscope à Wädenswil (ZH), à une altitude de 490m. Les précipitations annuelles sur ce site sont d'environ 1300mm. Pour cet essai, la variété Williams et son mutant Swiss Williams ont été testés sur les cognassiers BA29, A et Eline, avec et sans greffe intermédiaire avec Conférence. Les combinaisons des variétés et porte-greffes sont répertoriées dans le tableau 1. Dix arbres ont été plantés par combinaison. Les arbres ont été conduits en fuseau. La distance entre les lignes était de 4,5m et celle entre les arbres de 1,6m. La parcelle est recouverte d'un filet anti-grêle. La fertilisation et la protection phytosanitaire ont été effectuées selon les directives PER.

Tableau 1 | Combinaisons variétés – porte-greffes.

Porte-greffe	Greffe intermédiaire (GI)	Variété
BA29	aucune	Swiss Williams
BA29	Conférence	Swiss Williams
Cognassier Eline (CE)	aucune	Swiss Williams
Cognassier Eline (CE)	Conférence	Swiss Williams
Cognassier A (CA)	aucune	Swiss Williams
Cognassier A (CA)	Conférence	Swiss Williams
Cognassier A (CA)	aucune	Williams
Cognassier A (CA)	Conférence	Williams
Sauvage	Boveresse (CH)	Nature
Boveresse	Boveresse (CH)	Jardin privé

Une greffe intermédiaire pour une croissance optimale

Afin de déterminer la croissance, le diamètre du tronc a été mesuré 20 cm au-dessus du point de greffe. Il est corrélé au volume de l'arbre et permet ainsi d'extrapoler la vigueur. La figure 1 représente la section du tronc en pourcents par rapport à la référence Swiss Williams sur le porte-greffe BA29 sans GI (= 100%). La combinaison du test qui présentait la plus forte croissance était la variété Williams sur cognassier A avec GI. Elle a obtenu une valeur de section du tronc de 17% supérieure à la référence (Swiss Williams sur BA29 sans GI). La variété Swiss Williams sur le cognassier A et le cognassier Eline avec GI ont obtenu une croissance similaire à la référence. Sans greffe intermédiaire, Williams et Swiss Williams sur cognassier A et cognassier Eline présentaient une croissance nettement plus faible. Elles n'ont obtenu que la moitié de la section du tronc par rapport à la référence. Avec le porte-greffe vigoureux BA29, la greffe intermédiaire a obtenu le moindre effet, avec une augmentation de 16%. Aucun problème d'affinité n'a été détecté avec les combinaisons testées.

Plus de poires grâce à la greffe intermédiaire

Le rendement de toutes les combinaisons a été relevé chaque année. La figure 2 montre le rendement moyen cumulé par arbre de la 2^e (2014) à la 7^e feuille (2019). Des différences de rendement ont été observées entre les différentes combinaisons variétés – porte-greffes

ainsi qu'entre les variantes avec et sans GI. Parmi toutes les combinaisons testées, les arbres avec greffe intermédiaire ont donné les rendements cumulés les plus élevés. La combinaison la plus productive était Swiss Williams sur le porte-greffe cognassier Eline avec GI. Sur les six années mesurées, elle a produit 66 kg de fruits par arbre. Le rendement cumulé le plus élevé sans GI était celui de Swiss Williams sur cognassier Eline, avec seulement 49 kg par arbre. Le rendement le plus faible sur les six années a été obtenu par Williams sur cognassier A (32 kg par arbre). Les différences entre chaque variante étaient plus nettes les premières années. Les variantes Swiss Williams sur cognassier Eline et cognassier A avec GI ont par exemple obtenu les rendements les plus élevés durant les premières années. En revanche, sur les dernières années, les rendements annuels étaient assez similaires entre les différentes combinaisons, à l'exception de Williams sur cognassier A sans GI. Cette combinaison a présenté de faibles rendements annuels, même durant les dernières années.

Peu d'influence sur le calibre du fruit

Le calibre du fruit a été mesuré en 2016, en 2017 et en 2019. La figure 3 présente la moyenne calculée sur ces trois années. La greffe intermédiaire n'a presque pas eu d'effet sur le calibre du fruit. Selon le centre de production de fruits à pépins FUS/SWISSCOFEL, une poire Williams de calibre 60–75 mm est considéré de classe 1

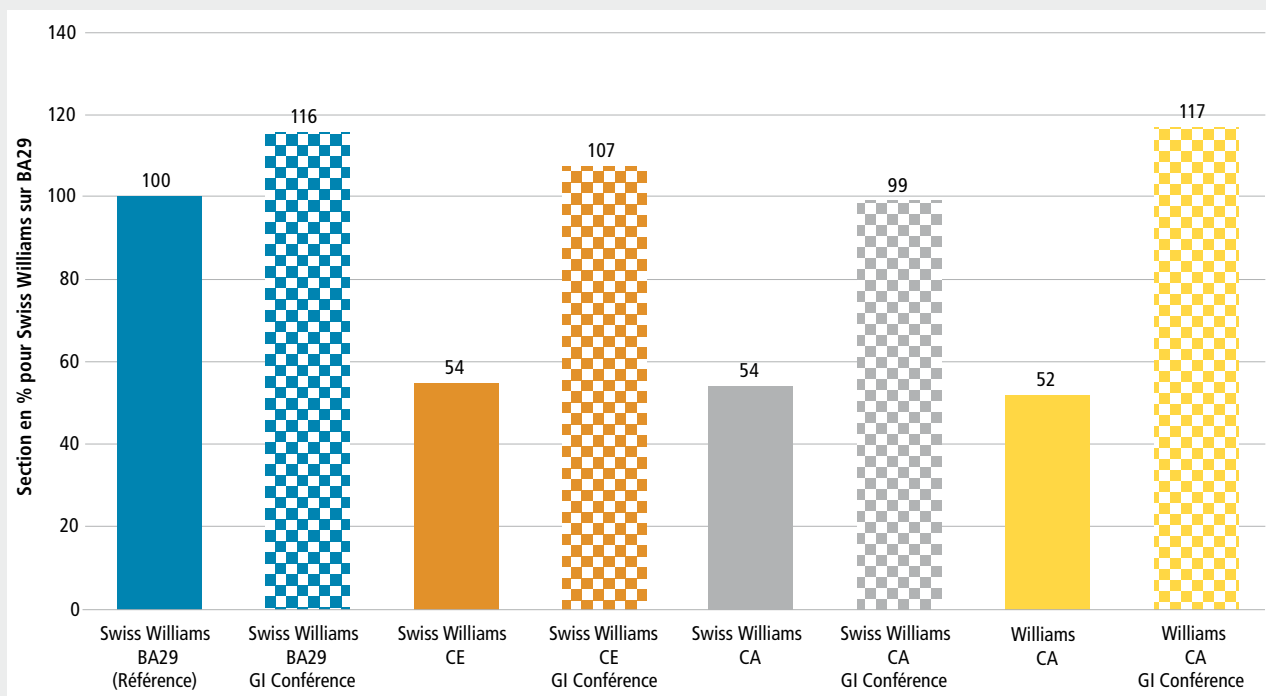


Figure 1 | La croissance des porte-greffes testés était diverse. Les combinaisons variétés – porte-greffes sont données en pourcents par rapport à Swiss Williams sur BA29 sans greffe intermédiaire (GI).

(parties jaune clair et foncé sur la figure 3). En comparant les combinaisons, il ressort que le pourcentage de fruits dans cette catégorie est plus faible pour

Williams sur cognassier A sans GI et Swiss Williams sur cognassier Eline avec et sans GI que pour Swiss Williams sur cognassier A et BA29 avec et sans GI, ainsi que pour

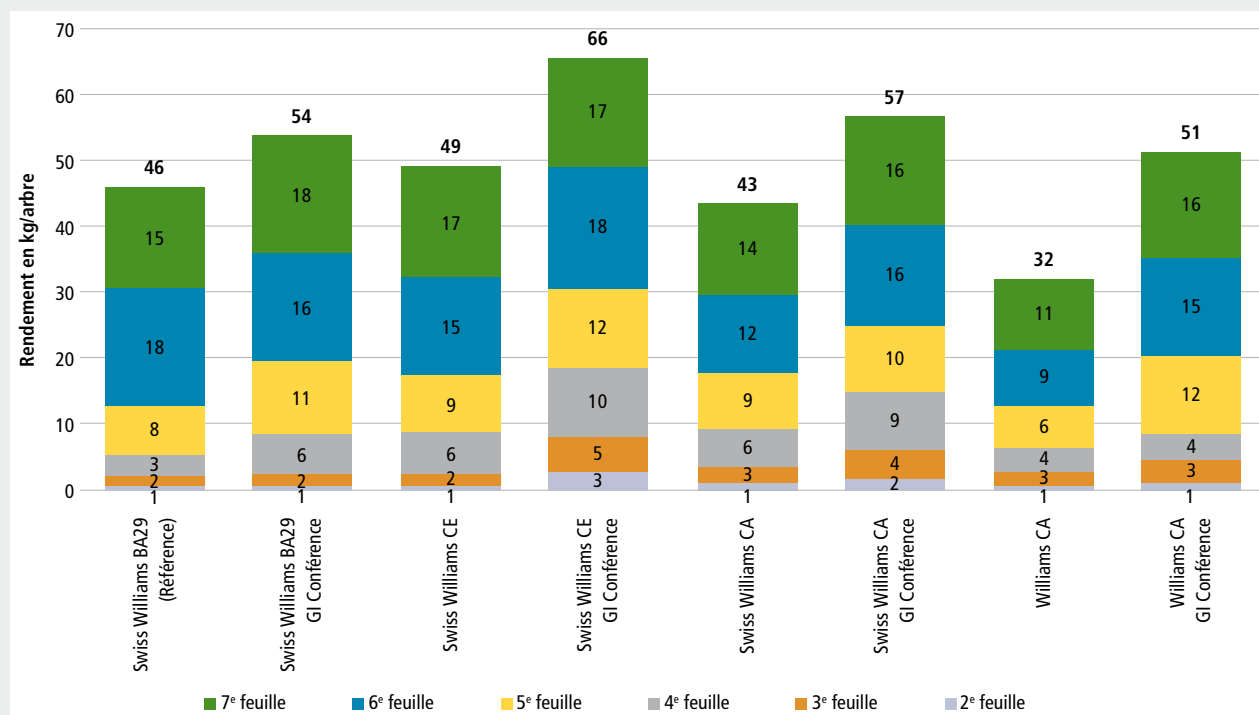


Figure 2 | Rendement cumulé en kilogrammes par arbre de la 2e à la 7e feuille.

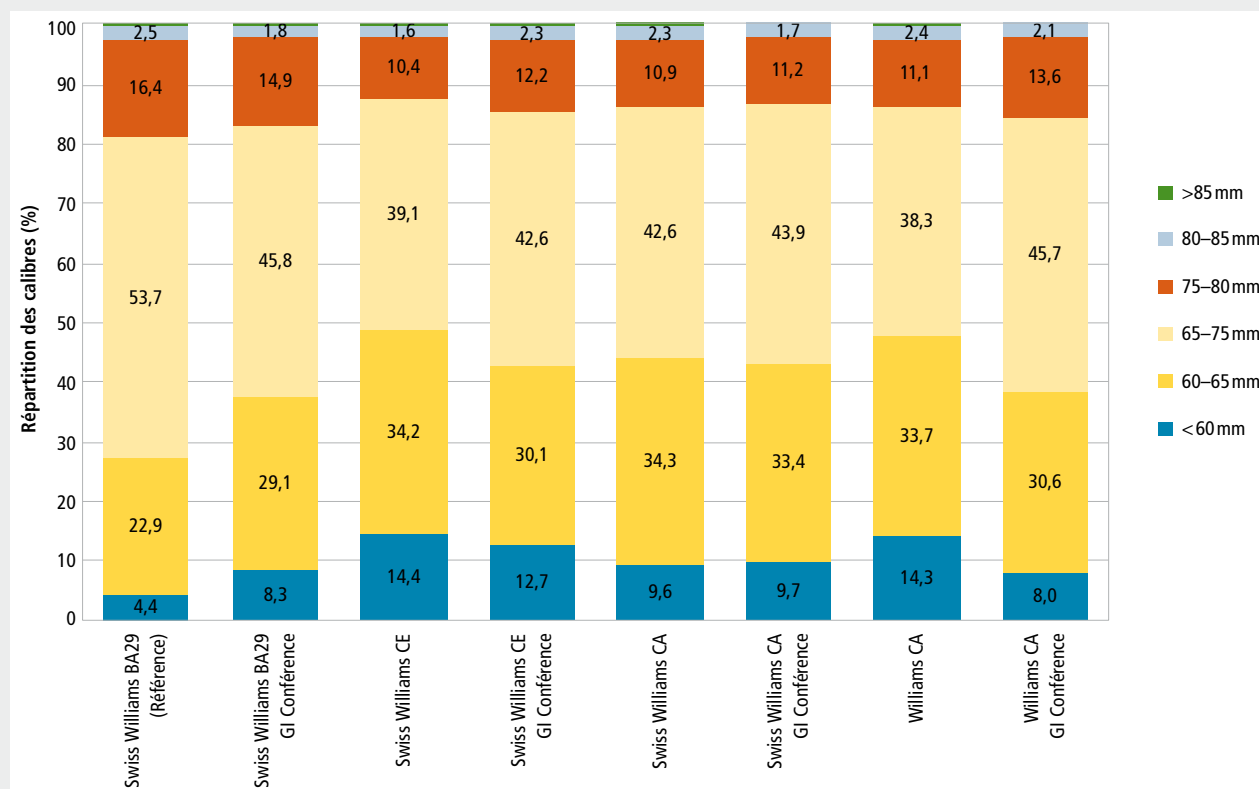


Figure 3 | Répartition des calibres du fruit. Moyenne des années 2016, 2017 et 2019. Les fruits d'un diamètre de 60-75 mm sont considérés comme de classe 1.

Williams sur cognassier A avec GI. Swiss Williams sur cognassier Eline avec et sans GI ainsi que Williams sur cognassier A sans GI avaient une tendance à produire un pourcentage légèrement plus élevé de fruits de faible calibre. La variété Swiss Williams sur porte-greffe BA29 a obtenu un pourcentage légèrement plus élevé de fruits trop gros. (tab. 2)

Pas d'influence sur la qualité du fruit

La teneur en sucres, l'acidité ainsi que la fermeté ont été mesurées en 2014 et 2015. Aucune différence significative entre les différentes variantes n'a été constatée en ce qui concerne la teneur en sucres et en acides du fruit. La fermeté n'a elle aussi présenté que peu de différences entre les combinaisons variétés – porte-greffes (fig. 4).

Cultiver les poires avec succès – pas seulement le choix d'un porte-greffe adapté

Avec les conditions à Wädenswil, les combinaisons Swiss Williams sur cognassier A et cognassier Eline ont bien fonctionné et aucun problème d'affinité n'a été relevé, même avec les variantes sans greffe intermédiaire. Les chloroses ferriques habituelles sur les cognassiers n'ont pas non plus été observées sur ce sol d'un pH de 6,7. La greffe intermédiaire avec Conférence a permis de renforcer la vigueur des variétés greffées sur cognassier A et Eline et d'atteindre celle du porte-greffe BA29 sans greffe intermédiaire (fig. 5). Comme attendu, la greffe intermédiaire a une plus forte influence sur les rendements des deux cognassiers A et Eline que sur le porte-greffe BA29. Ainsi, les rendements cumulés les plus élevés ont été atteints avec Swiss Williams sur cognassier Eline et cognassier A avec greffe intermédiaire. Le mutant Swiss Williams a montré une croissance similaire ainsi que des rendements cumulés plus élevés que la variété

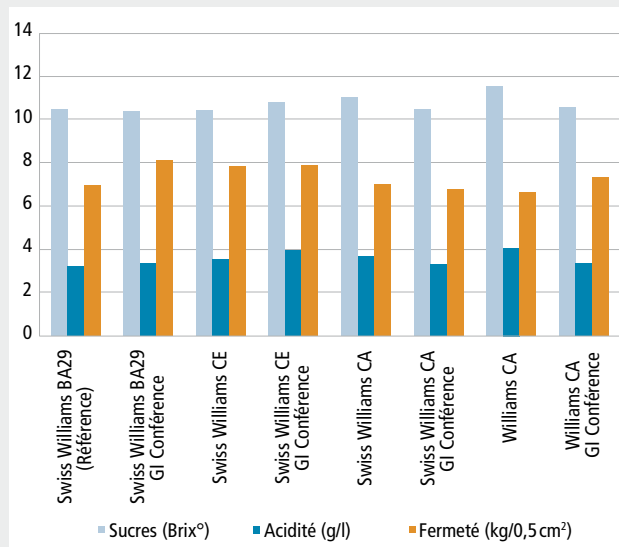


Figure 4 | Pas de différence significative pour la teneur en sucres, l'acidité ou la fermeté. Moyennes des sucres en °Brix, acides en g/l, fermeté en kg/0,5 cm², des années 2014 et 2015.



Figure 5 | Cognassier Eline sans (gauche) et avec greffe intermédiaire (droite) avec Conférence.

Tableau 2 | Résumé des résultats de l'essai sur les porte-greffes.

Variété – porte-greffe	Rendement cumulé (2014–2019 en [kg/ arbre])	Section du tronc (en [%] par rapport à Swiss Williams sur BA29)	Calibre ([%] 65–75 mm)	Teneur en sucres °Brix / Acidité g/l / Fermeté kg/0,5 cm²
Swiss Williams-BA29	46	100	77	10,5 / 3,2 / 7
Swiss Williams-BA29 – GI Conférence	54	116	75	10,3 / 3,4 / 8,1
Swiss Williams-cognassier Eline	49	54	73	10,4 / 3,5 / 7,8
Swiss Williams-cognassier Eline GI Conférence	66	107	73	10,8 / 3,9 / 7,8
Swiss Williams-cognassier A	43	54	77	11 / 3,6 / 7
Swiss Williams-cognassier A – GI Conférence	57	99	77	10,5 / 3,3 / 6,8
Williams-cognassier A	32	52	72	11,5 / 4,1 / 6,6
Williams-cognassier A – GI Conférence	51	117	76	10,6 / 3,3 / 7,3

Tableau 3 | Fiche descriptive des porte-greffes.

	BA29	Cognassier Eline	Cognassier A
Vigueur	Vigoureux, bon ancrage, tendance moyenne au drageonnement	Vigueur similaire à cognassier A, légèrement plus vigoureux que cognassier C	Vigueur moyenne, ancrage moyen, tendance au drageonnement
Sensibilité au gel	Sensible	Très résistant, supporte des températures jusqu'à -25°C	Sensible
Affinité	En général, bonne affinité	Bonne affinité avec beaucoup de variétés	Problèmes d'affinité sur certaines variétés
Qualité du fruit et rendement	Entrée en production faible, puis bons rendements	Entrée rapide en production, un peu de roussissure sur Conférence	Bonne nouaison, bons rendements, bon calibre et bonne qualité du fruit. Entrée rapide en production
Tolérance au calcaire	Bonne tolérance au calcaire (critique dès 6–7% de calcaire actif)	Pas de données	Sensible aux chloroses ferriques
Sensibilité aux maladies	Sensible au feu bactérien	Sensible au feu bactérien	Sensible au feu bactérien et aux viroses
Adéquation du site	Trop vigoureux pour les sols fertiles, bien adapté aux sols lourds	Inadapté aux sols lourds	Inadapté aux sols lourds

d'origine Williams sur cognassier A sans greffe intermédiaire. La greffe intermédiaire a effectivement contribué à une forte croissance de Williams, mais les rendements cumulés étaient toutefois plus faibles que ceux de son mutant. Les résultats démontrent que les porte-greffes et greffes intermédiaires peuvent provoquer de grandes différences de croissance et de rendement, surtout au début de la plantation. Ces différences s'atténuent par la suite (tab. 3).

La densité de plantation ainsi que la conduite de l'arbre doivent évidemment être adaptées au porte-greffe choisi. Un porte-greffe peu vigoureux comme cognassier Eline sans greffe intermédiaire devrait par exemple être cultivé avec une densité de plantation plus élevée que le porte-greffe vigoureux BA29. Pour les poires, il ne faut pas oublier que la formation des branches à fruits est fortement dépendante de la lumière. Afin d'éviter une trop forte croissance qui

pourrait nuire à l'ensoleillement, la taille et l'entretien des arbres doivent être adaptés. Et, finalement, il revient au producteur – en fonction de son expérience et de l'emplacement – de choisir des combinaisons variétés – porte-greffes adéquates et d'adapter le système de verger. ■

Les auteurs

Jules PETER et Sarah PERREN, Agroscope Wädenswil
E-mail: sarah.perren@agroscope.admin.ch

Bibliographie

- Unterlagen-Steckbrief (Source: P. Monney & S. Egger. Unterlagen im Birnenanbau. Hrsg. Agroscope, Conthey. 14 S. 2013.
- Weber H.J. Birnenunterlagen – keine M 9 in Sicht. DLR Rheinpfalz, 2004. www.dlr.rlp.de/Internet/global/themen.nsf/0/38292AAA3751F975C1256F56004B09BE?OpenDocument
- Klophaus L., Baab G. & Haaf S. Quittenunterlagen für Birnen – Vorstellungen von Unterlagen und Versuchsergebnissen aus Klein-Altendorf. *Obstbau* 3, 143–151, 2017.)

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.



Développement de stratégies durables pour lutter contre les mauvaises herbes en arboriculture fruitière

La lutte contre les mauvaises herbes est l'une des mesures culturales les plus importantes en arboriculture, car la présence d'adventices indésirables peut avoir un impact négatif sur l'arbre fruitier. Un projet Interreg, présenté ici, a permis d'étudier les effets des méthodes de lutte mécanique, chimique ou combinée contre les mauvaises herbes.

Premier épisode
de notre série
de quatre articles

Croissance des adventices, climat et faune du sol

Alors que l'agriculture biologique mise sur des méthodes mécaniques de lutte contre les mauvaises herbes, la production intégrée (PI) utilise généralement des herbicides. Dans le cadre des efforts visant à réduire l'utilisation de principes actifs chimiques de synthèse, les méthodes mécaniques prennent de plus en plus d'importance dans la PI. Les essais sur le terrain ont été réalisés sous la coordination de l'Université Weihenstephan-Triesdorf (D) à la station d'essais en arboriculture fruitière de Schlachters (D), à Bavendorf, au centre de compétence arboricole du lac de Constance (KOB/D) et sur le site d'Agroscope à Wädenswil (CH). De plus, la Communauté de marché des fruits du lac de Constance (D), la Coopérative fruitière du Wurtemberg (D) et la Chambre d'agriculture du Vorarlberg (A) ont participé au projet en tant que partenaires sur le terrain.

Effet des différentes stratégies sur la croissance des adventices

L'évaluation des mauvaises herbes sur les différents sites d'essai a permis de déterminer la fréquence des différentes espèces, le degré de couverture du sol en pourcentage et la hauteur de croissance moyenne ou maximale. L'article qui suit résume les résultats obtenus avec les différents outils et les différentes combinaisons de procédés pour les trois sites. Des descriptions détaillées des résultats seront publiées dans un guide. Toutefois, il ne sera pas encore possible de procéder à une évaluation finale des méthodes après trois ans d'essais. L'efficacité des différentes mesures dépend toujours des conditions locales, telles que les précipitations ou les propriétés du sol, de sorte qu'il est difficile de tirer de conclusion globale valable pour tous les sites.

Témoin non traité: Comme on pouvait s'y attendre, la variante sans lutte contre les mauvaises herbes pendant la période de végétation est celle où le degré de couverture du sol était le plus élevé et la hauteur de

croissance la plus importante. A Schlachters, la couverture constante du sol et le foisonnement de mauvaises herbes ont inhibé la croissance des arbres et causé des pertes massives dues aux campagnols. Chez Agroscope, en revanche, aucun effet négatif n'a été constaté jusqu'à présent dans la parcelle témoin sur l'ancienne parcelle en ce qui concerne l'infestation par les souris, la croissance des arbres ou la récolte des fruits. Les résultats ne sont pas encore disponibles pour la nouvelle parcelle récemment mise en place à Wädenswil.

Émotteuse seule (toute l'année): Même avec une forte pression d'infestation des mauvaises herbes, l'émotteuse a permis d'obtenir de bons résultats. La deuxième couronne de lames avec palpeur permet de bien gérer la zone située entre les arbres et d'obtenir une finition propre par rapport à la voie de passage. Cependant, la zone proche du tronc reste difficile à gérer lorsque les touffes d'adventices sont bien établies (fig. 1). Si le travail est fait uniquement avec l'émotteuse, il peut être nécessaire de retravailler la zone du tronc une fois par an avec une binette.

Éclaircisseuse à fils de nylon rotatif seule: Les longs fils permettent d'approcher le tronc de près, de sorte que dans toutes les variantes où le dispositif à fils a été utilisé, il n'a pas été nécessaire de repasser le pourtour du tronc à la binette. Dans la variante où l'éclaircisseuse est utilisée seule, la coupe superficielle des mauvaises herbes s'est traduite par une repousse rapide et l'établissement d'une couverture végétale intégrale. Dans les jeunes vergers et surtout si les arbres sont plantés de biais, l'impact des fils de l'éclaircisseuse peut causer des dommages au tronc.

Émotteuse et éclaircisseuse à fils de nylon rotatifs: Cette stratégie standard de l'agriculture biologique combine les avantages des deux méthodes et a donné, dans l'ensemble, de bons résultats tout au long de la période végétative. La compétition pour les nutriments et l'eau pendant la floraison a pu être supprimée grâce à l'utilisation de l'émotteuse.

Glyphosate et éclaircisseuse à fils de nylon rotatifs: A la floraison, une seule application de glyphosate suffit à éliminer la couverture du sol. Par la suite, le couvert

végétal ne se renferme qu'en été (fig. 2). Par rapport à la version de l'éclaircisseuse seule, le nombre de passages pour le désherbage a pu être réduit d'un ou deux.

Disque émotteur seul: L'utilisation des disques émotteurs seuls n'a pas permis de lutter de manière satisfaisante contre les mauvaises herbes. L'outil ne parvient pas à atteindre la zone située au milieu des rangées d'arbres ainsi que la zone du tronc, et les résultats obtenus dans la zone travaillée se sont avérés moins durables qu'avec les autres variantes. Même dans des conditions optimales, les mauvaises herbes ont repoussé plus rapidement qu'après le passage de l'émotteuse.

Disque émotteur et étoile bineuse: Pour obtenir de bons résultats avec la combinaison du disque émotteur et de l'étoile bineuse, il est important d'effectuer

les traitements au bon moment (hauteur de croissance des mauvaises herbes de 10cm maximum). En raison des passages fréquents avec la même combinaison d'outils, l'étoile bineuse a conduit à la formation d'une butte au milieu de la rangée d'arbres (fig. 3). Par conséquent, il n'a pas été possible de lutter correctement contre les mauvaises herbes lors des passages suivants.

Herbicide sans glyphosate: L'acide pélargonique en remplacement du glyphosate n'a pas donné un résultat suffisant. La rangée d'arbres était parfois totalement recouverte de mauvaises herbes d'une hauteur qui atteignait plus de 30cm. Il s'est également avéré que l'acide pélargonique était principalement efficace contre les espèces dicotylédones, en particulier au stade de jeunes pousses. Les espèces difficiles à



Figure 1 | a) Emotteuse: bons résultats et finitions propres par rapport à la voie de passage; b) le passage de l'émotteuse à lui seul ne permet pas de désherber correctement la zone proche du tronc lorsque les touffes d'adventices sont bien établies.



Figure 2 | Herbicide et éclaircisseuse à fils de nylon rotatifs: l'éclaircisseuse à fils de nylon rotatifs permet un degré de couverture permanent.



Figure 3 | Herbicide et disque émotteur et étoile bineuse: formation d'une butte due au passage de l'étoile bineuse dans la zone entre les arbres.



Figure 4 | a) L'acide pélargonique n'a aucun effet sur les mauvaises herbes de plus de 10 cm; b) Vorox (non autorisé en Suisse) et Natrel appliqués à la mi-avril, photo prise début juillet. (Photo: D. Hagel)



Figure 5 | L'effet du Grasskiller est limité à la largeur de travail de la machine. Un autre inconvénient de cette technique est qu'elle est peu efficace sur les mauvaises herbes proches du tronc et sur les rejets de souches.

contrôler comme l'égopode podagraire ou le pâturin annuel n'ont pas pu être suffisamment maîtrisées à l'aide de l'acide pélargonique (fig. 4a). Un effet plus durable n'a pu être obtenu qu'en combinaison avec d'autres substances actives et avec une application précoce (fig. 4b).

Herbicide avec glyphosate: Les variantes d'herbicides avec du glyphosate ont permis d'obtenir des rangées d'arbres presque sans mauvaises herbes. Il en va de même pour les variantes combinées émotteuse et glyphosate ainsi que glyphosate et disque émotteur/étoile bineuse.

Grasskiller: L'effet de l'appareil Grasskiller sur les mauvaises herbes était comparable à celui de l'émotteuse (fig. 5). Les degrés de couverture des deux variantes ont évolué de manière largement identique au cours de la période d'essai. Cependant, le passage du Grasskiller a entraîné une réduction de la surface de la rangée d'arbres exempte de mauvaises herbes de 110cm (émotteuse) à 90cm en moyenne. De plus, la proportion de touffes de mauvaises herbes au niveau du tronc était nettement plus élevée que dans la variante avec l'émotteuse. Les autres inconvénients de cette machine étaient la faible vitesse de progression (1,5 km/h) et la nécessité de rajouter plusieurs fois de l'eau par hectare.

Les applications d'herbicides ont abouti à une sélection importante des mauvaises herbes, ne laissant qu'un petit nombre d'espèces (principalement le pâturin annuel, le séneçon commun, le lamier rouge, le panic pied-de-coq, l'épilobe à feuilles étroites). En revanche, dans les parcelles travaillées de manière purement mécanique, le spectre de mauvaises herbes était beaucoup plus grand et comprenait plus de quinze espèces.

Répercussions sur le climat du sol (humidité, température du sol)

Pour mesurer l'humidité du sol, des systèmes de mesure permettant d'enregistrer la quantité de précipitations (capteurs de pluie), la tension d'humidité du sol (capteurs Watermark), la teneur en eau volumétrique (capteurs 10HS) et la température du sol ont été installés à Schlachters dans les différentes variantes. Les capteurs servant à mesurer la température du sol et la teneur en eau ont été enterrés à une profondeur de 20cm, ceux servant à mesurer la tension de succion à une profondeur de 20 et 35cm. Chez Agroscope et au KOB, la teneur en eau a été mesurée régulièrement à des profondeurs de 12 et 15 cm à l'aide d'un humidimètre portatif (TDR 350, Fieldscout).

Contrairement à la teneur en eau volumétrique, la tension de succion permet de mieux connaître la dispo-

nibilité de l'eau du sol pour les plantes. Plus la tension de succion mesurée est élevée, plus le sol est sec. Une concurrence entre les mauvaises herbes et les pommiers pour l'eau a pu être constatée sur les sites d'essai, en particulier par temps sec. Comme le montre la Figure 6 à partir de l'exemple de 2018, année marquée par de faibles précipitations, le sol de la variante témoin sans désherbage sur le site de Schlachters était nettement plus sec (tension de succion élevée) de début juin à fin août 2018 que celui des variantes avec désherbage, le maximum de la plage de mesure des capteurs ayant été atteint en août. Le sol des variantes traitées avec l'éclaircisseuse à fils de nylon rotatifs durant l'été était également plus sec en 2018 que les variantes traitées avec des dispositifs de binage ou des herbicides. Des résultats comparables ont également été obtenus au KOB et à Agroscope après utilisation de l'éclaircisseuse à fils de nylon rotatifs. Cela peut s'expliquer par le fait que, lors du passage de cet outil, les mauvaises herbes sont coupées en surface mais ne sont pas déracinées. Le degré de couverture permanent, bien que faible, des rangées d'arbres semble favoriser l'évaporation de l'eau du sol ou le prélèvement de certaines quantités d'eau dans le sol absorbée par les mauvaises herbes en croissance. Les variantes (ou combinaisons)

incluant un travail du sol ainsi que la variante herbicide avec des rangées d'arbres «nues» affichaient une humidité du sol supérieure. Le traitement avec l'émotteuse pendant les mois d'été a notamment permis de réduire l'évaporation de l'eau du sol grâce au binage régulier.

La pertinence de la sécheresse mesurée pour les arbres fruitiers dépend des conditions du site et du régime climatique annuel. A Schlachters et Wädenswil, aucune différence significative n'a été observée entre les variantes avec l'éclaircisseuse à fils de nylon rotatifs et les autres stratégies pour l'année 2019, marquée par d'importantes précipitations. Au KOB, en revanche, le sol des variantes avec l'éclaircisseuse à fils de nylon rotatifs était plus sec que celui des autres variantes, quelle que soit l'année. Visuellement, cependant, aucun phénomène de flétrissement, par exemple des feuilles tombantes, n'a pu être observé sur les trois sites.

Les mesures de la température du sol affichaient des valeurs plus faibles dans la parcelle témoin non traitée en raison de la couverture du sol que dans les autres variantes. Ainsi, au cours des mois de juin et juillet 2019, on a relevé une différence de 3°C en moyenne mensuelle entre la variante témoin et la variante «émotteuse au printemps et à l'automne et

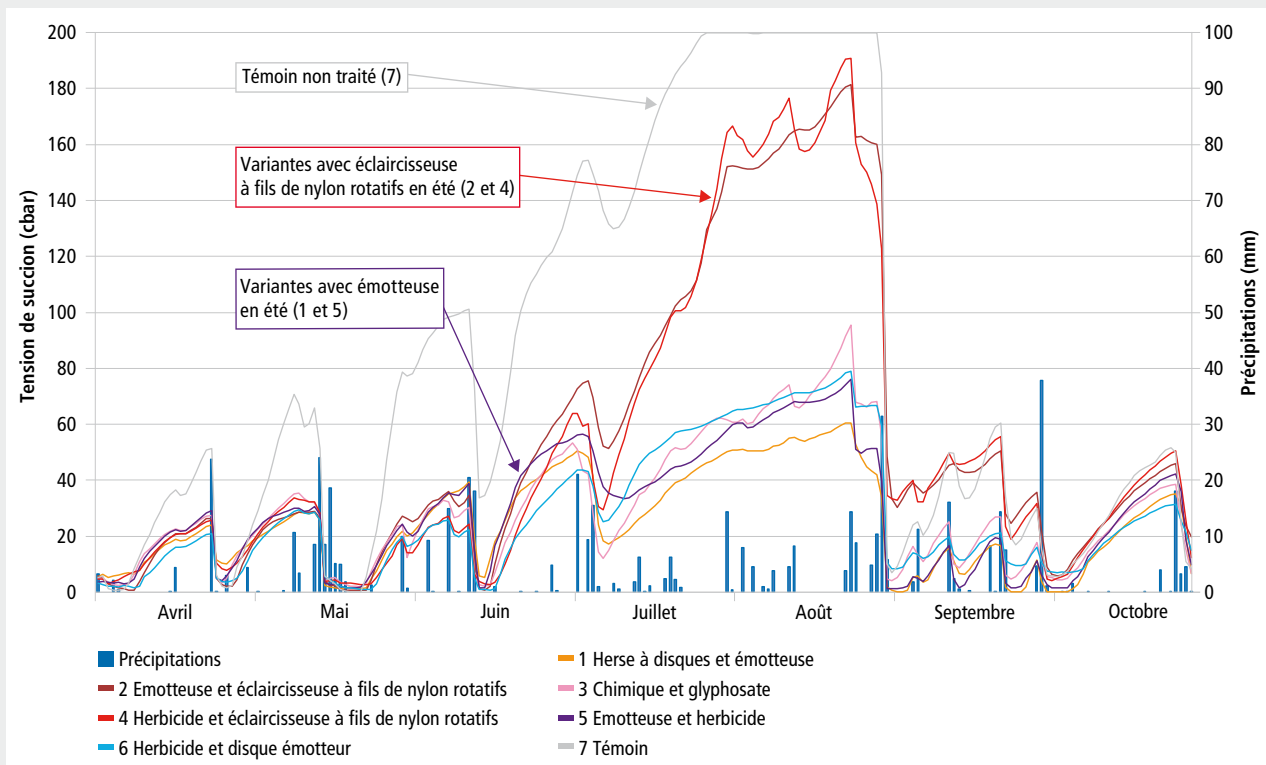


Figure 6 | Tracé des courbes de tension de l'eau (cbar) à une profondeur de 20 cm d'avril à octobre 2018 sur un jeune verger de la variété Jonagold sur le site de Schlachters.

herbicide en été» à une profondeur du sol de 20 cm. Même si les autres variantes présentent des résultats similaires, on a constaté que moins une rangée d'arbres était recouverte de végétation (par exemple grâce au travail du sol ou à l'application d'un herbicide), plus la température du sol était élevée. L'aspect d'un éventuel impact sur la croissance et le rendement des arbres, par exemple via une influence exercée sur la minéralisation dans le sol, sera examiné plus en détail dans la *Revue suisse Viticulture, Arboriculture, Horticulture* 02-2021.

Répercussions sur la pédofaune

Les effets de la lutte contre les mauvaises herbes sur la vie du sol ont été évalués en étudiant la décomposition de la matière organique résultant de l'activité microbienne du sol. La méthode utilisée est celle des sachets de thé selon Keuskamp (2013) (Tea Bag Index), qui consiste à enfouir dans le sol des sachets de thé séchés et pesés à une profondeur de 20 cm. Après un laps de temps défini, les sachets sont déterrés et pesés à nouveau. La quantité de thé décomposé permet de tirer des conclusions sur l'activité des micro-organismes. Bien qu'une décomposition significative de la matière organique (70–90%) ait été observée sur tous les sites, aucune différence n'a été constatée entre les variantes. Il n'a pas été possible de déterminer si la méthode choisie était trop imprécise pour cette problématique ou si les procédés employés n'avaient pas d'influence sur la vie microbienne du sol. Afin d'évaluer les répercussions des différentes méthodes de lutte contre les mauvaises herbes sur la vie du sol, il est nécessaire d'examiner de plus près un spectre plus large de la faune du sol, par exemple les insectes qui nichent au sol dans la rangées d'arbres.

Répercussions sur l'apparition de ravageurs et de maladies

Il est difficile de déterminer quantitativement l'infestation par les campagnols dans le cadre des essais. Cependant, ces derniers ont confirmé que les pertes d'arbres dues aux dégâts causés par les campagnols pouvaient augmenter si les rangées d'arbres étaient envahies par les adventices. Ainsi, sur le site de Schlachters, il a fallu abattre plus d'arbres à cause des dégâts causés par les campagnols sur la parcelle témoin que dans les autres variantes. A Wädenswil, en revanche, aucune perte d'arbres n'a été enregistrée dans le verger de pommiers Gala, en plein rendement et dans lequel le nombre de campagnols était limité. Les évaluations de la nouvelle parcelle sont encore en cours. Une augmentation des autres ravageurs et

maladies n'a pu être observée sur aucun des trois sites, ni attribuée directement aux variantes avec herbicides ou désherbage mécanique.

La deuxième partie de la série traitera de l'influence des variantes d'essai sur la croissance des arbres, la disponibilité des nutriments, notamment de l'azote, et la biomasse microbienne dans le sol (*Revue suisse Viticulture, Arboriculture, Horticulture* 02-2021). La troisième partie décrira les effets sur le rendement et le stockage (*Revue suisse Viticulture, Arboriculture, Horticulture* 03-2021). Enfin, la quatrième partie portera sur les coûts de la lutte contre les mauvaises herbes (*Revue suisse Viticulture, Arboriculture, Horticulture* 04-2021). ■

Les auteurs

Johannes WERTH¹ et Thomas KUSTER²

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

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

En collaboration avec

Dominikus KITTEMANN et Michael BECK, Université Weihenstephan-Triesdorf (HSWT), Allemagne

Esther BRAVIN, Agroscope, Suisse

Sascha BUCHLEITHER, Michael ZOTH et Christian SCHEER, Centre de compétence arboricole du lac de Constance, KOB, Bavendorf, Allemagne

Bibliographie

- Keuskamp J. A., Dingemans B.J.J., Lehtinen T. *et al.* Tea Bag Index: a novel approach to collect uniform decomposition data across ecosystems. *Methods in Ecology and Evolution*, 2013.



Plants Bio



BIO SUISSSE
CH-BIO-006
Preneur de licence
Bourgeon

- Hybridation
- Sélection
- Développement

Pépinières

BORIOLI

pour une viticulture durable

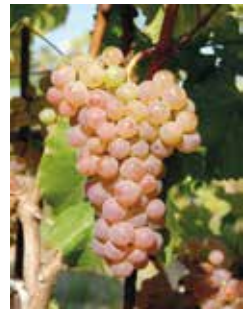
Réservez maintenant vos plants pour 2022 !

- Cépages classiques
- Variétés résistantes
- Plants hautes tiges

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



Sauvignac®
nouveau cépage
multi-résistant



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

GIGANDET SA

Votre spécialiste
BUCHER
vaslin

VENTE - SERVICE - RÉPARATION - RÉVISION

Notre expérience dans vos projets sur mesure

Réception vendange



Pressoir



Filtre tangentiel



Oenopompe®



ADRESSES GÉNÉRALES

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

POUR NOUS CONTACTER

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

POUR PLUS D'INFORMATION

www.gigandetsa.ch

Faban[®]

Dithianon et pyrimethanil,
enfin votre formule innovante



 **BASF**

We create chemistry

- Protection efficace sur feuilles et fruits
- Dès le débourrement jusqu'à la fin de la floraison – Peu dépendant de la température
- Très résistant au lessivage

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

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