REVUE SUISSE DE

VITICULTURE ARBORICULTURE HORTICULTURE

SEPTEMBRE–OCTOBRE 2016 | VOL. 48 | N° 5

Agroscope | Agora | Agridea | AMTRA | CHANGINS

Arboriculture Filière abricot en Valais: importance des variétés Page 284

Viticulture Cent ans de recherche viticole au Centre du Caudoz Page 294

Viticulture Nouveau mélange pour l'enherbement viticole en région lémanique Page 322

Nouveau Bucher XPlus ICS
Des innovations au service de l'efficacité !

Bucher ICS - la console tactile couleur 12" permet d'accéder facilement aux informations en provenance du pressoir et de gérer simplement vos opérations de pressurage et de maintenance.

Les drains pivotants électropolis simplifient le nettoyage du pressoir et assurent une hygiène optimisée.

Le châssis 100 % acier inoxydable offre une meilleure résistance dans le temps.

Nos concessionnaires agréés :

Gigandet SA
1853 Yvorne
Tél. 024/466 13 83

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

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

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

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

BUCHER
vaslin

www.buchervaslin.com
Votre réussite est notre priorité

Photographie de couverture:
Les luzernes basses (ici *Medicago minima*) font partie des espèces intéressantes pour l'enherbement des cultures spéciales. Delabays *et al.* (lire l'article en p. 322) proposent un mélange à semer avec une composition botanique bien adaptée aux conditions du bassin lémanique.
(Photo Carole Parodi, Agroscope)

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

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

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

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

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

Prépresse
Inédit Publications SA, 1001 Lausanne

Impression
Courvoisier-Attinger Arts Graphiques SA

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

Tarifs des abonnements

	Simple	Combiné	Tout compris
	Imprimé / En ligne / App	Imprimé + En ligne Imprimé + App	Imprimé + En ligne + App
Suisse	CHF 50.–	CHF 60.–	CHF 60.–
Etranger	CHF 57.–	CHF 67.–	CHF 67.–

Abonnements et commandes
AMTRA, Antoinette Dumartheray
CP 1006, 1260 Nyon 1, Suisse
Tél. +41 79 659 48 31, fax +41 22 362 13 25
E-mail: info@revuevitiarbohorti.ch
ou www.revuevitiarbohorti.ch

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

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

Sommaire

Septembre – Octobre 2016 | Vol. 48 | N° 5

281 Editorial

Arboriculture
284 Filière abricot en Valais: importance des caractéristiques variétales pour la viabilité des exploitations
Benjamin Rohrer, Danilo Christen et Dominique Barjolle

Viticulture
294 Cent ans de recherche viticole au Centre du Caudoz à Pully (VD)
Olivier Viret, Jean-Laurent Spring, Vivian Zufferey, Thibaut Verdenal, Johannes Rösti, Fabrice Lorenzini, François Murisier et Jean-Louis Simon

304 Amélioration de la qualité des raisins rouges par passerillage sur souche: essais sur Carminoir au Tessin
Vivian Zufferey, Mirto Ferretti, Roberto Rigoni, François Murisier, Johannes Rösti, Fabrice Lorenzini, Ágnes Dienes-Nagy, Sandrine Belcher, Carole Koestel, Thibaut Verdenal, Jean-Laurent Spring et Olivier Viret

312 Complémentation foliaire azotée du cépage *Vitis vinifera* Gamaret dans le canton de Vaud
Thibaut Verdenal, Vivian Zufferey, Jean-Laurent Spring, Johannes Rösti, Ágnès Dienes-Nagy, Fabrice Lorenzini, Jean-Luc Wolfender, Jorge Spangenberg, Stéphane Burgos, Katia Gindro et Olivier Viret

322 Comparaison de six mélanges pour l'enherbement viticole dans l'arc lémanique
Nicolas Delabays, Gaël Pétremand et Dominique Fleury

Actualités
330 Azote assimilable des moûts: de quoi parle-t-on?
Fabrice Lorenzini et Ágnes Dienes-Nagy

332 Drosophile du cerisier: stratégies, infestations et dégâts sur fruits à noyau – Résultats du sondage national en ligne de 2015
Esther Bravin, Felix Gremminger, Reinhard Eder, Dominique Mazzi et Stefan Kuske

337 Portrait

338 La page de CHANGINS

Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

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

agridea DÉVELOPPEMENT DE L'AGRICULTURE ET DE L'ESPACE RURAL

CHANGINS

AgoRA Association des Groupements et Organisations Romands de l'Agriculture

VOLUME **2**

RAVAGEURS ET AUXILIAIRES

CHRISTIAN LINDER
PATRIK KEHRLI
OLIVIER VIRET

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

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

Acarien rouge

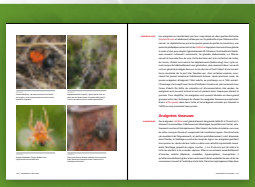
Panonychus ulmi (Koch)

INTRODUCTION Considéré au début du 20e siècle comme un hôte occasionnel des vignobles, *Panonychus ulmi* est reconnu dès les années 1950 comme un ravageur principal de la vigne. Il est largement admis que ce changement de statut est d'origine anthropique. Ainsi, le développement de l'usage d'insecticides à large spectre (produits chlorés, esters phosphoriques…) a entraîné la disparition de ses prédateurs naturels, et plus particulièrement des acariens typhlodromes grands consommateurs d'acariens rouges. L'essor de *P. ulmi* semble également avoir été stimulé par des changements qualitatifs dans son alimentation, engendrés notamment par des excès d'engrais azotés. Malgré le développement de nombreuses matières actives à action acaricide, les pullulations cycliques et souvent imprévisibles d'acariens rouges rapidement résistants ont été à l'origine de dégâts considérables dans les vignobles septentrionaux. Affectant notamment la photosynthèse et la teneur en sucres des moûts, cette espèce a ainsi longtemps figuré, avec les vers de la grappe, parmi les arthropodes les plus dommageables à la culture de la vigne. Cependant, avec la mise en pratique des concepts de lutte et de production intégrée, les pullulations de *P. ulmi* sont devenues beaucoup plus rares ces dernières années. Ainsi, le développement et l'usage de produits et techniques respectant les prédateurs a permis le retour des typhlodromes qui assurent à eux seuls le contrôle du ravageur dans les vignes. Ce bel exemple de lutte biologique et dépendant tributaire d'une vigilance permanente, car même si l'acarien rouge est redevenu un hôte discret des vignobles, il a démontré, dans un passé proche, tout son potentiel de nuisibilité.

LA VIGNE – Volume 2 – RAVAGEURS ET AUXILIAIRES
Christian Linder, Patrik Kehrli et Olivier Viret – 394 pages, ISBN 978-3-85928-099-1
CHF 79.– / dès 10 ex. CHF 72.– / Ecoles CHF 69.– (TVA incluse, frais de port non compris)

COMMANDE:
www.revuevitiarbohorti.ch ou info@revuevitiarbohorti.ch, tél. +41 79 659 48 31
AMTRA, route de Duillier 50, case postale 1006, 1260 Nyon 1, Suisse

Vers de la grappe



LA VIGNE

La collection La Vigne offre un panorama passionnant et très documenté des connaissances actuelles en matière de protection du vignoble. Elle se composera à terme de quatre volumes magnifiquement illustrés, qui détaillent chacun dans un langage clair les causes, les symptômes et les mesures à prendre contre les différents problèmes sanitaires de la vigne.

VOLUME **1**

MALADIES FONGIQUES

OLIVIER VIRET
KATIA GINDRO

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.

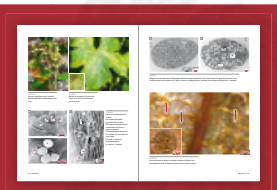
Cet ouvrage de référence fait le tour de toutes les maladies rencontrées aujourd'hui dans le vignoble, à l'aide de planches illustrées originales.

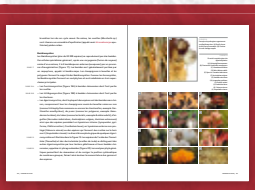
Mildiou

Plasmopara viticola (Berk. & Curt.) Berl. & de Toni

Syn.: Peronospora viticola

INTRODUCTION Le mildiou de la vigne a été importé en 1878 des Etats-Unis dans le sud de la France, d'où la maladie s'est très vite répandue dans toutes les régions viticoles d'Europe. A la fin du 19e siècle, le mildiou a été la cause, avec l'oïdium et le phylloxéra, d'importantes diminutions des surfaces viticoles. Cette redoutable maladie est présente dans tous les pays viticoles du monde. Dans les régions à climat tempéré et humide, elle peut provoquer d'importants dégâts économiques, sur le plan quantitatif et qualitatif. L'infection des grappes peut en effet réduire sensiblement le rendement et la défoliation précoce, si elle est importante, altère le processus de maturation. Toutes les variétés de vignes européennes du genre *Vitis vinifera* sont sensibles au mildiou. Certaines espèces américaines ou asiatiques, telles que *Vitis labrusca*, dont il existe des variétés sélectionnées après hybridation avec *V. vinifera*, sont particulièrement résistantes au mildiou.





VOLUME 1 MALADIES FONGIQUES
VOLUME 2 RAVAGEURS ET AUXILIAIRES
VOLUME 3 VIRUS, BACTÉRIES ET PHYTOPLASMES
VOLUME 4 PHYSIOLOGIE ET NUTRITION

Agroscope | Amtra

Interactions génotype – environnement – gestion

Au cœur des défis de la filière abricots

Danilo Christen
danilo.christen@agroscope.admin.ch

(R)évolution variétale

L'évolution de l'assortiment variétal est généralement très lente en cultures pérennes. La seule à avoir failli à cette règle est la production d'abricots, qui s'est totalement transformée en vingt ans. Le Luizet représentait en 1995 le 100 % de la production valaisanne; aujourd'hui, ses surfaces atteignent moins de 25 % et une quarantaine de variétés forment l'assortiment actuel. Au niveau organisationnel et économique, les avantages de ce changement sont indéniables pour la filière, avec un étalement de la maturité, une diversité visuelle et gustative des fruits ou encore une meilleure résistance aux manipulations et au transport. De plus, ces nouveautés apportent des caractéristiques variétales particulières, qui ont un impact direct sur la rentabilité de la production d'abricots et dont l'importance a été modélisée (lire l'article de Rohrer *et al.* en p. 284).

Problèmes phytosanitaires persistants

Malgré ce renouvellement, l'abricot reste un fruit sensible aux aléas climatiques, aux maladies et aux ravageurs, qui mettent en péril la pérennité de sa production. Aucune lutte directe n'est possible contre le phytoplasme de l'enroulement chlorotique de l'abricotier (ESFY) ou contre la bactériose *(Pseudomonas)* et les mesures prophylactiques préconisées sont souvent insuffisantes. La situation n'est guère meilleure avec la moniliose sur fleur: seuls les produits de synthèse sont efficaces et aucun produit naturel n'en vient à bout, rendant ainsi la production biologique d'abricots trop aléatoire pour pouvoir en vivre. Et comme si cela ne suffisait pas, *Drosophila suzukii* s'est attaquée elle aussi aux abricots en 2016.

Collaborations autour de la moniliose

En l'absence de lutte directe contre ces maladies et ravageurs, la recherche doit gérer ces problématiques de façon plus intégrée et plus globale. Dans ce but, les collaborations ont été intensifiées sur le plan national et international, notamment avec les chercheurs du FiBL et de l'INRA d'Avignon dans le cadre du projet de l'OFAG «Produire des abricots biologiques». Pour atteindre les objectifs ambitieux de ce projet et résoudre de façon durable le problème de la moniliose sur fleur, des solutions techniques seront évaluées à court terme et, à long terme, une approche génétique permettra de mieux connaître les mécanismes de résistance à cette maladie.

G x E x M, paramètres de la recherche de demain

Par le biais de la création variétale, le génotype pourra participer de manière déterminante à la gestion durable des problèmes phytosanitaires. Les solutions culturales et préventives compléteront la génétique pour mieux maîtriser l'influence de l'environnement et de la gestion des cultures. Dans un futur proche, la recherche devra donc adopter une approche qui englobe génotype, environnement et management (G x E x M) et en étudier les interactions, pour pouvoir relever des défis insolubles jusqu'à présent.

BIO3G
L'AGRONOME

– 20% D'AZOTE POUR PLUS DE RÉSULTATS TECHNICO-ÉCONOMIQUES ET ÉCOLOGIQUES !

ECN® est un programme complet dont les objectifs sont de réduire l'utilisation d'engrais azotés sur les cultures et d'améliorer la rentabilité agro-économique des exploitations agricoles. Aujourd'hui, BIO3G se positionne directement sur le marché de l'azote avec sa plus-value biotechnologique en proposant un programme pour les sols, unique en son genre. À la clé, écologie et économie vont de pair.

1 - **Une application...** Eco Nitrate®, utilisé en début de cycle de culture agit sur la biomasse. Elle permet une croissance plus importante de la culture, la réduction de 20 % des apports d'engrais azotés et l'amélioration de la rentabilité agronomique des cultures.

2 - **Un rappel...** Supra Nitrate® : sécurise et décuple les effets d'Eco Nitrate® pour optimiser le rendement et la qualité des récoltes.

Rejoignez-nous !

BIO3G Suisse : Grand Rue 49 - CH-2607 Cortébert
Tél : (+41) 032 489 33 33 - bureau.suisse@bio3g.fr
www.bio3g.ch - www.alternazote.com

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

Tracteur Loeffel Viti Plus avec broyeur Dragone

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

LOEFFEL
MACHINES VITICOLES

www.loeffel-fils.com
contact@loeffel-fils.com

Chemin des Conrardes 13
CH-2017 Boudry

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

Martin Auer Rebschulen
Pépinières Viticoles

Lisiloostrasse, 8215 Hallau / SH
E-mail: auer@rebschulen.ch
www.rebschulen.ch
Tél. 052 681 26 27 / Fax 052 681 45 63

SUISSE GARANTIE

Assortiment complet:
Cépages de cuve et de table.

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

Réservez dès maintenant vos plants de vigne pour 2017 et 2018.

Le livre
Cépages
Principales variétés de vigne cultivées en Suisse

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

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

Réservez dès aujourd'hui votre livre Cépages:
AMTRA, Antoinette Dumartheray, route de Duillier 50, 1260 Nyon 1
Tél. +41 79 659 48 31 www.revuevitiarbohorti.ch

Messe Stuttgart
Au centre du marché

Votre travail mérite le meilleur de la technique !

Innovations et nouveautés au salon
INTERVITIS INTERFRUCTA HORTITECHNICA

INTERVITIS
INTERFRUCTA
HORTITECHNICA
Techniques pour le vin, les jus et les cultures spéciales
27 – 30 novembre 2016 | Messe Stuttgart, Allemagne

www.ivifho.de

Filière abricot en Valais: importance des caractéristiques variétales pour la viabilité des exploitations

Benjamin ROHRER[1], Danilo CHRISTEN[1] et Dominique BARJOLLE[2]
[1]Agroscope, 1964 Conthey
[2]Service de l'agriculture et de la viticulture (SAVI), 1110 Morges
Renseignements: Danilo Christen, e-mail: danilo.christen@agroscope.admin.ch, tél. +41 58 481 35 14, www.agroscope.ch

Production d'abricots, la variété est un facteur essentiel du succès économique des entreprises (photo Gérard Devènes, Agroscope).

Introduction

Le prix à la production détermine la viabilité des exploitations productrices d'abricots (Rohrer *et al.* 2016). En revanche, les producteurs n'ont aucune marche de manœuvre par rapport à ce prix, car celui-ci obéit à des facteurs externes liés au marché. Afin d'être plus résilients face à ces influences externes, les producteurs doivent innover pour rester compétitifs. De leur côté, les pouvoirs publics ont soutenu le renouvellement du verger et les volumes produits ont augmenté avec l'apparition de nouvelles variétés qui ont permis un fort développement de la filière ces dernières années. En 1990, seule la variété Luizet était produite alors que le verger valaisan compte aujourd'hui plus de 20 variétés importantes réparties sur près de 700 hectares (IFELV 2016).

Chacune de ces variétés possède des singularités qui satisfont de façon différenciée les acteurs de la branche. Les variétés doivent offrir un équilibre entre de bons comportements pré-récolte qui satisfont les producteurs et de bons comportements post-récolte

qui satisfont les commerces et les consommateurs. Lors du renouvellement d'une parcelle, le producteur s'appuie sur les informations variétales disponibles pour arrêter son choix. Bien que les caractéristiques agronomiques des variétés soient définies de façon objective et régulièrement actualisées (Christen et Rossier 2016), leur effet réel sur la rentabilité finale n'est pas connu.

Le but de cette étude est premièrement de définir quelles sont les caractéristiques variétales importantes pour la rentabilité économique des cultures et de quantifier leurs effets, et deuxièmement de déterminer les caractéristiques des 5 variétés principales en Valais et de valider le modèle élaboré en estimant leur rentabilité.

Matériel et méthodes

Base méthodologique pour la modélisation

La marge nette (profit ou perte) permettant de définir la rentabilité d'un hectare d'une variété d'abricot a été calculée sur la base de l'équation 1:

Profit / perte [CHF/ha] = rendement [kg/ha]
x prix [CHF/kg] + subventions [CHF/ha]
– coûts de production totaux [CHF/ha]

Le rendement est défini par le nombre de kilos de récolte pour chaque catégorie de calibres. Celui-ci est multiplié par le prix payé au producteur correspondant à chaque catégorie. Le rendement multiplié par le prix est défini par le rendement brut. Les paiements directs alloués se montent à CHF 1300.– pour un hectare de verger en plaine. Les coûts de production totaux comprennent les coûts spécifiques et les coûts de structures. Pour cette étude, ils ont été obtenus avec l'outil d'aide à la comptabilité pour la branche de l'abricot Arbokost (ACW 2007), développé conjointement par Agroscope et l'Office cantonal d'arboriculture et de cultures maraîchères valaisan (OCA-VS) en 2007.

Résumé

La filière de l'abricot valaisan a connu un fort développement ces dernières années. Les pouvoirs publics ont soutenu le renouvellement du verger et les volumes produits ont augmenté avec l'apparition de nouvelles variétés. Cependant, les conditions de marché sont de plus en plus compétitives pour les producteurs qui doivent être flexibles et innovants afin de garantir leurs marges. La rentabilité des cultures est directement influencée par les variétés et leurs caractéristiques intrinsèques. Dans ce travail, l'importance de ces caractéristiques variétales a été évaluée. Le rendement potentiel est logiquement le facteur le plus influent, permettant une augmentation du profit de 174 % par rapport à celui d'une variété avec des valeurs standards. Il est suivi de la mortalité, de la régularité de la récolte et de la part de fruits de premier choix, avec des augmentations du profit de 119, 87 et 88 % respectivement. A l'inverse, la part de gros calibres ou les heures supplémentaires d'éclaircissage ont moins d'influence, avec une augmentation d'environ 53 % pour ces deux caractéristiques. Ces résultats économiques complètent les informations techniques fournies dans les recommandations variétales.

Choix et définition des caractéristiques variétales

Six caractéristiques agronomiques ont été définies comme facteur influençant la rentabilité: rendement théorique, régularité de la récolte, taux de mortalité, pourcentage de premier choix, potentiel de gros calibres et intensité d'éclaircissage. Ces caractéristiques intrinsèques des variétés, définies dans le tableau 1, agissent de façon différenciée sur le résultat écono- ›

Tableau 1 | Descriptif des caractéristiques agronomiques des variétés et effet sur la rentabilité

Caractéristiques agronomiques	Définition	Effet pour l'analyse de sensibilité
Rendement théorique	Kilo par hectare	Valeur de départ du rendement
Régularité de la récolte	Pertes de rendement induites par des années dont les conditions climatiques ne sont pas optimales	Corrige le rendement théorique; facteur variant de 1 à 10, 1 correspondant à une récolte très irrégulière et 10 à une récolte très régulière
Taux de mortalité	Pourcentage d'arbres à remplacer pour cause de mortalité due à une maladie ou une asphyxie	Corrige le rendement théorique
Pourcentage de premier choix	Taux de la récolte de calibres A et plus, donc sans les catégories B, ménage et industrie	Influence le prix moyen de toute la récolte, donc le rendement brut final
Potentiel de gros calibres	Taux de la récolte classé dans la catégorie AAA+ (50 mm et plus)	Influence le prix moyen de toute la récolte, donc le rendement brut final
Intensité à l'éclaircissage	Heures d'éclaircissage nécessaires pour obtenir le rendement théorique défini	Influence les coûts de main-d'œuvre par une augmentation ou une diminution

mique. Trois d'entre elles influencent directement le rendement réel, comme le rendement théorique, la régularité de la récolte et le taux de mortalité. Les deux suivantes, pourcentage de premier choix et potentiel de gros calibres, influencent le prix par kilo d'abricots, donc le rendement brut. Finalement, l'intensité d'éclaircissage a une influence sur les coûts.

Chaque variété possède un potentiel de rendement théorique, ce qui définit la valeur de départ du calcul du rendement réel d'une variété. Ce rendement théorique est corrigé en prenant en compte les années à plus faible récolte et les pertes de rendement dues au remplacement d'arbres malades. Ces corrections permettent de calculer le rendement réel selon l'équation 2:

Rendement réel = (rendement théorique x facteur de correction de régularité de la récolte) x [(1-7 x taux de mortalité) + 1,82 x taux de mortalité]

Le facteur de correction pour l'irrégularité de la récolte a été défini en retirant 3 % au rendement théorique d'une récolte à 100 % régulière. Une récolte totalement irrégulière peut affecter jusqu'au tiers du rendement théorique initial (Jacques Rossier, comm. pers.). Les limites du facteur de correction ont donc été définies entre 1 et 10, correspondant à une diminution du rendement théorique de 3 à 30 %.

Le facteur de correction pour le taux de mortalité a été défini en prenant en compte le nombre d'arbres à remplacer et la perte de production correspondante. Un jeune arbre replanté aura besoin de sept ans pour atteindre une pleine production. La perte totale de rendement est donc calculée en multipliant le taux de mortalité (en %) par sept. En revanche, cet arbre produira tout de même des fruits durant ces sept ans, même s'il en produit moins. Il faut donc rajouter à la correction la somme des rendements des sept premières années. Le rendement est ainsi augmenté en multipliant le taux de mortalité (en %) par 1,82. Les limites du taux de mortalité ont été définies entre 1 et 10 % d'arbres à remplacer chaque année.

Le pourcentage de premier choix et le potentiel de gros calibres influencent le prix par kilo d'abricots, soit le rendement brut (obtenu en multipliant les kilos par le prix). Les prix moyens par calibre ont été définis avec les producteurs (tabl. 2). L'impact de l'intensité d'éclaircissage porte sur le coût de main-d'œuvre comptabilisé à raison de CHF 19.– de l'heure.

La diminution du rendement réel due à l'irrégularité des récoltes a par ailleurs une petite influence positive sur la rentabilité, du fait que les heures de cueillette sont calculées sur la base du rendement: les coûts de récolte d'une variété à faible rendement seront ainsi plus bas. La valeur d'intensité moyenne à la récolte est de 40 kg/h (ACW 2007). Inversement, la rentabilité plus basse due aux mortalités sera encore accentuée par des coûts supplémentaires de remplacement des arbres. Plus le taux de mortalité est élevé, plus le coût total du remplacement des arbres est élevé. Avec 400 arbres par hectare en moyenne, une mortalité de 3 % signifie douze arbres par année à remplacer: un arbre coûte CHF 18.– et demande une demi-heure de travail à CHF 28.50 de l'heure (ACW 2007). Ces différences ont été intégrées dans le calcul de la rentabilité, tout en restant minimes par rapport au montant total des coûts.

Tableau 2 | Prix moyens au producteur par catégorie de calibre utilisés pour la modélisation (CHF/kg)

Catégorie	AAA	A-AA	B	Ménage/ conserve	Industrie/ distillation
Prix producteur[1]	4.00	3.30	1.50	1.00	0.50

[1]Source: Interview producteurs.

Impact des caractéristiques variétales sur la rentabilité

L'équation du profit obtenue permet de modéliser le résultat économique en faisant varier les valeurs des différentes caractéristiques agronomiques des variétés. Les valeurs de base fixées par défaut correspondent aux données fournies par Arbokost (ACW 2007). Avec ces valeurs, le modèle calcule une marge de CHF 1802.– à l'hectare (tabl. 3). Afin de pouvoir estimer l'influence relative de chaque facteur, les valeurs minimales et maximales ont été fixées en tenant compte des aspects techniques de chaque caractéristique (selon l'avis de producteurs et de l'OCA-VS). Les paliers d'une unité ont été fixés ensuite à dix niveaux. Les variations de profit résultant de l'augmentation ou diminution d'une unité de chaque facteur ont été calculées. Pour chaque caractéristique, les valeurs de base, les limites minimales et maximales, ainsi que les valeurs d'une unité d'augmentation ou de diminution pour la modélisation sont présentées dans le tableau 3. L'effet de chaque facteur sur le profit a été analysé indépendamment en calculant l'évolution du profit en faisant varier le facteur d'une unité.

Détermination des caractéristiques des cinq variétés principales en Valais et validation du modèle

Les cinq principales variétés plantées en Valais (Luizet, Orangered, Goldrich, Bergarouge et Bergeron) ont été choisies pour valider le modèle élaboré dans cette

étude. Les six caractéristiques agronomiques ont été évaluées pour chaque variété sur la base d'interviews de producteurs et des conseils de l'OCA-VS. Le rendement réel calculé par le modèle a été ensuite comparé au rendement moyen de ces dix dernières années et utilisé pour le calcul de la rentabilité à l'hectare de chaque variété. Les valeurs de la répartition des calibres (tabl. 4) et des prix au producteur par calibre (tabl. 5) pour chaque variété se basent sur les statistiques de l'IFELV (IFELV, 2016).

Résultats

Impact des caractéristiques variétales sur la rentabilité

L'analyse de l'impact des caractéristiques variétales a permis de mettre en évidence leur influence sur le résultat économique final. Le rendement théorique d'une variété est le facteur qui a le plus d'impact sur le profit à l'hectare (tabl. 6). En effet, le passage de 21 à 23 t/ha permet un profit de CHF 4940.50, soit une augmentation de 174 % par rapport au profit de CHF 1802.– des valeurs par défaut. La mortalité a aussi une grande influence puisqu'elle fait plus que doubler ›

Tableau 3 | Echelle des caractéristiques agronomiques des variétés

Facteurs	Valeur par défaut[1]	Valeurs minimales et maximales[2]	Valeurs d'une unité d'augmentation ou de diminution (= dixième)[2]
Rendement théorique	21 t/ha	14–32 t/ha	+ 2 t/ha
Taux de mortalité	3 %	1–10 %	– 1 %
Pourcentage de 1er choix	75 %	50–95 %	+ 5 %
Régularité de la récolte	4	1–10	+ 1
Potentiel de gros calibre	20 %	0-90 %	+ 10 %
Intensité à l'éclaircissage	200 h/ha	50–500 h/ha	– 50 h/ha
Profit	**1802.– CHF/ha**		

[1]Source: Arbokost (ACW 2007).
[2]Source: Interviews producteurs et conseils OCA-VS.

Tableau 4 | Proportion de fruits par calibre des variétés choisies (%).

Catégorie	AAA	A-AA	B	Ménage/ conserve	Industrie/ distillation
Luizet	8	25	11	12	44
Orangered	20	54	8	10	8
Goldrich	51	27	3	4	15
Bergarouge	36	33	7	8	16
Bergeron	36	33	7	8	16

Source: IFELV 2016.

Tableau 5 | Prix au producteur par calibre des variétés choisies (CHF/kg).

Catégorie	AAA	A-AA	B	Ménage/ conserve	Industrie/ distillation
Luizet	2.48	2.48	1.16	0.92	0.84
Orangered	4.12	3.35	1.08	1.30	0.56
Goldrich	4.12	3.35	1.58	1.30	0.56
Bergarouge	4.12	3.35	1.33	1.30	0.62
Bergeron	4.12	3.35	1.33	1.30	0.62

Source: IFELV 2016.

Tableau 6 | Impact des caractéristiques variétales sur la rentabilité par hectare

Caractéristique agronomique	Valeur par défaut du facteur	Valeur du facteur après augmentation/diminution d'une unité	Montant du profit (CHF)	Augmentation du montant du profit (CHF)	Augmentation du montant du profit (%)
Rendement théorique	21 t/ha	23 t/ha	4940.50	3138.40	+174,1
Taux de mortalité	3 %	2 %	3952.15	2150.05	+119,3
Pourcentage de 1er choix	75 %	80 %	3388.55	1586.45	+88,0
Régularité de la récolte	4	5	3371.30	1569.20	+87,1
Potentiel de gros calibre	20 %	30 %	2767.80	965.65	+53,6
Intensité d'éclaircissage	200 h/ha	150 h/ha	2754.60	952.50	+52,9

le profit avec CHF 3952.15, soit un gain de 119 % par réduction d'un pourcent de la mortalité. L'influence du taux de premier choix et de la régularité de la récolte est plus faible, avec un profit de CHF 3388.55 (+88 %) et de CHF 3371.30 (+87,1 %) en cas d'augmentation de 5 % de la part de premier choix et d'une récolte plus régulière respectivement. Le plus faible impact concerne les caractéristiques potentiel de gros calibres et intensité d'éclaircissage avec un profit respectif de CHF 2767.80 (+53,6%) et CHF 2754.60 (+52,9%) pour une augmentation de 10 % de la part de gros calibres et une diminution de 50 h/ha d'éclaircissage.

Détermination des caractéristiques des principales variétés en Valais et validation du modèle

Afin de valider le modèle développé, les caractéristiques des cinq principales variétés cultivées en Valais ont été définies (tabl. 7). Le modèle a pu calculer les rendements réels des diverses variétés: 14,7 t/ha pour Luizet, 13,0 t/ha pour Orangered, 18,2 t/ha pour Goldrich, 14,2 t/ha pour Bergarouge et 16,2 t/ha pour Bergeron. D'après les statistiques de l'IFELV, ces rendements réels se situaient en moyenne sur dix ans (2006–2015) à 15,7 t/ha pour Luizet, 12,3 t/ha pour Orangered, 18,1 t/ha pour Goldrich, 11,9 t/ha pour Bergarouge et 15,7 t/ha pour Bergeron. Les faibles écarts (moins de 1 t/ha) enregistrés entre le rendement calculé et les rendements moyens sur dix ans permettent de valider le modèle développé, sauf pour la variété Bergarouge, qui présente un écart de 2,3 t/ha. Le modèle a également calculé les pertes ou profits des diverses variétés. Luizet et Orangered présentent des pertes de respectivement CHF 9336.– et CHF 646.–, dues notamment au faible pourcentage de gros calibres chez les deux variétés auquel s'ajoutent un faible taux de fruits de premier choix pour Luizet et un faible rendement théorique pour Orangered. Les autres variétés présentent des profits de CHF 15 587.–, de CHF 324.– et de CHF 4159.– pour Goldrich, Bergarouge et Bergeron. Le rendement théorique élevé et le potentiel de gros calibres ont été déterminants dans la rentabilité positive de ces trois variétés.

Discussion

Ces résultats montrent que les caractéristiques variétales ont une grande influence sur la rentabilité de la production d'abricots et permettent de prioriser ces facteurs en fonction de leur impact économique. Ces informations économiques constituent des outils supplémentaires pour aider les producteurs à choisir des nouvelles variétés à planter. Ce choix reste toutefois épineux, car ces aspects économiques doivent être mis en balance avec les aspects commerciaux et techniques. Les producteurs disposent actuellement d'une large gamme de nouvelles variétés souvent très bien décrites (Christen et Rossier 2016), mais ces descriptions ne garantissent pas le succès à long terme de leur choix. L'analyse des principales variétés cultivées en Valais montre, notamment avec les pertes économiques générées par Luizet et Orangered, que la variété idéale n'existe pas. Le producteur doit donc pallier les défauts de certaines variétés par des modes de production ou de commercialisation différenciées. Les pertes économiques de la variété Luizet peuvent être réduites en majorant le prix au producteur, par exemple en augmentant la part de vente directe ou en diminuant les coûts de production (Rohrer *et al.* 2016). Au niveau technique, un éclaircissage très soigné peut augmenter la part de fruits de gros calibre, et permettrait par

Tableau 7 | Détermination des caractéristiques des principales variétés cultivées en Valais, validation du modèle et rentabilité par hectare

Variété	Rendement théorique (t/ha)[1]	Régularité de la récolte (index 1–10)[1]	Taux de mortalité (%)[1]	Rendement réel calculé par le modèle (t/ha)[2]	Rendement moyen (2006–2015) (t/ha)3	Taux 1er choix (%)[3]	Potentiel de gros calibre (%)[3]	Intensité d'éclaircissage (h/ha)[1]	Profit calculé par le modèle (CHF/ha)[2]
Luizet	19	5	1 %	14,7	15,7	33	8	100	–9336.–
Orangered	21	4	4 %	13,0	12,3	74	20	200	–646.–
Goldrich	27	6	4 %	18,2	18,1	78	51	300	15 587.–
Bergarouge	23	4	4 %	14,2	11,9	69	36	300	324.–
Bergeron	23	7	4 %	16,2	15,7	69	36	350	4159.–

[1]Source: Interviews producteurs et conseils OCA-VS.
[2]Source: Modèle développé dans cette étude.
[3]Source: IFELV.

exemple de rentabiliser la variété Orangered. En poussant davantage la réflexion sur le mode de production, le choix de couvrir les cultures pourrait s'avérer profitable, surtout dans des régions à forte pluviosité. Comme en production de cerises, la part de fruits de premier choix pourrait être ainsi renforcée en évitant les dégâts dus à la pluie. Une réflexion identique peut être menée sur la mortalité des arbres: pour des maladies contre lesquelles la lutte directe n'est pas possible (comme la bactériose ou l'enroulement chlorotique de l'abricotier), les mesures prophylactiques peuvent contribuer à corriger une mortalité variétale trop élevée. Ces mesures sont toutefois très coûteuses, sans être toujours efficaces.

Dans une certaine mesure, le producteur a donc les moyens de corriger des défauts variétaux, mais sa marge de manœuvre reste limitée pour certaines problématiques. La création variétale demeure donc indispensable pour continuer à améliorer les caractéristiques agronomiques des variétés. C'est ainsi que, à côté de son utilité pour les producteurs, cette étude permet également de faire émerger les caractéristiques importantes à prendre en compte pour fixer les objectifs d'amélioration génétique (Bassi et Audergon 2006; Christen *et al.* 2010). Dans ce cadre, le développement de variétés résistantes ou tolérantes est déterminante pour contrecarrer l'impact négatif d'une forte mortalité des abricotiers.

Pour estimer l'influence des caractéristiques variétales, cette étude se base sur le système de prix actuel, qui rémunère surtout la quantité et les gros calibres. Les caractéristiques qui améliorent directement le rendement réel sont donc logiquement très importantes, en particulier le rendement théorique qui génère la plus grande augmentation du profit (+174 %). A terme, la filière devra certainement mener des réflexions sur ce système de rémunération des abricots et vraisemblablement se rapprocher de considérations qualitatives pour répondre aux attentes des consommateurs. Une rémunération liée à la qualité (Christen *et al.* 2015) permettrait de contrebalancer le poids important des rendements dans le calcul du résultat économique. D'autres caractéristiques variétales, davantage liées à la qualité des fruits, devraient alors être choisies pour une nouvelle modélisation de la rentabilité.

Conclusions

- Six caractéristiques agronomiques ont été sélectionnées pour modéliser leur impact sur la rentabilité des variétés d'abricots.
- Avec le système de prix actuel, la caractéristique la plus déterminante sur la rentabilité d'une variété est le rendement théorique, dont l'effet sur le profit est de +174 %. L'impact des autres caractéristiques est également positif, mais plus faible: +119 % pour le taux de mortalité, +88 % pour le pourcentage de premier choix, +87 % pour la régularité de la récolte, +54 % pour le potentiel de gros calibres et +53 % pour l'intensité d'éclaircissage
- La comparaison entre les principales variétés cultivées en Valais montre un profit de CHF 15 587.– pour Goldrich, CHF 4159.– pour Bergeron et CHF 324.– pour Bergarouge. En revanche, Orangered enregistre une perte de CHF 646.– et Luizet une perte de CHF 9336.–.
- Cette étude complète sur le plan économique les descriptifs techniques des recommandations variétales. ■

Remerciements

Un grand merci à Jacques Rossier et Sébastien Besse (OCA-VS), à Ephrem Pannatier et à Hubert Zufferey (ancien et actuel directeurs de l'IFELV) ainsi qu'aux producteurs Jules Comby, Bernard Lucciarini, Jean-Noël Devènes, Laurent Delèze et Christian Studer pour leur précieuse collaboration.

Bibliographie

- ACW, Station de recherche Agroscope Changins-Wändenswil, 2007. Download Arbokost. Accès: www.agroscope.admin.ch/obstbau/00879/00882/ 00885/index.html?lang=fr [7 avril 2016]
- Bassi D. & Audergon J.-M., 2006. Apricot breeding: update and perspectives. *Acta Hort.* **701**, 279–294.
- Christen D., Devènes G. & Kellerhals M., 2010. Recent apricot breeding programme in Switzerland. *Acta Hort.* **862**, 123–128.
- Christen D., Gabioud Rebeaud S., Berthod N., Besse S. & Rossier J., 2015. Quality management in the apricot supply chain. *Acta Hort.* **1091**, 297–302.
- Christen D. & Rossier J. 2016. Evaluation des variétés d'abricots. Ed. Commission professionnelle pour l'examen des variétés de fruits – Groupe de Travail Technique Abricots du Valais. *Agroscope Transfer* **135**, 1–4.
- IFELV, Interprofession des fruits et légumes du Valais, 2016. Rapport annuel 2015. IFELV, Conthey.
- Rohrer B., Christen D. & Barjolle D., 2016. Enjeux de la filière abricot en Valais: importance du prix producteur pour la viabilité des exploitations. *Revue suisse Vitic., Arboric., Hortic.* **48** (4), 248–253.

Summary

Apricot sector stakes in Valais: importance of the cultivar characteristics on farm viability

The apricot supply chain in Valais (Switzerland) has known a strong development in the last years. The public authorities provided support for an orchard renewal and the production has increased with the planting of new varieties. However, the market conditions are more and more competitive for the producers who need to be flexible and innovative to guarantee their margins. The profitability of an orchard is directly influenced by the variety and its intrinsic characteristics. The aim of this work is to assess the importance of the different intrinsic characteristics. Logically, the putative yield is the most influencing factor with a 174 % increase of the profit compared to the profit of a variety having standard values. Following characteristics, like tree mortality, regularity of the production and proportion of the first class fruits are also important, with an increase of 119 %, 87 % and 88 % respectively. On the contrary, the proportion of big size fruits and manual thinning time have a weak influence, with both an increase of only 53 % of the profit. These economic results are complementary information to the usual technical variety recommendations.

Key words: apricot, cultivar characteristics, profitability, decision support system.

Zusammenfassung

Aprikosenproduktion im Wallis: Bedeutung der Sorteneigenschaften für die Lebensfähigkeit der Betriebe

Die Walliser Aprikosenproduktion hat sich in den letzten Jahren stark entwickelt. Die öffentliche Hand hat die Erneuerung der Obstplantagen unterstützt und die Produktionsvolumen sind durch das Aufkommen von neuen Sorten erhöht worden. Die Marktbedingungen hingegen werden für die Produzenten immer mehr wettbewerbsorientiert und um ihre Margen zu halten müssen sie flexibel und innovativ sein. Die Rentabilität der Kulturen wird direkt durch die Sorten und deren Eigenschaften beeinflusst. In dieser Studie ist die Bedeutung dieser Sorteneigenschaften eingeschätzt worden. Das Ertragspotential ist logischerweise der einflussreichste Faktor mit einer möglichen Erhöhung des Gewinns um 174 % im Vergleich zu einer Sorte mit Standardwerten. Darauf folgen die Faktoren Sterblichkeit, Regelmässigkeit der Ernte und Proportion von Früchten erster Qualität, mit einer möglichen Gewinnerhöhung um 119 %, 87 % bzw. 88 %. Dahingegen spielt der Anteil an grosskalibrigen Früchten oder die Anzahl Stunden zur Fruchtausdünnung mit einer möglichen Erhöhung von je 55 % eine weniger grosse Rolle. Diese wirtschaftlichen Resultate ergänzen die mit den Sorten gelieferten technischen Informationen.

Riassunto

Filiera dell'albicocco in Vallese: importanza delle caratteristiche varietali per la vitalità delle aziende

La filiera vallesana dell'albicocco negli scorsi anni ha vissuto un importante sviluppo. I poteri pubblici hanno sostenuto il rinnovo del frutteto e con l'apparizione di nuove varietà i volumi prodotti sono aumentati. Tuttavia, le condizioni di mercato sono sempre più competitive per i produttori che devono essere flessibili e innovativi in modo da garantire i loro margini. La redditività delle colture è direttamente influenzata dalle varietà e dalle loro caratteristiche intrinseche. Questo lavoro ha valutato l'importanza di queste caratteristiche varietali. Il potenziale di resa è, logicamente, il fattore più influente con un aumento del profitto del 174 % rispetto a quello realizzato da una varietà con dei valori standard. Seguono poi la mortalità, la regolarità del raccolto e la proporzione di frutti di prima scelta, con degli aumenti di profitto rispettivamente del 119, 87 e 88 %. Al contrario, la proporzione di grossi calibri o le ore supplementari di diradamento hanno un'influenza minore, con un aumento di circa il 53 % per queste due caratteristiche. Questi risultati economici completano le informazioni tecniche fornite nelleraccomandazioni varietali.

Les Formes du passé
associées aux **matières du futur**

Cuvage
Macération carbonique
Elevage
Assemblage
Collage
Affinage
Stockage

Matière synthétique neutre PEHD (sans bisphénol)
Couvercle et robinetterie inox 316L
Vanne de vidange 1½"
Nettoyage simple
Déplaçable plein (transpalette)

Poids: env. 40 kg (à vide)
Volume: 580 litres
Dimension: hauteur avec pieds 180 cm
Encombrement au sol: 99 x 99 cm
Option: Ceinture de basculage

Cuve Ovoïde Serex™

Poids plume pour un œuf

25 ans

serex
Construction Plastique

CH-1070 Puidoux [t] 021 946 33 34
www.ovoide.ch cs@serex-plastics.ch

Action prévente pour matériel de vigne
Profitez de notre action du 14.11.2016 au 9.12.2016!
Contactez-nous!
Tel.: +41 (0)26 662 44 66
www.gvz-rossat.ch
gvzsales@gvz-rossat.ch
Chemin du Milieu 6
Z.I. Est C1
1580 Avenches
gvz_rossat
Le choix des professionnels
• Piquets
• Voest
• Reisacher
• Fil
• Crapal
• Bayco
• Arcelor
• et plus encore

MOOG
CLEANING SYSTEMS
Nettoyage innovatif des fûts
• Rapide et efficace
• Beaucoup moins d'eau, sans chimie
• Flexible pour guidages et fixations
Service à la clientèle performant
Contactez-nous si vous avez des questions sur nos produits ou nos prestations de service ainsi que toutes les questions techniques.
Nous vous conseillons volontiers. Téléphone +41 31 838 19 19
Visitez notre site Internet
www.moog.swiss

Europlant S.àr.l.
La pépinière romande à votre disposition
Scions fruitiers
toutes espèces fruitières
hautes tiges
arbres formés
greffage sous contrat
Europlant S.àr.l. - En Pérauses, rte de l'Etraz, 1267 Vich - Fax 022 364 69 43 - Tél. 022 364 69 33

GIGANDET SA

Atelier mécanique
Machines viticoles
et vinicoles

1853 YVORNE - Tél. 024 466 13 83 - gigandet-sa@bluewin.ch
www.gigandetsa.ch Succursale de la Côte, 1166 Perroy

VENTE - SERVICE - RÉPARATION - RÉVISION

Pressoirs - Pompes
Egrappoirs - Fouloirs
Réception pour vendange

Votre spécialiste
BUCHER
vaslin

LAFFORT ŒNOLOGIE,

L'Oenologie par nature

Levures sélectionnées: Actiflore et Zymaflore - Activateurs de fermentation - Enzymes de vinification: Lafase et Lafazym - Clarification et élevage -Traitements spécifiques - Conservation - Stabilisation

LAFFORT OENOLOGIE
BP 17 - 33015 BORDEAUX - FRANCE
Tel: 00 33 556 86 53 04 - Fax: 00 33 556 86 30 50
www.laffort.com

LAFFORT
l'œnologie par nature

Importateur pour la Suisse:
XC Oenologie - 17, route de cartigny - 1236 Cartigny
Tel: 022 756 02 12 - Fax: 022 756 03 55
E-mail: xc@xcoeno.ch - www.xcoeno.ch

Cent ans de recherche viticole au Centre du Caudoz à Pully (VD)

Olivier VIRET[1], Jean-Laurent SPRING, Vivian ZUFFEREY, Thibaut VERDENAL, Johannes RÖSTI, Fabrice LORENZINI, François MURISIER[2] et Jean-Louis SIMON[3], Agroscope, 1009 Pully
[1]Chef de la division de recherche viticulture et œnologie 2008–2016
[2]Chef de la section viticulture de 1993 à 2008
[3]Chef de la section viticulture de 1968 à 1993
Renseignements: Olivier Viret, e-mail: olivier.viret@agroscope.admin.ch, tél. (+41) 58 468 43 82, www.agroscope.ch

Introduction

En Suisse, la recherche vitivinicole commence à la fin du XIXe siècle, avec l'apparition des problèmes phytosanitaires dans les vignobles romands: mildiou, phylloxéra, vers de la grappe, parasites et ravageurs, qui prennent rapidement des proportions dramatiques et génèrent des pertes économiques considérables. Par un décret daté du 24 février 1886, le Conseil d'Etat vaudois déclare: «*Il importe de donner à la viticulture de notre pays tout le développement dont elle est susceptible, en venant à son aide par des expériences et des essais aux frais de l'Etat*» et décide «*qu'il sera créé au Champ-de-l'Air à Lausanne une station centrale d'essais viticoles*». La Station viticole cantonale vaudoise ou Station viticole de Lausanne devient ainsi la première entité de recherche agronomique de Suisse, que compléteront le Laboratoire cantonal de chimie agricole

en 1895, puis l'Etablissement fédéral de contrôle des semences de Mont-Calme en 1898. La station de Lausanne est aussi dotée de vignes d'essais dans différentes parties du canton: la Commune de Pully lui cède ainsi gratuitement en 1913 une vigne de 2804 m². L'Etat de Vaud agrandira le domaine par l'achat de parcelles supplémentaires qui forment l'actuelle partie sud-est du domaine du Caudoz, d'une superficie de 12 118 m² (fig. 1). A l'aube du XXe siècle, des pourparlers s'engagent pour que les activités de recherche cantonales soient reprises par la Confédération, qui avait déjà créé la Station fédérale de recherche viticole à Wädenswil en 1890. A cette époque, les surfaces viticoles suisses approchaient les 33 000 ha (Simon *et al.* 1977), avec une répartition régionale très différente de celle d'aujourd'hui (fig. 2). Ce sera finalement en 1916, soit il y a cent ans exactement, que l'Etat de Vaud remettra le domaine du Caudoz à la Confédération.

Le Caudoz, de 1916 à nos jours

La Station viticole de Lausanne voit son histoire directement liée à celle de la phytopathologie de la vigne: jusqu'à la fin du XIXe siècle, les préoccupations principales sont la cochylis, décrite dans la région de Genève dès 1740, la pyrale, le coître et le blanc des racines. La crise viticole débute chronologiquement vers 1851 à l'arrivée de l'oïdium, précédemment absent du territoire européen, du phylloxéra (1885), du mildiou (1886), de l'acariose (1900), du phylloxéra gallicole (1908) et d'eudémis dès 1910 (Faes et Porchet 1916) qui compromettent de plus en plus la viticulture. Ces problèmes provoquent la réduction drastique des surfaces viticoles et une forte inquiétude dans les milieux concernés. Après moult discussions, les Chambres fédérales ›

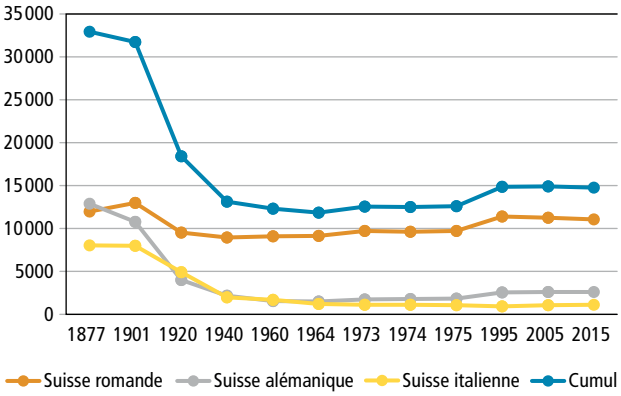


Figure 2 | Evolution des surfaces viticoles en Suisse romande, alémanique et italienne de 1877 à 2015.

Figure 1 | Plan du domaine du Caudoz vers 1950 avec les parcelles acquises depuis 1916, année de donation de l'Etat de Vaud à la Confédération.

votent le 17 juin 1915 un arrêté relatif à la création d'une Station fédérale d'essais viticoles sur les Communes de Pully et de Lausanne, qui définit les crédits nécessaires à la construction des bâtiments sur le domaine du Caudoz et inscrit les crédits d'exploitation au budget annuel de la Confédération. La construction des bâtiments d'exploitation et des laboratoires s'achève en 1918. Des parcelles initiales de 1,2 ha, le domaine expérimental s'est peu à peu étendu avec l'achat de nombreuses parcelles situées à l'ouest du chemin du Caudoz et au nord-est du domaine, qui se conclut en 1952 avec la parcelle de «Beau Séjour» où une maison est détruite pour réhabiliter le sol en terrain viticole. Durant une première phase, le domaine du Caudoz abrite dans sa partie ouest, séparée par le chemin du Caudoz, la recherche en arboriculture fruitière, déplacée par la suite au domaine des Fougères en Valais, acquis en 1962.

Actuellement, le domaine couvre une superficie de 50 132 m² dédiés exclusivement à la recherche vitivinicole. Le groupe de recherche du Caudoz coordonne toutes les activités à l'échelle nationale, avec des domaines expérimentaux situés dans les principales régions viticoles de Suisse (tabl. 1). Tous les essais sont observés, contrôlés, et les raisins, moûts et vins analysés chimiquement. La plupart des essais font l'objet de vinifications séparées et les vins sont dégustés par un panel d'experts entraînés, à l'exemple des chiffres-clefs de l'année 2015 (tabl. 2).

Tableau 2 | Chiffres-clefs 2015 de la recherche en viticulture, œnologie et analyse des vins à l'échelle nationale

Indicateurs	Chiffres-clefs
Domaines expérimentaux en Suisse romande Domaines expérimentaux au Tessin Domaines expérimentaux en Suisse alémanique et cave (Wädenswil) Œnologie (cave de Changins) Analyses des vins (Changins)	3 sites (8,8 EPT) 2 sites (1,5 EPT) 2 sites (4,6 EPT) 1 site (4 EPT) 1 site (4,1 EPT)
Surface totale de vigne (ha)	23,3
Nombre de parcelles expérimentales élémentaires – Suisse romande et Tessin – Suisse alémanique	 2055 360
Nombre de vinifications (> 20 l) à Changins	260
Nombre de micro-vinifications (< 20 l) à Pully	179
Nombre de vinifications à Wädenswil	48
Analyses chimiques des raisins, moûts et vins – nombre d'échantillons – nombre de déterminations	 7755 > 30 000
Analyses sensorielles: nombre de vins dégustés par le panel interne à Changins	600
Publications scientifiques (anglais)	6
Publication s techniques et scientifiques (français)	30
Publications techniques et scientifiques (allemand)	9
Conférences en Suisse et à l'étranger	80
Nombre de nouvelles variétés inscrites au catalogue national jusqu'en 2015: – métis (*V. vinifera* x *V. vinifera*) – résistante aux maladies fongiques – clones de cépages autochtones et traditionnels	 8 1 47

EPT: personnel en équivalents plein temps.

Tableau 1 | Domaines expérimentaux actuels dépendants du Centre de recherche viticole du Caudoz à Pully (VD)

Canton	Site (année de création) Altitude	Surface	Température Précipitations Ensoleillement**	Thèmes de recherche spécifiques
Vaud	Pully (Caudoz) / 455 m **Depuis 1916**	5,02 ha	10,9 °C 1153 mm 1872 h	Création variétale, sélection clonale, micro-vinifications, systèmes de conduite, collection viticole nationale, entretien des sols, site de référence oïdium, pépinière viticole, fourniture du matériel de base pour la certification, référence phénologique depuis 1925 (fig. 7)
Vaud	Changins (1952) / 455 m	3,09 ha	10,2 °C 998 mm 1844 h	Stress azoté, maîtrise de la vigueur, adaptation des cépages et clones
Valais	Leytron (1970) / 518 m Chamoson (1990) / 538 m	3,67 ha 2,45 ha	10,1 °C 603 mm 2093 h	Stress hydro-azoté, sélection clonale cépages autochtones valaisans, nouveaux cépages, entretien des sols
Tessin	Cugnasco (1967) / 207 m Gudo (1978) / 300 m	0,83 ha 0,36 ha	11,4 °C 1832 mm 2102 h	Nouveaux cépages, gestion haie foliaire et optimisation de la production de vignes en banquettes, site de référence mildiou et black rot, entretien des sols en région chaude et humide
Zurich*	Wädenswil (1890) / 430 m Stäfa (Sternenhalde) / 430 m	2,43 ha 3,35 ha	9,5 °C 1390 mm 1595 h	Nouveaux cépages, clones Pinot noir, site de référence mildiou, dessèchement de la rafle

*Jusqu'en 2008, les domaines de Wädenswil et de Stäfa étaient indépendants du Caudoz. Dès cette date, la recherche vitivinicole est devenue nationale au sein d'Agroscope.

**Normes de 30 ans (1981–2010) de Météosuisse pour les stations de Pully, Changins, Sion, Magadino-Cadenazzo et Wädenswil.

Cent ans de recherche viticole à Pully

Dès sa constitution en 1916, la Station fédérale d'essais viticoles de Lausanne (Montagibert et Caudoz) reprend les activités expérimentales de la Station cantonale vaudoise créée en 1886. Le domaine du Caudoz sera tout d'abord géré par des chefs de culture. Avec l'arrivée de Jean-Louis Simon en 1968, responsable de la section de Viticulture et d'Œnologie de la Station fédérale de Lausanne, le site de Pully devient le centre effectif de la recherche viticole pour la Suisse romande et le Tessin. Les vinifications réalisées dans les celliers de Montagibert à Lausanne migrent, dès 1976, sur le site de Changins. Au lancement du programme de création variétale dans les années septante, une unité de micro-vinification est créée au Caudoz pour effectuer le premier screening œnologique des nouvelles variétés.

Pour étudier les problématiques viticoles des différents vignobles romands et tessinois, le Centre du Caudoz va progressivement gérer des domaines ou parcelles expérimentales, notamment les domaines de Changins (VD) dans les années cinquante et de Leytron (VS) en 1970, complété dès 1990 par des acquisitions dans le vignoble de Chamoson. Au Tessin, après une collaboration avec l'école d'agriculture de Mezzana, deux domaines expérimentaux sont installés à Cugnasco (situation de plaine) et à Gudo (vignoble terrassé en colline) à la fin des années septante.

Travailler d'abord à la survie de la viticulture

Au départ, la recherche répond principalement aux questions de survie pour la viticulture. La lutte contre le phylloxéra prend la première place lorsque la désinfection du sol au sulfure de carbone est progressivement abandonnée pour reconstituer le vignoble en utilisant des porte-greffes américains résistants. Au même moment, la lutte contre les principales maladies fongiques (mildiou, oïdium, pourriture du raisin) et contre certains parasites, comme les vers de la grappe, fait l'objet de nombreux travaux.

Sélection de la vigne et études variétales

L'amélioration de l'encépagement s'impose rapidement comme une préoccupation importante. L'adaptation de variétés européennes, par exemple, a été étudiée ou celle des premiers hybrides interspécifiques résistants aux maladies, notamment ceux que la France crée en masse dès la fin du XIXe siècle: plus de 160 hybrides sont ainsi testés sur le domaine du Caudoz – sans trop de succès vu leur piètre intérêt œnologique. Cependant, cette activité encourage dans les années cinquante et soixante à diversifier l'encépagement du vignoble, notamment avec des variétés rouges comme le Gamay ou le Pinot noir pour répondre à la commercialisation difficile des vins blancs de Chasselas.

Dès 1923, la Station s'intéresse à la sélection clonale du Chasselas, surtout pour améliorer la régularité de production de ce cépage, conduit essentiellement en taille courte (gobelet) à cette époque, un projet également motivé par l'état sanitaire préoccupant (viroses) du vignoble. Dès la fin des années quarante, les premiers clones de Chasselas suscitent un vif intérêt, manifesté par leur large diffusion. On reprochera par la suite à ces clones adaptés à une taille courte d'être trop productifs avec l'amélioration des techniques culturales (nutrition de la vigne, entretien du sol, lutte contre les parasites et adoption de la taille longue). Des prospections sont alors menées à large échelle dans les années septante sur de vieilles vignes pour sélectionner des types modérément productifs à profil œnologique diversifié, aujourd'hui diffusés par la filière de certification suisse. Les projets de sélection clonale sont dès lors étendus au Pinot noir et au Gamay. Depuis les années nonante, en partenariat avec l'Office de la viticulture et la Société des pépiniéristes valaisans, la plupart des cépages traditionnels et autochtones de cette région ont également leur programme de sélection toujours en cours (Maigre *et al.* 2003).

Jusqu'ici, un conservatoire de plus de 1600 têtes de clones pour 17 cépages a pu être constitué à Pully et en Valais, pour représenter la variabilité clonale des variétés cultivées en Suisse et la conserver à long terme (fig. 3). Pully dispose ainsi du plus important conservatoire au monde pour le Chasselas, avec plus de 300 biotypes différents.

Figure 3 | Certains cépages possèdent une importante variabilité clonale, dans leurs caractères agronomiques comme dans leur potentiel œnologique. Ici, deux clones de Petite Arvine (PA 10 à gauche et RAC 46 à droite), distincts par la morphologie des grappes et leur sensibilité à la pourriture.

Les clones les plus prometteurs sont évalués de façon précise sur le plan agronomique et œnologique, ce qui permet d'homologuer et de diffuser les plus intéressants par la filière de certification suisse. Actuellement, 47 clones de 27 cépages et deux porte-greffes ont été sélectionnés et diffusés (Spring et Reynard 2015) pour être plantés sur plusieurs milliers d'hectares dans le vignoble suisse. D'ici à dix ans, la quarantaine de clones supplémentaires disponibles permettra d'offrir un large choix dans les principaux cépages traditionnels et autochtones suisses, convenant aux situations très diversifiées de notre vignoble.

Le site de Pully héberge encore la collection ampélographique la plus importante du pays avec plus de 600 accessions. Elle est la référence du réseau de la Commission pour la conservation et la sauvegarde des plantes cultivées de variétés autochtones et historiques de Suisse.

Création de nouveaux cépages

Dès 1965, la création de nouvelles variétés de vigne est lancée par Agroscope. Jusqu'en 1995, ce programme travaille des métis de *Vitis vinifera* dans le but d'obtenir une haute résistance à la pourriture grise *(Botrytis cinerea)*, un des plus virulents pathogènes dans beaucoup de vignobles suisses, de nouvelles notes gustatives et des vins d'assemblage rouges pour remédier à la fin du droit de coupage avec des vins étrangers, prononcée en 2006. Huit nouveaux cépages sont issus de ce programme depuis 1990 (deux blancs: Charmont et Doral et six rouges: Gamaret, Garanoir, Diolinoir, Carminoir, Mara et Galotta). Leur potentiel œnologique élevé et leur plasticité d'adaptation leur ont valu un fulgurant développement, puisqu'ils couvraient 881 ha du vignoble en 2015. Les nouvelles obtentions de ce programme représentent actuellement près de 10 % de l'assortiment de cépages rouges du pays. Devenu le quatrième cépage rouge en importance, le Gamaret a été introduit récemment dans les catalogues nationaux français et italien.

Dès 1996, la création variétale s'est orientée vers l'obtention de cépages résistants au mildiou *(Plasmopara viticola)* et à l'oïdium *(Uncinula necator)* par hybridation interspécifique classique. Dans une première phase, le Gamaret, géniteur européen *(Vitis vinifera)* à haut potentiel qualitatif muni d'une exceptionnelle résistance à *Botrytis cinerea*, a été croisé avec une large gamme de cépages porteurs de gènes de résistance provenant de vignes sauvages américaines et asiatiques. Pour accélérer et sécuriser le processus de sélection, le groupe de mycologie d'Agroscope a mis au point des tests précoces pour trier les candidats munis d'une résistance élevée au mildiou. Des critères biochimiques ont été développés sur la base des mécanismes naturels de défense induite de la vigne (phytoalexines stilbéniques) et intégrés dans les programmes de sélection variétale (Gindro *et al.* 2006).

Depuis 2009, un projet de sélection conjointe (co-obtentions) de cépages résistants, combinant des gènes de résistance au mildiou et à l'oïdium de différentes origines et visant des résistances stables et pratiquement absolues, se poursuit avec l'INRA de Colmar. Les premières homologations issues de ce programme se profilent à l'horizon 2025.

Depuis 1996, 58 croisements ont été effectués, générant plus de 35 000 génotypes triés avec des biomarqueurs et par génotypage des gènes de résistance pour les co-obtentions Agroscope/INRA. En 2013, la première variété rouge Divico (fig. 4) a été homologuée en Suisse (Spring *et al.* 2013), accueillie avec un vif intérêt pour ses caractéristiques de résistance et son potentiel œnologique élevé. Un deuxième cépage (blanc) fait l'objet d'une demande d'inscription et devrait être homologué d'ici trois à quatre ans.

Evolution des systèmes de culture

A Pully, la recherche accompagne la mutation des modes de culture de la vigne. L'arrivée de la mécanisation a imposé la conduite en ligne avec palissage sur fil, modifiant ainsi en profondeur les techniques traditionnelles (développement des systèmes Guyot en taille longue, ou en cordon permanent). L'évolution de la mécanisation elle-même a impacté les distances interlignes, et donc les densités de plantation: la culture large, liée aux tracteurs agricoles utilisés lors des débuts, a fait place aux systèmes mi-larges aujourd'hui dominants, rendus possibles par l'apparition de véhicules spécifiques à la viticulture (tracteurs vignerons étroits, chenillards, etc.). La recherche s'est aussi penchée sur la réduction des travaux de la feuille en testant des systèmes peu ou non

Figure 4 | Divico, le premier cépage muni de résistances élevées au mildiou, à l'oïdium et à la pourriture du raisin sélectionné par Agroscope.

palissés (culture haute et large à port partiellement ou totalement retombant). Pour les vignes en forte pente cultivées en banquettes, des systèmes de conduite à double plan de palissage (vertical ascendant et retombant vers le talus; fig. 5) ont été développés pour accroître la surface foliaire et optimiser l'énergie lumineuse (Murisier *et al.* 2001). Toutes ces évolutions, souvent anticipées, ont été validées par l'expérimentation sur le plan agronomique et œnologique. Ces travaux ont également établi quels sont les facteurs-clefs pour évaluer le potentiel des systèmes de conduite, comme un rapport feuille-fruit équilibré et un microclimat optimisé de la zone des grappes (Murisier 1996). Cette étude se poursuit aujourd'hui par l'exploration de la physiologie de la vigne, la gestion rationnelle de la haie foliaire et l'incidence de ces facteurs sur la qualité des vins.

Entretien du sol

Parallèlement à l'évolution des systèmes de conduite, la gestion du sol se modifie aussi profondément, du désherbage manuel avec travail du sol sur toute la surface jusqu'à l'arrivée des premiers herbicides dans les années soixante. Dès les années septante, de nombreux essais sont mis en place pour évaluer l'impact agronomique, environnemental et œnologique de différents modes d'entretien du sol: travail du sol, non-culture, enherbement de l'interligne. Ils ont permis de préciser les indications et limites de ces techniques et montré les impacts négatifs sur la qualité des vins blancs, en particulier, d'un enherbement mal maîtrisé qui peut entraîner un défaut d'alimentation azotée dans les moûts (Maigre *et al.* 1995). Les seuils critiques d'alimentation azotée étant précisés, des méthodes ›

Figure 6 | Le brome des toits *(Bromus tectorum)*, une espèce annuelle adaptée à l'enherbement des vignes en zones sèches, forme un mulch en été (A) et se ressème spontanément à partir de septembre (B).

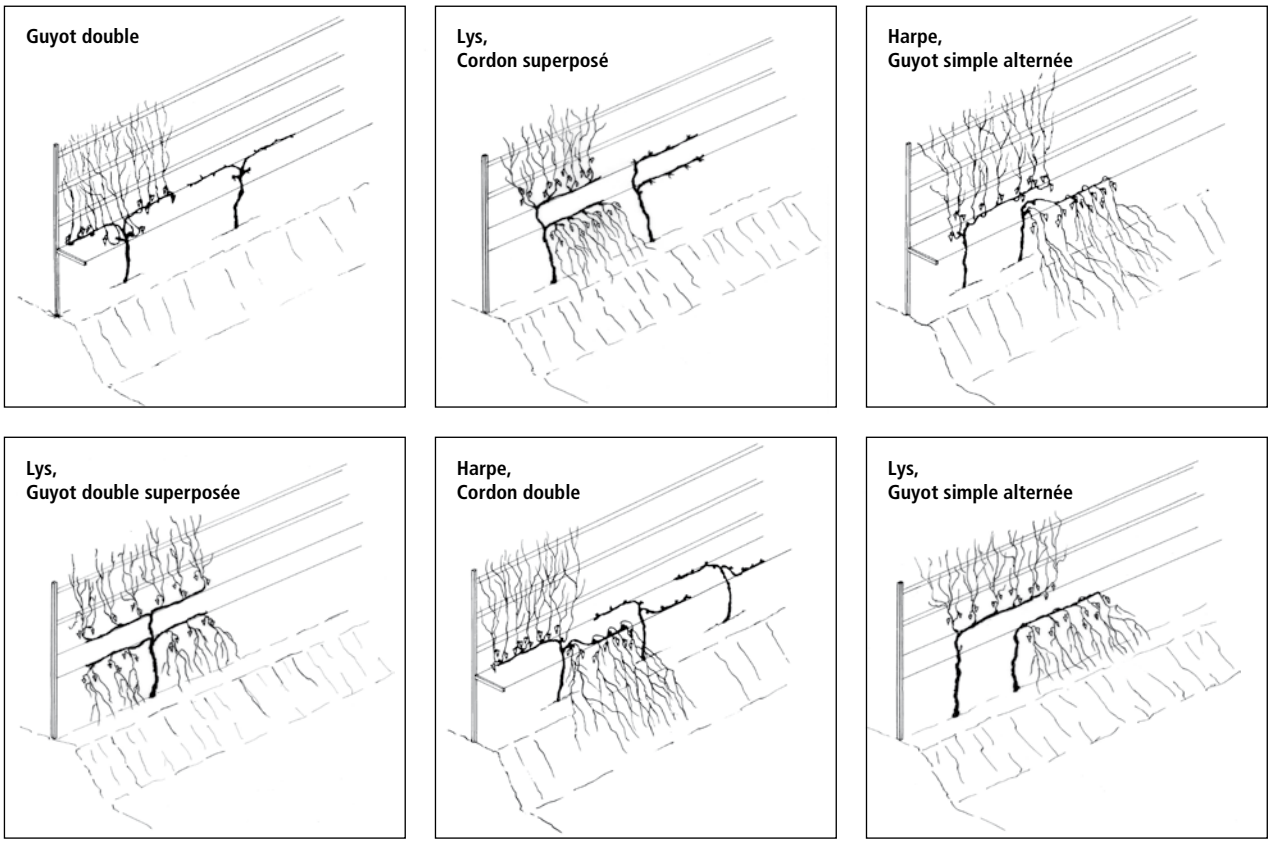


Figure 5 | Nouveaux modes de conduite expérimentés pour les vignobles en banquettes cultivés en forte pente.

sont proposées pour optimiser la gestion azotée des vignes enherbées en situations à risque, comme la localisation des apports d'azote sur le cavaillon désherbé (Spring 2003), des compléments azotés foliaire en cas de carence (Spring et Lorenzini 2006) ou encore le choix d'espèces peu concurrentielles pour l'enherbement (Spring et Delabays 2006). Ce dernier aspect se prolonge par l'étude de l'enherbement de la vigne en climat sec (fig. 6), déterminante dans la perspective d'une réduction de l'utilisation des herbicides.

Physiologie de la vigne et changements climatiques

Le domaine de Caudoz est une référence pour la phénologie du Chasselas en relation avec le climat (fig. 7), grâce au suivi ininterrompu des principaux stades de développement depuis 1925 (Spring *et al.* 2009) et à sa station de mesures Météosuisse.

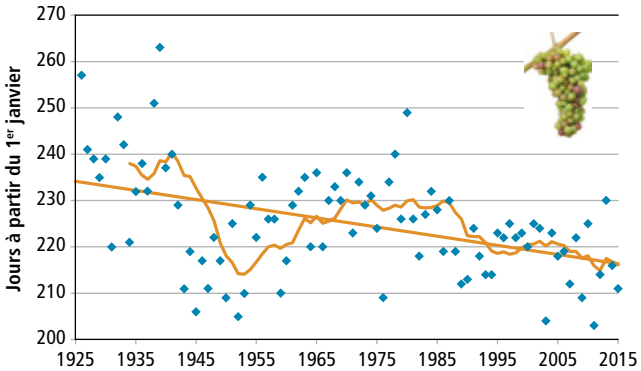


Figure 7 | Au domaine du Caudoz, les stades repères du développement du Chasselas sont relevés en continu depuis 1925; ici, le début de la véraison. Les points bleus représentent les valeurs annuelles, la courbe, la moyenne mobile sur dix ans et la droite, la tendance sur toute la période d'observation.

Face à l'évolution du climat, la station viticole du Caudoz a développé depuis les années nonante des travaux sur l'impact d'un manque d'eau, associé à des températures élevées, sur le comportement et la capacité d'adaptation des cépages et sur le potentiel de rendement et la qualité des vins (Zufferey *et al.* 2000; Spring et Zufferey 2009). L'influence de stress abiotiques (sécheresse, brusques écarts thermiques) sur l'occurrence d'accidents physiologiques comme le dessèchement de la rafle, le folletage des grappes ou la formation d'embolie (bulles d'air) dans les vaisseaux de la vigne est suivie de près en relation avec l'évolution climatique (Zufferey *et al.* 2015), de même que l'adaptation des techniques culturales et le développement de stratégies de lutte contre ces accidents. Des pistes sont explorées pour assurer une bonne gestion de la vigueur et une alimentation hydro-azotée équilibrée, notamment par le choix du matériel végétal, la gestion de l'entretien des sols et de la fumure azotée, les pratiques d'irrigation et le choix du mode de conduite et du rapport feuille-fruit. La gestion de la vigueur dans une optique qualitative exige de meilleures connaissances sur l'alimentation azotée optimale des différents cépages (expression aromatique, typicité). Des études récentes sur la répartition de l'azote dans la plante (Verdenal *et al.* 2015) permettront d'apprécier l'intérêt de certaines pratiques culturales proposées.

Influence des terroirs viticoles

L'adéquation sol-cépage-climat repose sur le choix judicieux des cépages qui expriment au mieux leur typicité et qualité dans un terroir donné. Depuis 2000, la station viticole du Caudoz étudie les caractéristiques des terroirs des cantons romands et du Tessin, en parte-

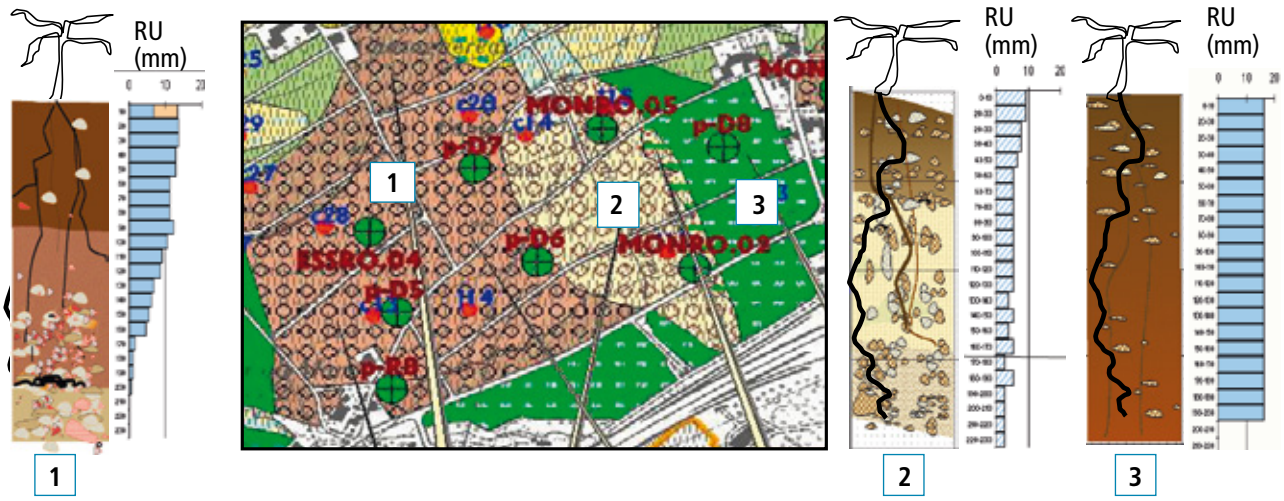


Figure 8 | Etude des terroirs vaudois (2000–2010). Exemple de cartographie de différents types de sol (schématisés d'après les profils de terrain) avec leur réserve utile en eau (RU), à Mont-sur-Rolle. 1: moraine caillouteuse peu compacte, 2: peyrosol ou moraine de retrait, très caillouteuse et perméable, 3: colluviosol profond à grande réserve en eau.

nariat avec les viticulteurs et diverses associations viticoles (fig. 8). Dans le canton de Vaud, les études ont porté sur le comportement et l'adaptation au terroir du Chasselas de 2001 à 2003 et de dix autres cépages dont le Gamaret et le Doral de 2007 à 2009. Ce projet a permis de caractériser les vins selon les conditions pédoclimatiques de la zone de production. Les facteurs explicatifs majeurs du terroir ont été le régime hydrique de la vigne et l'alimentation azotée des raisins (Zufferey et Murisier 2007; Reynard *et al.* 2011). Les effets du millésime ont également été décisifs, notamment pour les cépages à exigence thermique élevée. Au Tessin, le comportement du Merlot dans divers terroirs a de même été étudié jusqu'à l'analyse sensorielle des vins. Le comportement viticole du Cornalin et les caractéristiques viticoles et œnologiques du Pinot noir et de l'Arvine ont été observés dans les terroirs les plus représentatifs du Valais (Zufferey *et al.* 2010; 2011; Verdenal *et al.* 2012).

La caractérisation des terroirs viticoles, en particulier leur régime hydrique et leur nutrition azotée, permet de mieux comprendre le comportement des cépages selon leurs exigences spécifiques et ainsi d'orienter l'encépagement du vignoble qui doit être réfléchi à long terme. De même, le choix de techniques culturales adaptées aux conditions pédoclimatiques permet de mettre en valeur le potentiel qualitatif et l'originalité de nos terroirs. ■

Bibliographie

- Faes H. & Porchet F., 1916. La Station viticole cantonale vaudoise de Lausanne de 1886–1916, étude rétrospective sur son organisation, ses recherches, ses publications, et sa participation à la défense du vignoble vaudois. Ed. Imprimerie Vaudoise, Lausanne, 105 p.
- Gindro K., Spring J.-L., Pezet R., Richter H. & Viret O., 2006. Histological and biochemical criteria for objective and early selection of resistant grapevine cultivars resistant to *Plasmopara viticola. Vitis* **45** (4),191–196.
- Maigre D., Aerny J. & Murisier F., 1995. Entretien des sols viticoles et qualité des vins de Chasselas: influence de l'enherbement permanent et de la fumure azotée. *Revue suisse Vitic., Arboric., Hortic.* **27**, 237–251.
- Maigre D., Brugger J.-J. & Gugerli P., 2003. Sauvegarde, conservation et valorisation de la diversité génétique de la vigne en Valais (Suisse). *Bulletin de l'OIV* **76**, 230–241.
- Murisier F., 1996. Optimalisation du rapport feuille-fruit de la vigne pour favoriser la qualité du raisin et l'accumulation des glucides de réserve. Relation entre le rendement et la chlorose. Thèse EPFZ n° 11729, 132 p.
- Murisier F., Ferretti M. & Zufferey V., 2001. Nouveaux systèmes de conduite pour les vignes en forte pente. Essais sur Merlot au Tessin. 1. Résultats agronomiques. *Revue suisse Vitic., Arboric., Hortic.* **33** (1), 25–33.
- Reynard J.-S., Zufferey V., Nicol G.-N. & Murisier F., 2011. Soil parameters impact the vine-fruit-wine continuum by altering vine nitrogen status. *J. Int. Sci. Vigne Vin* **45** (4), 211–221.
- Simon J.-L., Schwarzenbach J., Mischler M., Eggenberger W. & Koblet W., 1977. Viticulture. Payot, Lausanne, 195 p.
- Spring J.-L., 2003. Localisation de la fumure azotée sur l'intercep dans les vignes enherbées. Résultats d'un essai sur Chasselas dans le bassin lémanique. *Revue suisse Vitic., Arboric., Hortic.* **35** (2), 113–119.
- Spring J.-L. & Lorenzini F., 2006. Effet de la pulvérisation foliaire d'urée sur l'alimentation azotée et la qualité du Chasselas en vigne enherbée. *Revue suisse Vitic., Arboric., Hortic.* **38** (2), 105–113.
- Spring J.-L. & Delabays N., 2006. Essai d'enherbement de la vigne avec des espèces peu concurrentielles. *Revue suisse Vitic., Arboric., Hortic.* **38** (6), 355–359.
- Spring J.-L. & Zufferey V., 2009. Influence de l'irrigation sur le comportement de la vigne et sur la qualité de cépages rouges dans les conditions du Valais central. *Revue suisse Vitic., Arboric., Hortic.* **41** (2), 103–111.
- Spring J.-L., Viret O. & Bloesch B., 2009. Phénologie de la vigne: quatre-vingt-quatorze ans d'observation du Chasselas dans le bassin lémanique. *Revue suisse Vitic., Arboric., Hortic.* **41** (3), 151–155.
- Spring J.-L., Gindro K., Voinesco F., Jermini M. & Viret O., 2013. Divico, premier cépage résistant aux principales maladies de la vigne sélectionné par Agroscope. *Revue suisse Vitic., Arboric., Hortic.* **45** (5), 292–303.
- Spring J.-L. & Reynard J.-S., 2015. Sélection clonale d'Agroscope. Catalogue des clones diffusés par la filière de certification suisse. *Revue suisse Vitic., Arboric., Hortic.* **47** (1), 75–78.
- Verdenal T., Zufferey V., Spring J.-L., Jourjon M. & Viret O., 2012. Comportement du cépage Arvine dans le vignoble de Fully (Valais, Suisse). *Revue suisse Vitic., Arboric., Hortic.* **44** (6), 378–384.
- Verdenal T., Spangenberg J., Zufferey V., Lorenzini F., Spring J.-L. & Viret O., 2015. The effect of fertilization timing on partitioning of foliar applied nitrogen in grapevine cv. Chasselas: a ^{15}N labelling approach. *Australian Journal of Grape and Wine Research* **21**, 110–117.
- Zufferey V., Murisier F. & Schultz H. R., 2000. A model analysis of the photosynthetic response of *Vitis vinifera* L. cvs. Riesling and Chasselas leaves in the field: I. Interaction of age, light and temperature. *Vitis* **39** (1), 19–26.
- Zufferey V. & Murisier F., 2007. Assessment of plant hydraulics in grapevine on various «terroirs» in the Canton of Vaud (Switzerland). *J. Int. Sci. Vigne Vin* **41** (2), 95–102.
- Zufferey V., Spring J.-L., Verdenal T., Viret O., Parvex C., Pont M. & Favre G. 2010. Comportement du Pinot noir dans les conditions du vignoble valaisan. *Revue suisse Vitic. Arboric. Hortic.* **42** (6): 376–383.
- Zufferey V., Spring J.-L., Verdenal T. & Viret O., 2011. Comportement du Cornalin dans les conditions du vignoble valaisan. *Revue suisse Vitic., Arboric., Hortic.* **43** (4), 254–262.
- Zufferey V., Spring J.-L., Voinesco F., Viret O. & Gindro K., 2015. Physiological and histological approaches to study berry shrivel in grapes. *J. Int. Sci. Vigne Vin* **49**, 113–125.

MICROTHIOL SPÉCIAL®

DISPERSS

SOUFRE EN MICROGRANULÉS HYPERDISPERSIBLES

DISPONIBLE DANS VOTRE Landi

Marque déposée de Cerexagri - Homologation n° W2675 - Teneur : 80% de soufre à l'état libre. Bien lire l'étiquette avant toute utilisation et bien respecter les précautions d'emploi.

cerexagri
United Phosphorus Ltd

An-MSPD2010/2012-135x190 - Crédit photo : Getty Images - Bruno Morandi

PRODUITS POUR LES PROFESSIONNELS : RESPECTER LES CONDITIONS D'EMPLOI

Pépinières Ph. Borioli
Partenaire de votre réussite

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

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

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

CH-2022 BEVAIX
Tél. 032 846 40 10 Fax 032 846 40 11
E-mail: info@multivitis.ch www.multivitis.ch

DOMAINE DU MONT D'OR
ÉLÉGANCE ET RAFFINEMENT

Domaine du Mont d'Or
Rue de Savoie 64 | 1951 Sion
www.montdor.ch

Alphatec

1350 Orbe Tél. 024 442 85 40
8165 Oberweningen ZH Tel. 044 853 06 46

FELCO®
SWISS MADE

NOUVEAU!

max. 35mm

Felco 811

Léger, rapide, maniable – pour tous les types de végétaux

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

Amélioration de la qualité des raisins rouges par passerillage sur souche: essais sur Carminoir au Tessin

Vivian ZUFFEREY[1], Mirto FERRETTI[2], Roberto RIGONI[2], François MURISIER[1], Johannes RÖSTI[3], Fabrice LORENZINI[4], Ágnes DIENES-NAGY[4], Sandrine BELCHER[4], Carole KOESTEL[3], Thibaut VERDENAL[1], Jean-Laurent SPRING[1] et Olivier VIRET[3]

[1]Agroscope, Institut des sciences en production végétale IPV, 1009 Pully, Suisse

[2]Agroscope, Institut des sciences en production végétale IPV, 6593 Cadenazzo, Suisse

[3]Agroscope, Institut des sciences en production végétale IPV, 1260 Nyon, Suisse

[4]Agroscope, Institut des sciences en denrées alimentaires IDA, 1260 Nyon, Suisse

Renseignements: Vivian Zufferey, e-mail: vivian.zufferey@agroscope.admin.ch, tél. +41 58 468 65 62, www.agroscope.ch

Grappe du cépage Carminoir.

Introduction

La technique du passerillage sur souche consiste à tailler la branche à fruits au cours de la maturation du raisin. Les moûts obtenus ainsi sont plus riches en sucres et les vins plus colorés et structurés, avec des tanins de qualité supérieure (Rösti *et al.* 2011). Cette technique initialement proposée par Cargnello (1992) a été testée dans différents vignobles européens sur divers cépages (Garofolo *et al.* 1995; Persuric *et al.* 1998). Le passerillage a notamment donné de bons résultats au Tessin avec les cépages Merlot (Murisier *et al.* 2002; 2003; Rösti *et al.* 2011) et Diolinoir (Zufferey *et al.* 2014).

Les vignobles septentrionaux sont régulièrement soumis à des conditions climatiques très variables qui ne garantissent pas chaque année une maturité optimale du raisin. Des précipitations abondantes en septembre, assez courantes au Tessin, peuvent perturber le bon déroulement de la maturation du raisin et augmentent le risque de pourriture.

Dans ce contexte, des essais de passerillage sur souche ont été réalisés sur le cépage Carminoir au domaine expérimental d'Agroscope à Gudo (TI). Le cépage Carminoir (Pinot noir x Cabernet Sauvignon, croisement obtenu par Agroscope en 1982), en expérimentation depuis près de trente ans dans les domaines de Gudo et Cugnasco, présente un grand potentiel œnologique par ses vins puissants, colorés, tanniques et caractérisés par une complexité aromatique très intéressante (Spring et Ferretti 2007). Cependant, sa maturation tardive a besoin de conditions climatiques clémentes, ce qui le réserve aux meilleures situations viticoles suisses, dont le Tessin (Spring et Ferretti 2003).

Cette publication relate les expériences de passerillage sur souche (résultats agronomiques, œnologiques et sensoriels) faites avec ce cépage dans les conditions tessinoises de 2007 à 2014.

Résumé

Un essai de prétaille de la branche à fruits avant la vendange (passerillage sur souche) a été mené sur le cépage Carminoir au domaine expérimental d'Agroscope à Gudo (TI) de 2007 à 2014. Le passerillage sur souche a réduit le rendement de 24 % en moyenne sur les huit années d'étude par rapport au témoin. Le passerillage a permis d'augmenter la teneur en sucre des raisins et de garder des acidités totale et malique plus élevées que dans le témoin. L'intensité colorante, la teneur en anthocyanes et l'indice des polyphénols totaux ont été supérieurs dans les vins de la variante passerillée. Lors de la dégustation, les vins issus du passerillage ont été un peu mieux appréciés, surtout pour leur intensité et la qualité des tanins, jugés plus charpentés, tendres et enrobés que ceux du témoin.

Matériel et méthodes

Dispositif expérimental

L'étude a été menée dans le vignoble expérimental de Gudo au Tessin. L'essai est implanté sur un brunisol acide (pH 5,9), sableux (74 % de sable) et peu caillouteux avec seulement 8 % d'argile, dépourvu de calcaire et très riche en matière organique (6,2 %). A Gudo, la température annuelle est de 12,1 °C (16,6 °C durant la période de végétation) et les précipitations sont élevées (2005 mm par an durant la période d'expérimentation 2007–2014).

La parcelle d'essai, plantée en 1992, est conduite en banquettes avec un rang de vigne par banquette et un seul plan de palissage vertical. La distance entre les rangs s'élève à 3,0 m et entre les ceps à 0,80 m. La vigne est conduite en Guyot simple avec huit rameaux par cep maintenus après l'ébourgeonnement (deux de réserve et six sur la branche à fruits). La haie foliaire a été maintenue à 120 cm par les rognages afin d'obtenir une surface foliaire exposée potentielle d'environ 10 000 m² par hectare. Le porte-greffe choisi a été le 3309C. L'essai a été installé en blocs randomisés de 13 à 15 ceps, avec quatre répétitions.

Les essais ont été réalisés de 2007 à 2014, en taillant la branche à fruits toujours sur les mêmes ceps. La prétaille a été effectuée 10 à 20 jours avant la récolte (tabl. 1), lorsque la teneur en sucre des raisins atteignait environ 85 °Oe (20,5 Brix). La branche à fruits a été taillée chaque année au même endroit, soit après le premier rameau du long bois. Trois rameaux par cep (deux sur le courson de réserve + le premier de la branche à fruits) formaient la partie non taillée (PNT) et cinq rameaux situés sur la zone terminale du long bois composaient la partie taillée (PT), dont les grappes étaient soumises au passerillage sur souche. Cette variante a été comparée à un témoin (T) sans taille de la branche à fruits.

Contrôles

Rendement et maturité du raisin

Le rendement obtenu après le passerillage sur souche a été comparé avec celui du témoin non prétaillé. Aux vendanges, la teneur en sucre (°Oe), l'acidité totale (exprimée en g/l d'acide tartrique), le pH et le poids moyen de la baie ont été systématiquement mesurés.

Les raisins de chaque variante (témoin, PT et PNT) ont été vendangés séparément et les analyses (sucre, acidité totale, acides tartrique et malique, pH et indice de formol) réalisées au laboratoire d'Agroscope à Changins.

Vinification

Les raisins ont été vinifiés à la cave expérimentale à Changins. Deux lots de raisin (témoin et passerillage regroupant les parties PT et PNT) ont été vinifiés séparément chaque année. La vinification a été faite de façon classique (égrappage, cuvaison jusqu'à fermentation complète des sucres, moûts sulfités à 50 mg/l, fermentation alcoolique de 6 à 10 jours, remontages réalisés par pigeage manuel). Après fermentation malolactique, les vins ont été stabilisés chimiquement par ajout de SO_2 et physiquement (6 à 8 semaines de mise au froid à 0 °C), avant d'être mis en bouteille.

Tableau 1 | Essai de passerillage sur souche avec le cépage Carminoir à Gudo (TI). Durée de passerillage (2007–2014), gain de sucre et conditions climatiques

Années	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
Taille de la branche à fruits (date)	7.09	25.09	16.09	10.09	8.09	19.09	25.09	18.09
Récolte (date)	25.09	14.10	5.10	20.09	26.09	8.10	15.10	30.09
Gain de sucre (°Oe)	**+12,3**	**+4,9**	**+15,7**	**+10,7**	**+21,0**	**+5,0**	**+6,0**	**+6,0**
Précipitations (mm)	110	8	37	16	88	185	130	13
Température moyenne (°C)	16,8	12,4	17,1	17,4	19,0	15,5	14,1	15,7

Analyses chimiques et organoleptiques
Les composés phénoliques ont été analysés après fermentation alcoolique et après mise en bouteille. L'indice de phénols totaux a été mesuré par absorbance à 280 nm. Les anthocyanes ont été dosées par la méthode de décoloration à l'anhydride sulfureux (Ribéreau-Gayon et Stonestreet 1965). L'intensité colorante (520 nm +420 nm) a été déterminée par photospectrométrie. Les dégustations ont été faites par le collège de dégustateurs d'Agroscope à Changins, au mois de mai de chaque année.

Arrière-effets
Le taux de fertilité des bourgeons a été calculé de 2007 à 2014 en décomptant, avant fleur, le nombre d'inflorescences par rameau. Le poids frais des rognages a été mesuré sur l'ensemble des souches par répétition, de 2008 à 2014.

Résultats et discussion

Rendement
Le rendement du témoin s'est élevé à 0,75 kg/m² en moyenne des années et celui des souches prétaillées (cumul PT + PNT) à 0,57 kg/m² (tabl. 2). La perte de rendement due au passerillage des raisins sur souche atteint 24 % en moyenne des années avec des variations se situant entre 18 et 35 %. Les très faibles rendements enregistrés en 2014 sont dus en partie aux dégâts de pourriture acétique survenus à la fin de la maturation, qui ont exigé un tri sévère de la vendange. La diminution du poids moyen de la baie (résultats non présentés) observée sur les grappes passerillées explique en grande partie la réduction de rendement de la partie prétaillée des souches.

Les divers essais de passerillage sur souche menés dans les conditions tessinoises avaient montré des pertes de rendement de l'ordre de 13 à 17 % en moyenne des années sur le cépage Merlot (Murisier *et al.* 2002; Rösti *et al.* 2011) et de 15 à 33 % sur le cépage Diolinoir (Zufferey *et al.* 2014).

Teneur en sucre (fig. 1A)
La teneur en sucre des moûts de la partie prétaillée (PT) a été systématiquement supérieure à celle du témoin. Les gains en sucre ont varié selon les années de +4,9 à +21 °Oe (tabl. 1). L'augmentation de la teneur en sucre s'expliquerait en partie par la diminution du poids de la baie, indiquent Murisier *et al.* 2002 dans une expérimentation identique de passerillage sur

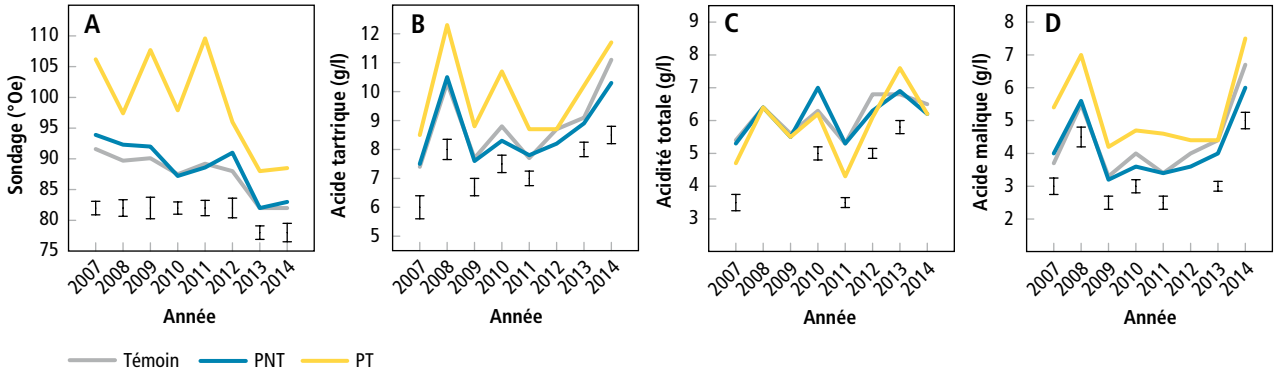


Figure 1 | Essai de passerillage sur Carminoir à Gudo (TI). Effet sur la teneur en sucre (°Oe), l'acidité totale, l'acide malique et l'acide tartrique, de 2007 à 2014. PNT = partie non taillée; PT = partie taillée; Témoin = variante sans passerillage. I: significativement différent à 0,05.

Tableau 2 | Essai de passerillage sur Carminoir à Gudo (TI). Effet sur le rendement (kg/m²)

Variantes	Rendement (kg/m²)								
	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	Ø 2007–2014
Témoin	**0,79**	**0,90**	**0,76**	**0,73**	**0,83**	**0,72**	**0,85**	**0,38**	**0,75**
PNT	0,33	0,40	0,27	0,24	0,24	0,22	0,30	0,17	
Passerillage	**0,61**	**0,73**	**0,51**	**0,58**	**0,54**	**0,55**	**0,65**	**0,37**	**0,57**
PT	0,28	0,33	0,24	0,34	0,30	0,33	0,35	0,20	
ppds à 0,05	0,08 0,05	0,10 0,13	0,08 0,10	0,07 0,10	0,11 0,12	0,10 0,11	0,11 0,12	N.S. N.S.	0,10

PNT = partie non taillée, PT = partie taillée, Témoin = variante sans passerillage. N.S. = non significatif.

souche menée avec le cépage Merlot à Gudo. Notons également que les raisins issus de la partie non taillée (PNT) ont montré la même concentration en sucre que celle des raisins du témoin.

Selon les observations de Murisier *et al.* (2002), les conditions climatiques prévalant durant le passerillage semblent déterminantes pour expliquer le degré de concentration observé dans les raisins passerillés sur souche (tabl. 1). La quantité de précipitations enregistrées durant la période de passerillage n'est probablement pas le facteur le plus décisif, mais la température moyenne semble déterminante. En effet, les fortes concentrations observées en 2009 et 2011 paraissent dues à des températures moyennes élevées et, à l'inverse, les faibles concentrations de 2008, 2012, 2013 et 2014 à des températures plus fraîches. Il faudrait peut-être également prendre en compte l'humidité relative de l'air, qui malheureusement n'est pas enregistrée à Gudo. L'effet marqué de la température moyenne des jours de passerillage sur la concentration en sucre des raisins passerillés sur souche a également été relevé par Murisier *et al.* (2002), Rösti *et al.* (2011) et Zufferey *et al.* (2014).

Acidité totale, tartrique et malique

Les moûts de raisins passerillés (PT) ont eu chaque année plus d'acidité totale que le témoin et les raisins de la partie non taillée (PNT) (fig. 1B). Ces différences proviennent certainement de l'acide malique (fig. 1D), plus élevé dans les raisins prétaillés que dans ceux du témoin, entre 0,3 et 1,1 g/l. Les écarts d'acidité correspondent globalement à ceux de la teneur en sucre. Par contre, la prétaille de la branche à fruits a plutôt fait baisser l'acide tartrique (fig. 1C), ce que mentionnent déjà Murisier *et al.* (2002) pour le Merlot et Zufferey *et al.* (2014) pour le Diolinoir.

L'indice de formol a eu tendance à augmenter dans les raisins de la partie prétaillée six années sur huit (+0,2 à +3,6 unités selon les années) par rapport aux raisins de la partie non taillée, à l'exception des millésimes 2008 et 2013 (résultats non présentés).

Arrière-effets du passerillage

Les mesures des poids frais de rognage cumulés durant la saison ont montré que la prétaille en fin de maturation a réduit la croissance estivale des rameaux (tabl. 3) de manière significative cinq années sur sept.

La fertilité des bourgeons n'a pas été affectée par la prétaille de la branche à fruits au cours de l'étude (résultats non présentés). Les différences de fertilité (légèrement plus faible dans la partie taillée par rapport au témoin) n'ont jamais été statistiquement significatives.

Analyses des vins

Les teneurs en alcool des vins de la variante passerillée (PT + PNT) ont été un peu supérieures à celles du témoin (fig. 2A), avec des écarts de +0,1 à +0,7 % Vol selon les années, en faveur de la variante passerillée. Les millésimes 2007, 2009 et 2011 ont fourni les plus hauts taux d'alcool pour la variante avec raisins passerillés (13,3 à 13,5 % Vol).

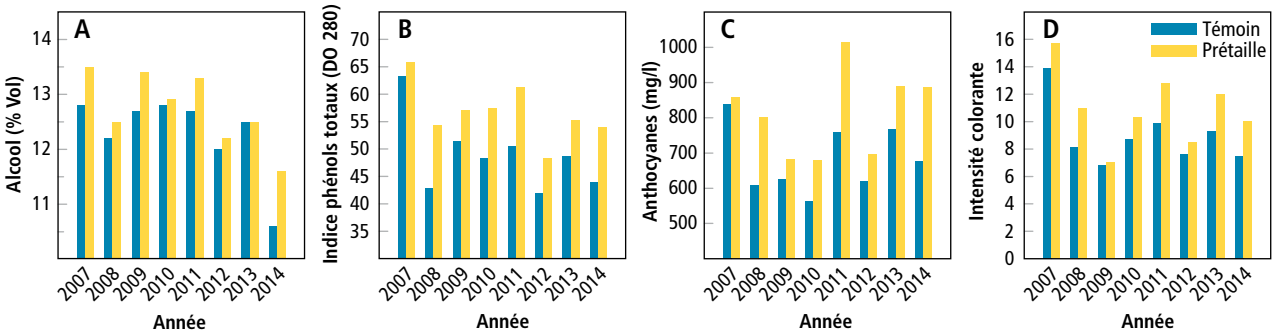


Figure 2 | Essai de passerillage sur Carminoir à Gudo (TI). Analyses des vins en bouteille: teneur en alcool, indice des phénols totaux, anthocyanes et intensité colorante. Témoin sans passerillage et variante passerillée (partie taillée et non taillée ensemble), 2007–2014.

Tableau 3 | Essai de passerillage sur Carminoir à Gudo (TI). Poids frais des rognages (g/cep) (2008–2014)

Années	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	Ø 2008–2014
Témoin	462	525	641	579	540	483	594	**547**
Prétaille (PT +PNT)	414	423	413	380	421	367	429	**406**
ppds (0,05)	N.S.	90	110	85	104	N.S.	133	**124**

N.S. = non significatif.

L'acidité totale des vins a été peu influencée par le passerillage sur souche (assemblage PT + PNT); le pH des vins a été très légèrement supérieur chez la variante passerillée, mais les différences étaient faibles. L'acidité volatile était équivalente entre le témoin et le passerillage, avec des valeurs restées basses (résultats non présentés).

L'indice de phénols totaux des vins passerillés a systématiquement dépassé celui du témoin, et cela indépendamment du taux de concentration (fig. 2B).

La teneur en anthocyanes et l'intensité colorante étaient également toujours plus élevées dans les vins de raisins passerillés que dans le témoin (fig. 2C-2D).

Analyses sensorielles des vins

La dégustation du millésime, réalisée au printemps de l'année suivante, a mis en évidence des différences organoleptiques intéressantes entre les vins du témoin et de la variante passerillée (tabl. 4). Sur l'ensemble des millésimes, l'intensité de la couleur a été plus marquée chez les vins passerillés.

Aucune différence dans la qualité des arômes n'a été relevée entre la variante passerillée et le témoin. Au palais, les vins de la variante passerillée ont été notés, plus structurés (six années sur huit), avec une intensité tanique un peu plus forte pour sept millésimes sur huit, mais de façon non significative. La qualité globale des tanins a été mieux appréciée chez les vins passerillés dont les tanins ont été décrits comme plus tendres et plus fermes que ceux des vins du témoin, à l'exception des millésimes 2008 et 2013. A l'impression générale, les vins de la variante passerillée ont été préférés au témoin six millésimes sur huit, mais de manière significative pour un millésime sur huit.

Conclusions

- Le passerillage sur souche a diminué le rendement de 24 % en moyenne des huit années d'expérimentation par rapport au témoin non passerillé.
- Le passerillage a permis d'augmenter la teneur en sucre des moûts et a favorisé le maintien d'une acidité totale et une acidité malique des moûts plus élevée. Les valeurs d'acide tartrique ont été un peu plus faibles dans la partie prétaillée que dans le témoin.
- Les conditions climatiques, et notamment la température, qui ont prévalu durant la période du passerillage permettent d'expliquer en partie le degré de concentration des raisins.
- La prétaille réalisée chaque année sur les mêmes souches n'a pas entraîné d'arrière-effets marqués sur la fertilité des bourgeons. Par contre, les souches prétaillées ont présenté des poids de rognage plus faibles que le témoin.
- L'indice de phénols totaux, la teneur en anthocyanes et l'intensité colorante des vins issus de raisins passerillés ont été supérieurs à ceux du témoin.
- A la dégustation, les vins de la variante passerillée ont été légèrement préférés à ceux du témoin (six millésimes sur huit). Les différences se sont surtout marquées dans l'intensité de la couleur et des tanins, ainsi que dans la structure et la qualité des tanins. ■

Tableau 4 | Résultats de l'analyse sensorielle des vins de l'essai de passerillage sur souche sur Carminoir à Gudo (TI). Dégustation faite en mai de l'année suivant la récolte. Notes croissantes d'intensité ou de qualité de 0 à 7. Différences entre la prétaille (PT + PNT) et le témoin

		2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
Intensité de la couleur		−0,01	+0,22	+0,02	+0,26*	+0,05	+0,13*	+0,06	+0,18
Qualité des arômes		+0,29	−0,07	−0,09	−0,02	+0,12	+0,15	+0,06	+0,13
Structure		+0,28*	−0,10	+0,10	+0,21	+0,25*	+0,21*	−0,07	+0,20
Acidité		−0,01	+0,12	−0,27	+0,11	−0,09	+0,04	−0,03	+0,10
Intensité tannique		+0,19*	+0,15	− 0,20	+0,27	+0,22	+0,06	+0,00	+0,10
Qualité des tanins		+0,21	−0,26	+0,24	+0,25	+0,30*	+0,16	−0,13	+0,07
Rêcheur des tanins		−0,25	+0,27	−0,22	−0,40	−0,42	−0,12	+0,21	−0,11
Tendresse des tanins		+0,25	−0,45	+0,28	+0,27	+0,44*	−0,16	+0,12	+0,02
Fermeté des tanins		+0,48*	+0,07	+0,03	+0,32	+0,31*	+0,29	−0,20	+0,30
Impression générale	Témoin	**4,91**	**5,06**	**4,33**	**4,44**	**4,38**	**4,72**	**4,48**	**4,23**
	Prétaille	**5,31**	**4,67**	**4,56**	**4,68**	**4,75**	**4,94**	**4,41**	**4,38**
	Ecart	+0,40	−0,39	+0,23	+0,24	+0,37*	+0,22	−0,07	+0,15

* = significativement différent à 0,05.

Summary

Improvement of red wine quality through partial grape drying on the trellis: essay on the grapevine variety Carminoir in Ticino

An essay of partial drying on the vine, with pruning of the fruit cane before harvest, was made on the cultivar Carminoir in the Agroscope research vineyard in Gudo (TI), from 2007 to 2014. The partial grape drying was linked to yield loss of 24 % in average. Sugar content was improved with the technique of grape drying in the vine. The total acidity and the malic acid of the must were also higher in the dried grape, as welle as the wine color intensity, the anthocyanin content and the polyphenols index. At the testing, the wines resulting from the dried grape were slightly preferred to those issued from the control. The main differences were noticed in the intensity and the quality of the tannins.

Key words: partial grape drying, red wine quality.

Zusammenfassung

Verbesserung der Traubenqualität durch Eintrocknen mit Fruchtrutenschnitt: Versuche mit Carminoir im Tessin

Ein Eintrocknungversuch mit Fruchtrutenschnitt vor der Ernte wurde von 2007 bis 2014 mit der Sorte Carminoir im Versuchsrebberg von Agroscope in Gudo (TI) durchgeführt. Das Eintrocknen am Stock verringerte den Ertrag während den acht Versuchsjahren im Durchschnitt um 24 % im Vergleich zur Kontrolle. Das Eintrocknen führte zur Steigerung des Zuckergehalts der Trauben und zum Erhalt der Gesamt- und Äpfelsäure auf einem höheren Niveau als bei der Kontrolle. Die Farbintensität, der Anthocyangehalt und die Gesamtpolyphenole waren alle höher in den Weinen aus eingetrockneten Trauben. Bei der Verkostung wurden die Weine aus eingetrockneten Trauben etwas besser bewertet. Vor allem sind die Fülle und Qualität der Gerbstoffe hervorzuheben, welche im Vergleich zu den Kontrollweinen als feinkörniger, weicher und besser eingebunden beschrieben wurden.

Riassunto

Appassimento dell'uva sul ceppo, tecnica per migliorare la qualità dell'uva rossa. Prova eseguita sul vitigno Carminoir in Ticino

Una prova di appassimento dell'uva sul ceppo (taglio del capo prima della vendemmia) è stata eseguita sul vitigno Carminoir nel vigneto sperimentale dell'Agroscope a Gudo (TI) dal 2007 al 2014. La riduzione della resa, legata all'appassimento dell'uva sul ceppo è stata, in media del 24 % negli otto anni di studio, rispetto al testimone. L'appassimento sul ceppo ha permesso di aumentare il tenore zuccherino nelle uve e mantenere un acidità totale e malica dei mosti superiore al testimone. L'intensità colorante, il tenore in antociani dei vini e l'indice dei polifenoli, sono stati superiori nella variante con appassimento. Alla degustazione, i vini ottenuti con l'appassimento dell'uva, sono stati regolarmente preferiti, soprattutto per la loro struttura, intensità e qualità dei tannini, giudicati più robusti, morbidi e rotondi rispetto al testimone.

Remerciements

Tous les collaborateurs des groupes de recherche viticulture, œnologie, analyse des vins qui ont participé à cette expérimentation sont vivement remerciés pour leur collaboration.

Bibliographie

- Cargnello G., 1992. Premières recherches sur la «double maturation raisonnée» du raisin au vignoble. 40e Symposium international de physiologie de la vigne, San Michele all'Adige, Univ. de Torino, 453–456.
- Garofolo A., Tiberi D. & Cargnello G., 1995. Amélioration qualitative (qualité-économique) des vins: Cesanese D.O.C. Optimisation de la maîtrise de la production (quali-quantitative) à travers la technique de la «double maturation raisonnée» (D.M.R.) dans le Lazio. Proceedings 8es Journées du GESCO, 3–5 juillet 1995, Vila do Conde, Portugal, 301–308.
- Murisier F., Ferretti M., Rigoni R. & Zufferey V., 2002. Amélioration de la qualité des raisins rouges par le passerillage sur souche: essais sur Merlot au Tessin. 1. Résultats agronomiques. *Revue suisse Vitic., Arboric., Hortic.* **34** (6), 381–386.
- Murisier F., Ferretti M., Rigoni R. & Zufferey V., 2003. Amélioration de la qualité des raisins rouges par le passerillage sur souche: essais sur Merlot au Tessin. 2. Résultats œnologiques. *Revue suisse Vitic., Arboric., Hortic.* **35** (3), 187–189.
- Persuric D., Selic E. & Cargnello G., 1998. Red cultivators suitabilities for a technics of "double ripening" in Istria (Croatia). Comptes rendus des 10es Journées d'études du GESCO, Changins (CH), 26–28 mai 1998, 162–165.
- Rösti J., Brégy C.-A., Cuénat P., Ferretti M. & Zufferey V., 2011. Le passerillage sur souche améliore la qualité des vins rouges. *Revue suisse Vitic., Arboric., Hortic.* **43** (5), 298–306.
- Spring J.-L. & Ferretti M., 2003. Comportement du nouveau cépage rouge Carminoir au Tessin et en Valais. *Revue suisse Vitic., Arboric., Hortic.* **35** (5), 271–275.
- Spring J.-L. & Ferretti M., 2007. Influence du rendement sur la qualité des raisins et des vins de Carminoir cultivé au Tessin. *Revue suisse Vitic., Arboric., Hortic.* **39** (6), 353–356.
- Zufferey V., Murisier F. & Ferretti M., 2014. Amélioration de la qualité des raisins rouges par passerillage sur souche. Essai sur Diolinoir au Tessin. *Revue suisse Vitic., Arboric., Hortic.* **46** (4), 232–238.

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

Zimmermann sa

PaliSystem Fabrication suisse

www.zimmermannsa.ch

NOUVEAU

PIQUETS DE VIGNE

ZIGI MAC 4

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

CMZimmermann SA
1268 BEGNINS
Tél. 022 366 13 17 – Fax 022 366 32 53

Arbres fruitiers
du professionnel

Pour la saison de plantation automne 2016, les variétés suivantes sont encore disponibles:

Gravensteiner Friedli	M27, J-TE-E*
Gravensteiner Rellstab	M27, J-TE-E*
Boskoop HERR	J-TE-E*, M27
Cox Korallo	J-TE-E*
Cox Lavera	J-TE-E*
Rubinette, rosso*	J-TE-F*
Galaxy Gala*	J-TE-E*, J-OH-A*, FL-56, M9
Jugala*	FL-56, J-TE-E*, B-9, J-OH-A*
Elshof*	J-OH-A*
Milwa (Diwa)*	FL-56, M9 VF, B-9
Kiku 8*	M9
Jonagold Novajo*	M27, J-TE-E*, J-OH-A*
La Flamboyante (Mairac)*	J-TE-F*, J-TE-E*
Golden Reinders*	M9, J-TE-E*, FL-56, M9 VF
Braeburn Hillwell*	FL-56, M9 VF, B-9
Pinova*	J-OH-A*
Topaz* RT**	J-TE-E*, J-OH-A*, FL-56
Red Topaz* RT**	J-OH-A*, FL-56, J-TE-E*
Rubinola* RT**	J-TE-F*
Mira* RT**	FL-56
Sirius* RT**	J-TE-E*
Opal* RT**	M9 VF, J-OH-A*, FL-56, B-9
Solaris* RT**	J-OH-A*
Karneval* RT**	J-OH-A*, FL-56
Admiral* RT**	J-TE-E*, M27
Juno* RT**	J-TE-E*, M9
Allegro* RT**	J-TE-E*, M9, J-OH-A*
Diana* RT**	J-TE-E*, M9
Lucy* RT**	J-TE-E*, J-OH-A*, FL-56
Bonita* RT**	FL-56, B-9, J-TE-E*, J-OH-A*

*Variétés protégées **RT = résistant à la tavelure

Zone protégée ZP-b2

Nous avons encore à disposition plusieurs variétés de pommiers ainsi qu'un grand choix de poiriers pour la table, de pruniers et de cerisiers. Nous disposons aussi d'un large assortiment de pommiers et de poiriers pour les jus, de pruniers et de cerisiers à hautes tiges.

Liste complète des variétés sur www.dickenmann-ag.ch

Erich Dickenmann AG
dipl. Obstbau-Ing. HTL
Baumschulen und Obstkulturen
Bächistrasse 1
8566 Ellighausen TG
Tél. 071 697 01 71
Fax 071 697 01 74
Natel 079 698 37 29
erich.dickenmann@dickenmann-ag.ch
www.dickenmann-ag.ch

Avantage de la levure 1895C

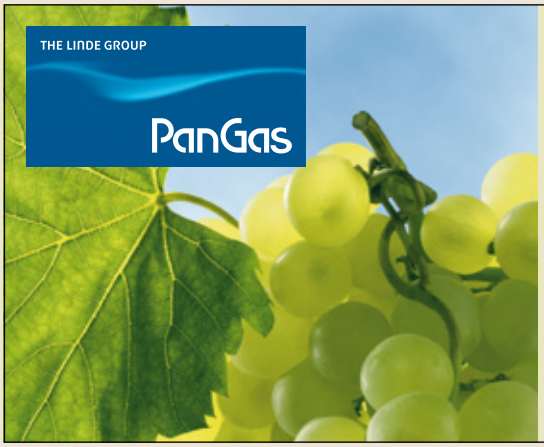
+ Utilisation économique (10 g/hl)
+ 100% fructophile
+ Seulement ⅓ de biomasse environ
+ Renforce l'arôme typique de chaque cépage
+ Très peu de formation de H_2S
+ Aucune formation de mousse
+ nouveau en paquet de 125 g

swiss-wineyeast.ch

1895C yeast

Selected from nature
Saccharomyces cerevisiae

Swiss Wineyeast GmbH | Seestrasse 867 | CH-8706 Meilen
+41 44 793 11 15 | info@swiss-wineyeast.ch | swiss-wineyeast.ch



La glace carbonique de PanGaspour les vignerons.

Refroidissement des moûts – macération à froid.

ICEBITZZZ™ de la glace carbonique et plus encore.

Pellets 1,7 mm
3 mm
16 mm

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

www.pangas.ch

Complémentation foliaire azotée du cépage *Vitis vinifera* Gamaret dans le canton de Vaud

Thibaut VERDENAL[1], Vivian ZUFFEREY[1], Jean-Laurent SPRING[1], Johannes RÖSTI[1], Ágnes DIENES-NAGY[2], Fabrice LORENZINI[2], Jean-Luc WOLFENDER[3], Jorge SPANGENBERG[4], Stéphane BURGOS[5], Katia GINDRO[1] et Olivier VIRET[1]
[1]Agroscope, Institut des sciences en production végétale (IPV)
[2]Agroscope, Institut des sciences en denrées alimentaires (IDA)
[3]Université de Genève, Faculté des sciences
[4]Université de Lausanne, Institut des dynamiques de la surface terrestre (IDYST)
[5]CHANGINS / Haute école de viticulture et œnologie
Renseignements: Thibaut Verdenal, e-mail: thibaut.verdenal@agroscope.admin.ch, tél. +41 58 468 65 61, www.agroscope.ch

Application d'urée à la véraison sur Gamaret (photo Agroscope).

Introduction

Lors de la vinification de raisins, il est admis qu'une concentration de 140 mg N/l d'azote assimilable par les levures (YAN) – acides aminés (AA) et ammonium (NH_4^+) – dans le moût est nécessaire au bon déroulement de la fermentation alcoolique (Hamman *et al.* 2013). Les vins rouges issus de moûts fortement carencés en YAN sont globalement plus austères: ils possèdent moins d'arômes variétaux et présentent des tannins plus secs et astringents (Maigre et Aerny 2000; Maigre 2002). L'alimentation azotée de la vigne et notamment la

teneur en YAN des moûts dépend de nombreux paramètres pédoclimatiques qui définissent le terroir (structure du sol, profondeur d'enracinement, réserve utile en eau, précipitations) (Reynard *et al.* 2011). Un apport d'urée foliaire à la véraison peut significativement augmenter la concentration en YAN (Lacroux *et al.* 2008; Dufourcq *et al.* 2009; Verdenal *et al.* 2015), sans affecter la vigueur de la vigne (Lasa et al. 2012).

Agroscope a observé un réseau de parcelles de Gamaret prédisposées à la carence en YAN, réparties entre Villeneuve et Nyon (canton de Vaud), afin de suivre la variabilité des teneurs en YAN en fonction du millésime et du type de sol et, d'autre part, pour évaluer l'effet d'un apport d'urée foliaire contre les carences en YAN dans les moûts et sur la qualité des vins de Gamaret.

Résumé

A l'initiative de la Fédération vaudoise des vignerons, Agroscope a observé la variabilité des teneurs en azote assimilable par les levures dans le moût (YAN) du cépage Gamaret dans les conditions pédoclimatiques du canton de Vaud. Les cinq sites sélectionnés pour cette étude avaient été identifiés comme limitants en termes d'alimentation azotée. Sur chaque parcelle, une variante témoin sans fertilisation azotée et une variante recevant 20 kg/ha d'azote foliaire au moment de la véraison ont permis d'évaluer l'efficacité de l'apport d'urée foliaire sur la concentration en YAN et la qualité des vins. Les teneurs en YAN ont fortement varié en fonction des sites. L'apport d'urée a augmenté les teneurs en YAN de toutes les parcelles. Certains sites ont régulièrement permis une meilleure valorisation de l'urée sous forme de YAN. Pour 66 % des vins de Gamaret, dont 33 % de façon significative, la note d'impression générale a été meilleure avec l'apport d'urée de la vigne.

Matériel et méthodes

Dispositif expérimental

Avec la participation des vignerons de la région lémanique, Agroscope a observé un réseau de cinq parcelles de Gamaret (cépage rouge *Vitis vinifera*, Gamay x Reichensteiner) pendant les millésimes 2012, 2013 et 2014 (tabl. 1). Toutes les vignes étaient greffées sur 3309C, plantées en 2003 (sauf Changins en 2007) et conduites en Guyot simple. Les profils pédologiques de chaque parcelle ont été relevés par la Haute école de Changins en hiver 2013. Chaque parcelle a été divisée en deux variantes de 60 ceps chacune: un témoin sans fertilisation azotée et une modalité recevant 5 kg N/ha d'urée foliaire par semaine pendant quatre semaines autour de la véraison pendant trois ans.

Expression végétative

La fertilité a été estimée chaque année sur 20 ceps par variante. L'écart phénologique entre variantes et entre parcelles a été observé en 2012 et 2014 au moment de la floraison sur 50 inflorescences par variante. Les rendements ont été régulés à 1 kg/m². La vigueur de la vigne a été estimée par la pesée de 50 sarments par variante prélevés pendant l'hiver sur l'avant-dernière position de la branche à fruit. La surface foliaire exposée (SFE) a été déterminée début août deux fois par variante d'après la méthode de Murisier et Zufferey (1997).

Alimentation minérale et hydrique

L'indice chlorophyllien a été mesuré par variante toutes les trois semaines au moyen d'un appareil N-tester (Yara, Paris) sur 2 x 30 feuilles principales et adultes de la zone des grappes. Le laboratoire Sol-Conseil à Gland (VD) a réalisé le diagnostic foliaire des principaux éléments minéraux (N, P, K, Ca, Mg) chaque année sur des ›

Tableau 1 | Description des parcelles de Gamaret du réseau d'étude

	Altitude (m)	Géologie	Type sol	Profondeur sol (cm)	Réserve utile en eau (mm)	Eléments grossiers (%)	Hydromorphie	Densité plantation (ceps/ha)
Villeneuve	433	Eboulis	Peyrosol	150	75	70	–	7350
Blonay	518	Moraine sur molasse (marne)	Brunisol	160	205	20	–	7350
Pully	469	Moraine graveleuse	Brunisol	180	230	15	–	5000
Begnins	567	Dépôt fluvio-glaciaire	Calcosol	160	195	25	–	5050
Changins	442	Moraine de fond	Calcosol	150	185	5	Rédoxique	5880

échantillons de 25 feuilles adultes de la zone des grappes (limbe + pétiole) prélevées après le quatrième apport d'urée foliaire. L'Université de Lausanne a mesuré la composition isotopique relative du carbone ($\delta^{13}C$) dans les sucres des moûts à la vendange, afin d'estimer la contrainte hydrique subie par la vigne pendant la période de maturation du raisin: la contrainte hydrique est considérée comme élevée lorsque le $\delta^{13}C$ dépasse –23‰, modérée entre –23 et –24,5‰, et absente en dessous de –24,5‰ (van Leeuwen *et al.* 2009).

Analyse des moûts et des vins

Le suivi hebdomadaire de la maturation des raisins a été réalisé par spectrophotométrie (WineScan, FOSS) à partir d'échantillons de 200 baies par variante: poids de baie, sucres solubles, acidité totale (éq. acide tartrique), acides tartrique et malique, pH, acides aminés (AA) et NH_4^+. La composition des AA primaires dans les moûts à maturité a été déterminée en 2012 et 2013: les AA secondaires (proline et hydroxyproline) ne sont pas compris dans le YAN, car ils ne sont pas assimilables par les levures.

A la vendange, les producteurs ont fourni 50 kg de raisin par variante qui ont été vinifiés séparément à la cave d'Agroscope selon un protocole standard en volume de 30 l. Les paramètres suivants ont été analysés dans les vins: alcool, extrait sec, pH, acidité volatile, acidité totale, acides tartrique, malique et lactique, glycérol, SO_2 libre et total, intensité colorante. L'analyse sensorielle des vins a été réalisée par le panel entraîné d'Agroscope: les vins ont été comparés par site en 2012, 2013 et 2014, et par variante en 2013 et 2014. La description statistique des données a été faite avec le programme XLSTAT (Adinsoft, Paris, version 2016.1).

Résultats et discussion

La figure 1 montre l'analyse en composantes principales (ACP) des paramètres mesurés. Le graphique A présente les paramètres mesurés à la vigne et dans les moûts, et le graphique B, les variantes avec ou sans azote pour chaque site et chaque millésime: plus les points sont proches, plus les variantes présentent des résultats similaires. Sur la figure 1B, les variantes témoins (T) ou avec urée (N) peuvent être différenciées en premier lieu selon le millésime, puis en fonction du site. Selon la disposition des variables sur la figure 1A, les millésimes se différencient en fonction du rendement, de la teneur en azote de la plante (diagnostic foliaire) et de l'acidité des moûts (acide tartrique et pH). Pour chaque millésime, les sites sont distribués de manière similaire: Pully et Begnins se situant plus en haut à gauche de la figure, Changins ayant une position centrale, et Villeneuve et Blonay plus en bas vers la droite. Les sites se différencient surtout en fonction de la vigueur (bois de taille), de la surface foliaire, de la teneur en potassium dans les feuilles (diagnostic foliaire) et de la teneur des moûts en azote assimilable et en acide malique.

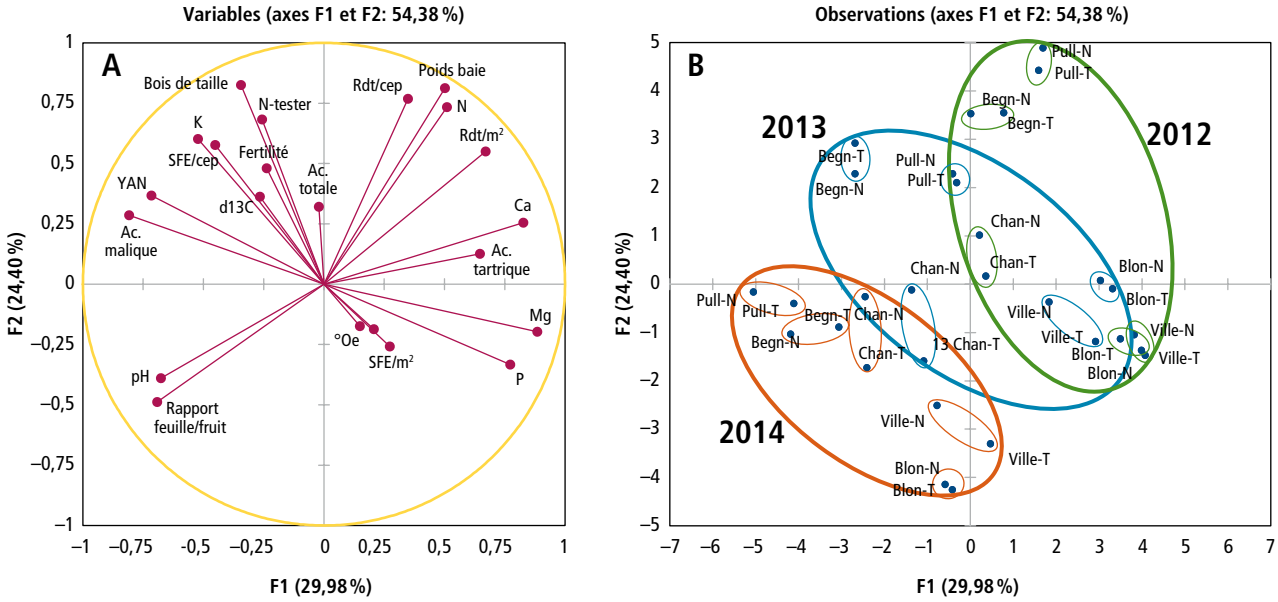


Figure 1 | Résultats de l'analyse en composantes principales (ACP) sur trois ans pour le Gamaret. Vill-T: Villeneuve témoin; Vill-N: Villeneuve urée; Blon-T: Blonay témoin; Blon-N: Blonay urée; Pull-T: Pully témoin; Pull-N: Pully urée; Begn-T: Begnins témoin; Begn-N: Begnins urée; Chan-T: Changins témoin; Chan-N: Changins urée.

Phénologie

Sur une moyenne de trois ans, la véraison atteignait 24 % à Begnins et 70 % au même moment à Villeneuve et à Pully. Cette différence était probablement liée à l'altitude de chaque site (tabl. 2). Il n'y a pas eu de différence de phénologie entre variantes avec et sans urée.

Vigueur et composantes du rendement

Sur tous les sites, l'année 2014 a présenté les plus grandes surfaces foliaires et 2012 a eu un rendement global plus élevé (1,2 kg/m^2). Le rapport feuille-fruit moyen a été plus faible en 2012 (1,1 m^2/kg), intermédiaire en 2013 (1,5 m^2/kg) et plus élevé en 2014 (1,9 m^2/kg). Les poids des grappes étaient significativement plus élevés en 2012 (183 g contre une moyenne de 116 g en 2013 et 2014) et les baies plus grosses (1,6 g contre une moyenne de 1,4 g).

La fertilité a varié de 1,7 (Villeneuve) à 2,3 grappes par bois (Pully) (tabl. 2). Les vignes de Pully étaient plus vigoureuses avec des poids de bois de taille de 54 g/m contre une moyenne de 42 g/m pour le reste du réseau et les parcelles de Villeneuve et Blonay les moins vigoureuses (37 et 35 g/m respectivement). Pully a également eu les plus grosses grappes (181 g), la plus grande surface foliaire par cep (2,5 m^2) et le plus haut rendement par cep (2,3 kg) notamment à cause de sa faible densité de plantation. Le rapport feuille-fruit a été suffisant sur tous les sites pour assurer une bonne maturation du raisin.

Alimentation hydrique

La composition isotopique relative du carbone dans les moûts de Gamaret n'a indiqué aucune contrainte hydrique subie par la vigne en cours de maturation pendant les trois millésimes de l'étude: les valeurs du rapport isotopique $^{13}C/^{12}C$ ont toujours été inférieures à –25,5‰. Cependant, les sites de Begnins et de Changins ont eu un rapport isotopique plus élevé sur les trois ans, –26,4‰ en moyenne contre une moyenne de –27,2‰ pour les trois autres sites. L'apport d'urée foliaire n'a pas eu d'impact sur le régime hydrique du Gamaret.

Alimentation minérale

L'apport d'urée n'a pas influencé les teneurs en minéraux des feuilles: l'alimentation minérale du Gamaret a varié en fonction du site et du millésime. Le millésime 2014 a enregistré les plus faibles teneurs en minéraux.

Sur les trois ans, les vignes de Blonay ont eu une faible teneur en potassium. A l'inverse, les vignes de Begnins ont présenté une forte teneur en potassium (1,60 % m.s.). Les vignes de Pully possédaient une faible teneur en phosphore, alors que les vignes de Villeneuve et de Blonay avaient de fortes teneurs en phosphore (0,30 % m.s.) et en magnésium (0,40 % m.s.). La teneur en azote des feuilles, globalement bonne sur l'ensemble du réseau, a été plus élevée à Pully (2,08 % m.s.).

Le suivi de l'indice chlorophyllien a confirmé une bonne alimentation azotée du réseau avec une valeur moyenne de 438 à la mi-août sur trois ans et n'a pas été influencé par l'apport d'urée foliaire. Begnins et Pully ont régulièrement présentés les indices chlorophylliens les plus élevés.

Composition des moûts

Le millésime a eu un impact majeur sur la maturité du raisin. En 2013, les conditions de vendanges ont été plus difficiles et les raisins ont dû être vendangés rapidement, à des teneurs en sucres plus faibles (86 °Oe) et des acidités totales plus élevées (6,9 g/l) (tabl. 3). En moyenne des trois ans, les teneurs en sucres solubles à la vendange ont varié de 87 °Oe (Begnins) à 94 °Oe (Villeneuve), mais les moûts de Villeneuve étaient également plus riches en acide tartrique (6,7 g/l) et leur pH plus faible (3,17). A l'inverse, à Pully, les moûts étaient les moins acides (5,5 g/l d'acide tartrique) et les pH les ›

Tableau 2 | Moyennes par site (témoin + variante urée) sur trois ans des données physiologiques liées à la vigueur et au rendement du Gamaret

	Véraison (%)	Fertilité (gr. par bois)	SFE par m^2 (m^2)	SFE par cep (m^2)	Rendement par m^2 (kg)	Rendement par cep (kg)	Rapport feuille/fruit (m^2/kg)	Poids grappe (g)	Poids baie (g)	Bois de taille (g/m)
Villeneuve	71 a	1,7 c	1,34 a	1,83 cd	0,9 abc	1,3 b	1,5 a	123 b	1,4 b	37 c
Blonay	46 c	1,9 bc	1,23 b	1,67 d	1,0 ab	1,3 b	1,3 a	132 b	1,5 ab	35 c
Pully	68 a	2,3 a	1,25 ab	2,51 a	1,1 a	2,3 a	1,4 a	181 a	1,5 a	54 a
Begnins	24 d	1,9 bc	1,04 c	2,06 b	0,8 bc	1,6 b	1,5 a	143 ab	1,5 ab	49 ab
Changins	57 b	2,1 ab	1,14 c	1,89 bc	0,7 c	1,1 b	1,7 a	114 b	1,4 b	47 b

Les valeurs dans la même colonne suivies de lettres différentes sont significativement différentes (seuil de confiance = 0,05).

plus élevés (3,40). L'apport d'urée foliaire a eu pour seul effet significatif d'augmenter la teneur en YAN de 114 à 167 mg/l de moût.

Azote assimilable dans les moûts

La concentration en azote dans le raisin a varié avant tout en fonction du millésime (fig. 2). En 2014, les teneurs en azote assimilable sans apport d'urée ont été les plus élevées avec une moyenne de 129 mg N/l contre 102 en 2012 et 112 en 2013. En 2012, l'apport d'urée foliaire a été moins efficace avec un gain limité à 23 mg N/l dans les moûts à la vendange par rapport à une moyenne de 67 mg/l en 2013 et 2014.

Sur les trois années d'étude, à Pully et Begnins, les concentrations en azote assimilable ont été les plus élevées (156 et 165 mg/l respectivement). Sans correction azotée, les moûts de Villeneuve, Blonay et Changins ont présenté des teneurs en azote nettement inférieures au seuil de carence (< 140 mg N/l). Pully est le site qui a le mieux valorisé les apports d'azote lors des trois années d'étude, avec un gain moyen de 76 mg/l d'azote sur trois ans. La concentration en acides aminés primaires et secondaires au cours de la maturité a été suivie en 2013 sur la parcelle de Villeneuve (fig. 3), mon-

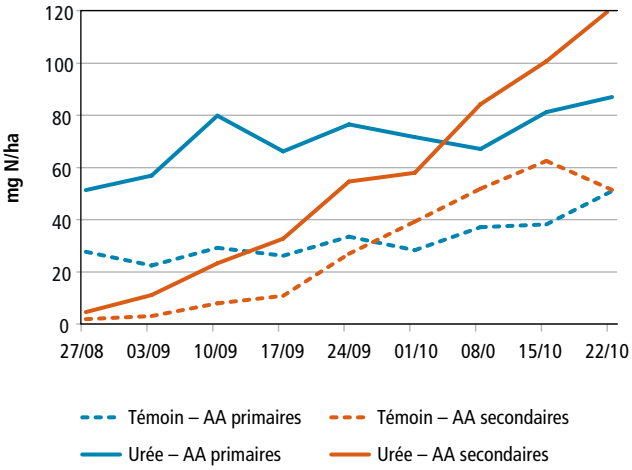


Figure 3 | Suivi de l'accumulation des acides aminés primaires (assimilables) et secondaires (non assimilables) au cours de la maturation du Gamaret à Villeneuve en 2013.

Tableau 3 | Moyennes par site, par traitement et par millésime des résultats d'analyses des moûts de Gamaret à la vendange

		Sucres solubles °Oe	pH	Acidité totale (g/l)	Acidité tartrique (g/l)	Acidité malique (g/l)	Azote assimilable (mg/l)
Sites	**Villeneuve**	94 a	3,17 c	6,5 b	6,7 a	1,5 c	87 b
	Blonay	90 bc	3,25 b	6,5 b	6,6 ab	1,9 c	110 b
	Pully	92 ab	3,40 a	5,9 b	5,5 c	2,7 b	184 a
	Begnins	87 c	3,22 b	7,5 a	6,2 b	3,5 a	195 a
	Changins	91 ab	3,24 b	6,3 b	6,4 ab	2,0 c	127 b
Traitements	**Avec urée**	91 a	3,27 a	6,59 a	6,3 a	2,4 a	167 a
	Témoin	91 a	3,24 a	6,48 a	6,2 a	2,2 a	114 b
Millésimes	**2012**	91 a	3,09 b	6,54 ab	6,6 a	1,8 c	114 b
	2013	86 c	3,10 b	6,92 a	6,8 a	2,3 b	146 a
	2014	92 b	3,58 a	6,13 b	5,4 b	2,8 a	162 a

Les valeurs dans la même colonne (site, traitement ou millésime) suivies de lettres différentes sont significativement différentes (seuil de confiance = 0,05).

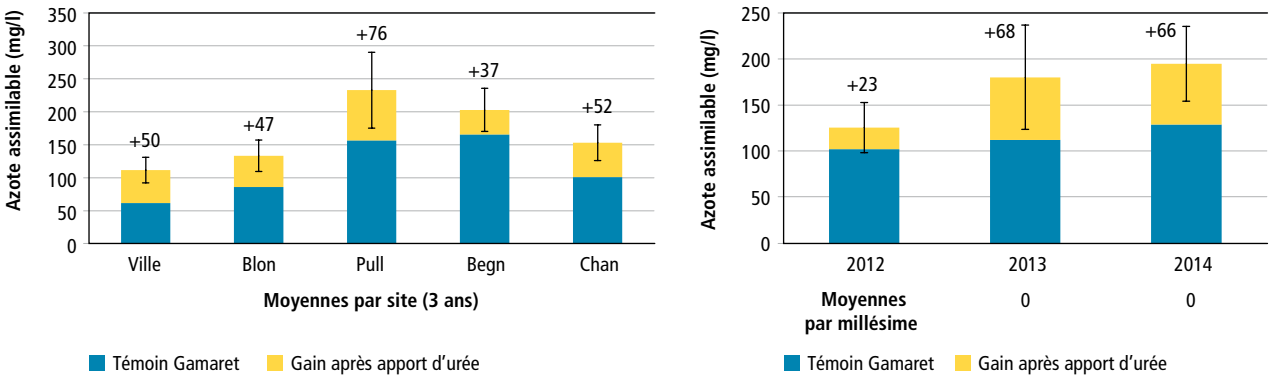


Figure 2 | Teneurs en azote assimilable des moûts, moyennes et écarts-types par site et par millésime, avant et après apport d'urée foliaire sur cépage Gamaret. Vill: Villeneuve; Blon: Blonay; Pull: Pully; Begn: Begnins; Chan: Changins.

trant que les AA primaires (assimilables) étaient déjà présents avant le début de la maturation des raisins et que leur teneur a peu augmenté pour atteindre 90 mg N/l aux vendanges. Après l'apport d'urée, leur teneur a augmenté de 40 mg N/l en moyenne dès le début de la maturation. Les AA secondaires (non assimilables, principalement proline et hydroxyproline), quant à eux, ont commencé à s'accumuler dans les raisins au début de la maturation et ont continuellement augmenté. Leur teneur finale au moment des vendanges, supérieure à celles des AA primaires, était de 121 mg N/l dans la variante avec urée, soit un gain d'environ 50 mg N/l par rapport au témoin.

Analyse chimique des vins

Sur les trois ans d'étude, les vins de Villeneuve ont régulièrement eu des acidités totales plus élevées (AT moyenne = 5,1 g/l contre 4,3 g/l en moyenne pour les autre sites) et des pH plus faibles (pH moyen = 3,46 contre une moyenne de 3,72 pour les autres sites). Les teneurs en acide succinique des vins de Pully et de Begnins ont été plus faibles (0,8 g/l contre une moyenne des autres sites de 1,0). Sur les trois années d'étude, l'apport d'urée foliaire a fait baisser l'acidité totale (–0,3 g/l), la teneur en glycérol (–0,3 g/l) et les teneurs en alcool supérieurs 2(3)-me-butanol (–59 mg/l) et 2-phényléthanol (–18 mg/l). Les autres critères analysés n'ont pas été discriminants.

Analyse sensorielle

L'apport d'urée foliaire a amélioré la qualité des vins de Gamaret (tabl. 4): en moyenne des trois ans, l'impression générale était meilleure (+0,2). Les différences ont été observées uniquement en bouche, avec des tannins plus tendres (+0,2) et moins rêches (–0,2) et une amertume moins marquée (–0,2), ce qui confirme les résultats de Maigre et Aerny (2000) sur Gamay. Cela dit, la corrélation entre la teneur en YAN des moûts et l'appréciation générale des vins était irrégulière en fonction du millésime (R^2 = 0,46 en 2012; 0,00 en 2013; 0,30 en 2014).

Parmi les cinq sites étudiés, les vins de Pully ont donné une meilleure impression générale (4,7 contre une moyenne de 4,2 pour les autres sites). Sur trois ans, les vins de Pully et de Changins ont été jugés les plus fruités (4,3) et les plus épicés (3,6). En bouche, les vins de Pully se distinguaient par leur volume (+0,2 par rapport aux autres sites), leur acidité moins marquée (–0,2) et la qualité supérieure de leurs tannins (+0,4). Les autres vins se différenciaient plus difficilement. Le tableau 5 donne le classement des vins selon l'impression générale. Les vins de Pully, avec ou sans urée, ont été régulièrement préférés. A l'inverse, les vins témoins de Changins et de Begnins ont été régulièrement dépréciés. Dans l'ensemble, l'apport d'urée a permis d'amé- ›

Tableau 5 | Classement des vins de Gamaret en fonction de leur note d'impression générale (critère hédonique). Le classement en groupes est calculé à partir de la moyenne des trois années (seuil de confiance = 0,05)

Parcelle	Modalité	2012	2013	2014	Moyenne classement	Groupe statistique
Pully	T	1	2	1	1	A
Pully	N+	2	1	7	3	AB
Changins	N+	6	4	2	4	AB
Begnins	N+	5	7	3	5	AB
Blonay	N+	8	3	6	6	AB
Villeneuve	N+	3	9	5	6	AB
Blonay	T	4	5	9	6	AB
Villeneuve	T	10	8	4	7	AB
Begnins	T	7	10	8	8	B
Changins	T	9	6	10	8	B

Tableau 4 | Résultats de l'analyse sensorielle du Gamaret, échelle de notes de 1 à 7, moyennes par site et par traitement

	Nez				Bouche						Impression générale
	Fruité	Végétal	Epicé	Finesse bouquet	Volume	Acidité	Qualité des tannins	Tannins tendres	Tannins rêches	Amertume	
Villeneuve	4,1 b	2,0 b	3,3 b	4,2 a	4,4 b	4,0 a	4,3 b	3,3 b	3,0 a	2,1 a	4,2 b
Blonay	4,1 ab	2,1 ab	3,3 b	4,2 a	4,4 b	4,0 a	4,4 b	3,4 b	3,0 a	2,0 a	4,3 b
Pully	4,3 a	2,0 b	3,5 ab	4,4 a	4,6 a	3,8 b	4,8 a	4,1 a	2,8 a	1,9 a	4,7 a
Begnins	4,2 ab	2,3 a	3,3 b	4,2 a	4,4 b	3,9 ab	4,4 b	3,5 b	2,4 b	2,1 a	4,2 b
Changins	4,3 a	2,2 ab	3,7 a	4,5 a	4,4 b	4,0 a	4,3 b	3,2 b	2,8 a	2,1 a	4,2 b
Avec urée	4,2 a	2,1 a	3,4 a	4,3 a	4,5 a	3,9 a	4,5 a	3,6 a	2,7 b	1,9 b	4,4 a
Témoin	4,2 a	2,1 a	3,4 a	4,3 a	4,4 a	4,0 a	4,4 a	3,4 b	2,9 a	2,1 a	4,2 b

Les valeurs dans la même colonne (site ou traitement) suivies de lettres différentes sont significativement différentes (seuil de confiance = 0,05).

liorer l'appréciation des vins: dix vins sur quinze (66 %) ont obtenu une meilleure appréciation après apport d'urée à la vigne, dont cinq (33 %) de façon significative. En comparaison, avec le cépage Doral qui a fait l'objet d'une étude similaire (Verdenal *et al.* 2016), 90 % des vins ont bénéficié d'une meilleure appréciation, dont 50 % de façon significative.

L'influence de la concentration en YAN sur la qualité des vins rouges semble moins marquée que pour les vins blancs et rosés.

Conclusions

- L'apport d'urée foliaire à la véraison a significativement amélioré la concentration d'azote assimilable dans les moûts sur tous les sites de l'étude, sans influencer la vigueur de la vigne ni la maturation des raisins.
- L'impact du millésime sur la maturité et la teneur en azote des raisins a été déterminant, tout comme le site (sol, microclimat). Ces deux facteurs ont largement influencé l'efficacité de l'apport d'urée foliaire sur la teneur de YAN des moûts.
- Dans des situations de carence marquée en azote, l'apport d'urée foliaire n'a pas suffi à améliorer significativement la qualité des vins.
- 66 % des vins de Gamaret ont bénéficié d'une meilleure appréciation après l'apport d'urée foliaire, dont 33 % de façon significative. Ces vins étaient globalement moins acides et présentaient moins d'alcools supérieurs; leurs tannins étaient plus souples et charpentés et ils avaient moins d'amertume.
- Le seuil inférieur de YAN dans les moûts défini à 140 mg/l pour le Chasselas semble moins pertinent pour la qualité des vins de Gamaret. ■

Remerciements

Les auteurs remercient vivement les vignerons qui ont mis à disposition leurs parcelles et fourni le raisin nécessaire aux vinifications. Un grand merci à la Fédération vaudoise des vignerons pour avoir lancé ce projet et pour son soutien financier. Merci à nos stagiaires Yoann Hivet (Ecole supérieure d'agriculture, Angers) et Alexandre Moreau (Institut Jules Guyot, Dijon) qui ont réalisé les mesures physiologiques et les vendanges avec soin et rigueur.

FÉDÉRATION VAUDOISE DES VIGNERONS

Bibliographie

- Dufourcq T., Charrier F., Poupault P., Schneider R., Gontier L. & Serrano E., 2009. Foliar spraying of nitrogen and sulfur at veraison: a viticultural technique to improve aromatic composition of white and rosés wines. *In:* Proceedings of the 16th International GiESCO Symposium, Davis (USA), 379–383.
- Hannam K. D., Neilsen G. H., Neilsen D., Midwood A. J., Millard P., Zhang Z., Thornton B. & Steinke D., 2016. Amino Acid Composition of Grape (*Vitis vinifera* L.) Juice in Response to Applications of Urea to the Soil or Foliage. *American Journal of Enology and Viticulture* **67** (1), 47–55.
- Lacroux F., Tregoat O., van Leeuwen C., Pons A., Tominaga T., Lavigne-Cruège V. & Dubourdieu D., 2008. Effect of foliar nitrogen and sulfur application on aromatic expression of *Vitis vinifera* L. cv. Sauvignon blanc. *J. Int. Sci. Vigne Vin* **42** (3), 125–132.
- Lasa B., Menendez S., Sagastizabal K., Cervantes M. E. C., Irigoyen I., Muro J., Aparicio-Tejo P. M. & Ariz I., 2012. Foliar application of urea to "Sauvignon Blanc" and "Merlot" vines: doses and time of application. *Plant Growth Regulation* **67** (1), 73–81.
- Lorenzini F. & Vuichard F., 2012. Ajout d'acides aminés aux moûts et qualité des vins. *Revue suisse Vitic., Arboric., Hortic.* **44** (2), 96–103.
- Maigre D. & J. Aerny, 2000. Essai d'enherbement et de fumure azotée sur Gamay dans le bassin lémanique. Résultats analytiques et organoleptiques. *Revue suisse Vitic., Arboric., Hortic.* **32** (5), 279–285.
- Maigre D., 2002. Comportement du Pinot noir en présence d'enherbement permanent et influence de la fumure azotée. *Revue suisse Vitic., Arboric., Hortic.* **34** (2), 239–244.
- Murisier F. & Zufferey V., 1997. Rapport feuille-fruit de la vigne et qualité du raisin. *Revue suisse Vitic., Arboric., Hortic.* **29** (6), 355–362.
- Rapp A. & Versini G., 1991. Influence of nitrogen compounds in grapes on aroma compounds of wine. *In:* International Symposium on Nitrogen in Grapes and Wine; 18–19 June 1991 (Ed. Rantz J. M.), Seattle, WA, USA, 156–164.
- Reynard J.-S., Zufferey V., Nicol G. C. & Murisier F., 2011. Soil parameters impact the vine-fruit-wine continuum by altering vine nitrogen status. *J. Int. Sci. Vigne Vin* **45** (4), 211–221.
- Spring J. L. & Lorenzini F., 2006. Effet de la pulvérisation foliaire d'urée sur l'alimentation azotée et la qualité du Chasselas en vigne enherbée. *Revue suisse Vitic., Arboric., Hortic.* **38** (2), 105–113.
- Spring J.-L., Verdenal T., Zufferey V. & Viret O., 2012. Nitrogen dilution in excessive canopie of Chasselas and Pinot noir cvs. *J. Int. Sci. Vigne Vin* **46** (3), 233–240.
- Van Leeuwen C., Tregoat O., Choné X., Bois B., Pernet D. & Gaudillère J. P., 2009. Vine water status is a key factor in grape ripening and vintage quality for red bordeaux wine. How can it be assessed for vineyard management purposes? *J. Int. Sci. Vigne Vin* **43** (3), 121–134.
- Verdenal T., Spangenberg J. E., Zufferey V., Lorenzini F., Spring J. L. & Viret O., 2015. Effect of fertilisation timing on the partitioning of foliar-applied nitrogen in *Vitis vinifera* cv. Chasselas: a ^{15}N labelling approach. *Australian Journal of Grape and Wine Research* **21** (1), 110–117.
- Verdenal T., Zufferey V., Spring J. L., Rösti J., Dienes-Nagy A., Lorenzini F., Wolfender J. L., Spangenberg J. E., Burgos S., Gindro K. & Viret O., 2016. Complémentation azotée du cépage *Vitis vinifera* Doral dans le canton de Vaud. *Revue suisse Vitic., Arboric., Hortic.* **48**, 238–245.

Summary

Foliar urea supply to the red cv. *Vitis vinifera* Gamaret in the Leman region, Switzerland

The yeast assimilable nitrogen (YAN) in the must is a major component of the quality of the wine. Agroscope set up a vineyard network for three years, with the aim of monitoring the variations of YAN in the must of the cv. Gamaret (Gamay x Reichensteiner) in the climatic conditions of the Leman region (Switzerland). For each of the five plots, a control treatment with no N fertilisation and a treatment with 20 kg N/ha of foliar urea applied around veraison allowed to evaluate the efficiency of foliar-N fertilisation to enhance the YAN concentration and its consequences on wine characteristics. The YAN concentration mainly depended on the vintage weather conditions and on the soil type. Few plots regularly had a better YAN gain. 66 % of the wines gave a better impression after urea supply in the vineyard, among them 33 % were significantly preferred to their associated control wine.

Key words: foliar-N fertilization, yeast assimilable nitrogen, wine quality.

Zusammenfassung

Ergänzende Stickstoffgabe bei der Rebsorte *Vitis vinifera* Gamaret im Kanton Waadt

Auf Initiative des Waadtländer Weinbauernverbandes hat Agroscope ein Netz von Weinbauparzellen aufgebaut zur Untersuchung der Variabilität der YAN-Gehalte bei der Sorte Gamaret unter den pedoklimatischen Bedingungen des Kantons Waadt. Auf jeder Parzelle wurde eine Referenzvariante ohne Stickstoffdüngung und eine Variante mit einer Stickstoffgabe von 20 kg/ha als Blattdüngung untersucht, um den Einfluss der Harnstoffgabe auf den YAN-Gehalt und auf die Weinqualität zu beurteilen. Obwohl die Gehalte an assimilierbarem Stickstoff je nach Standort sehr unterschiedlich waren, dominierte weitgehend der Einfluss des Jahrgangs. Auf einigen Standorten konnte der Harnstoff in Form von YAN besser verwertet werden. 66 % der Gamaret-Weine erreichten mit der Harnstoffgabe bessere Resultate, die jedoch nur in 33 % der Fälle signifikant waren.

Riassunto

Concimazione fogliare azotata sul vitigno *Vitis vinifera* Gamaret nel Canton Vaud

Su iniziativa della Fédération Vaudoise des Vignerons, Agroscope ha osservato in una rete di particelle di vigneti la variabilità dei tenori di YAN del vitigno Gamaret nelle condizioni pedoclimatiche del Canton Vaud. Su ogni particella, una variante senza fertilizzazione azotata e una variante con una somministrazione di 20 kg/ha di azoto fogliare al momento dell'invaiatura hanno permesso di valutare l'effetto dell'apporto di urea fogliare sulla concentrazione di YAN e sulla qualità dei vini. Sebbene i tenori di azoto assimilabile fossero molto variabili a seconda dei siti, l'impatto dell'annata è stato nettamente dominante. Alcuni siti hanno consentito regolarmente una migliore valorizzazione dell'urea sotto forma di YAN. Si è constatato un migliore apprezzamento in seguito all'apporto di urea fogliare per il 66 % dei vini Gamaret, di cui il 33 % soltanto in modo significativo.

Publicité

Pépinières Viticoles - Ph. Rosset

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

Qualité et Service font notre différence

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

Tracteur Loeffel Viti Plus avec prétailleuse Binger

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

LOEFFEL
MACHINES VITICOLES

www.loeffel-fils.com
contact@loeffel-fils.com

Chemin des Conrardes 13
CH-2017 Boudry

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

ELTEL SA

Entretien de zones naturelles
Mobile 079 463 29 64
www.eltel-sa.ch

RENOUVELLEMENT DE VERGERS

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

PAILLE DES MARAIS

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

PÉPINIÈRES VITICOLES

PAUL-MAURICE BURRIN
ROUTE DE BESSONI 2
1955 ST-PIERRE-DE-CLAGES
TÉL. 027 306 15 81
NATEL 079 220 77 13
www.burrin-pepinieres.ch
burrin@burrin-pepinieres.ch

Sélection Valais

Andermatt Biocontrol développe, produit et distribue des produits phytosanitaires biologiques, des engrais organiques, ainsi que des souricières. Nous cherchons pour notre équipe agronomique un/une

Conseiller(ère) technico-commercial(e)
en service externe pour la région Valais / Chablais / Lavaux

Vous accompagnez, convainquez et assumez le suivi de notre clientèle dans la région Valais / Chablais / Lavaux par vos conseils solides, judicieux et techniques. Vous acquérez de nouveaux clients et vendez les produits de notre large assortiment.

Informez-vous sous: www.biocontrol.ch/poste

Andermatt Biocontrol

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

HAUSWIRTH
Maîtrise fédérale
BURSINS S.A.
Machines viticoles
021 824 11 29 - info@hauswirthsa.ch

STHIK
LE RESPECT DE VOTRE VENDANGE

FISCHER

SPEIDEL
LACOUR

NADALIE
TONNELLERIE

FELCO
SWISS MADE

RÖLL
WEINBAUGERÄTE

VINION
La nouvelle liberté de taille.

SÉCATEURS PELLENC VINION ET PRUNION

La nouvelle génération de
sécateurs électroniques

Etablissements
CHAPPOT
CHARRAT WWW.CHAPPOTMACHINES.CH SAXON

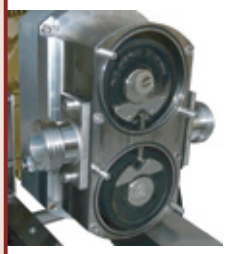
DISTRIBUTION - VENTE
SERVICES APRÈS-VENTE POUR LA SUISSE

Tél. 027 746 13 33 – contact@chappotmachines.com
et son réseau d'agent régionaux

DEPUIS 120 ANS À VOTRE SERVICE

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

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



NOUVEAUTÉS
100% hygiènique
- Smile Inox H
- Smile A inversée

POMPES, GESTION DES TEMPÉRATURES,
RACCORDS ET ACCESSOIRES INOX

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

RÉCEPTION, PRESSURAGE,
FLOTTATION, VINIFICATION,
CONDITIONNEMENT

Oeno-Pôle Sàrl
CP 57, 1183 Bursins
Tél. 078 716 40 00
Mail: info@oeno-pole.ch
Et bien plus sur: WWW.OENO-POLE.CH

OENO PÔLE
Au service de la qualité

Comparaison de six mélanges pour l'enherbement viticole dans l'arc lémanique

Nicolas DELABAYS[1], Gaël PÉTREMAND[1] et Dominique FLEURY[2]
[1]hepia, HES-SO/Genève, 1254 Jussy
[2]Direction générale de l'agriculture et de la nature (DGNA), 1228 Plan-les-Ouates
Renseignements: Nicolas Delabays, e-mail: nicolas.delabays@hesge.ch, tél. +41 22 546 67 59, www.hepia.hesge.ch

Figure 1 | Vue de la parcelle expérimentale à Bernex (GE) (photo: Nicolas Delabays, hepia).

Introduction

La couverture végétale des vignes offre des avantages reconnus: diminution de l'érosion et des pertes de produits phytosanitaires, amélioration de la structure et de l'activité biologique du sol, promotion de la biodiversité, valeur paysagère. Ces enherbements ont cependant des désavantages: compétition (eau et azote), qualité du moût et du vin, risques de gel, fauches fréquentes.

Une approche est de laisser pousser la flore présente et de la gérer pour limiter ces effets indésirables. En Suisse romande, la végétation spontanée des vignes, longtemps méconnue, est aujourd'hui bien répertoriée (Clavien et Delabays 2006; Fortier *et al.* 2010): cette flore, banale, comporte un nombre restreint d'espèces fréquentes, souvent vigoureuses. L'entretien exige de nombreuses coupes, freinant son adoption par les viticulteurs ou l'intégration de ces parcelles dans les réseaux agro-écologiques qui limitent le nombre de fauches.

L'engazonnement avec des espèces sélectionnées (Delabays *et al.* 2000) permet de conserver les avantages d'une couverture en limitant ses inconvénients. Ces plantes doivent être peu concurrentielles et néan-

Tableau 1 | Composition des mélanges et densité de semis

Lenta (4 g/m²)		UFA Mulching I (5 g/m²)	
Festuca rubra	60 %	*Lolium perenne*	40 %
Poa pratensis	20 %	*Poa pratensis*	25 %
Festuca duriuscula	10 %	*Festuca ovina*	20 %
Poa compressa	10 %	*Festuva rubra*	15 %
OH-Viticole (10 g/m²)		**Mythopia bas (4 g/m²)**	
Lolium perenne	35 %	*Anthyllis vulneraria*	n.c.
Festuca rubra t.	26 %	*Lotus corniculatus*	
Poa pratensis	10 %	*Hippocrepis comosa*	
Festuca rubra r.	10 %	*Medicago lupulina*	
Bromus inermis	6 %	*Trifolium repens*	
Agrostis gigantea	5 %	*Anagallis arvensis*	0,5 % du total
Sanguisorba minor	5 %	*Calendula arvensis*	
Lotus corniculatus	1,5 %	*Campanula rotundifolia*	
Medicago lupulina	1 %	*Erodium cicutarium*	
Achillea millefolium	0,5 %	*Euphorbia cyparissias*	
		Helianthemum nummularium	
		Hieracium pilosella	
		Legousia speculum-veneris	
		Myosotis arvensis	
		Plantago media	
		Plantago lanceolata	
		Sanguisorba minor	
		Saponaria ocymoides	
		Sedum album	
		Thymus pulegioides	
		Viola arvensis	
Schweizer Neu (4 g/m²)		**Mythopia haut (4 g/m²)**	
Ajuga reptans	n.c.	*Lotus corniculatus*	n.c.
Bromus tectorum		*Lupinus angustifolius*	
Campanula rotundifolia		*Medicago lupulina*	
Dianthus carthusianorum		*Medicago sativa*	
Dianthus sylvestris		*Melilotus officinalis*	
Helianthemum nummularium		*Onobrychis sativa*	
Hieracium pilosella		*Securigera varia*	
Hippocrepis radicata		*Anthyllis vulneraria*	
Legousia speculum-veneris		*Trifolium subterraneum*	
Leontondon autumnalis		*Trifolium incarnatum*	
Lotus corniculatus		*Trifolium repens*	
Medicago lupulina		*Achillea millefolium*	2 % du total
Ononis spinosa		*Agrostemma githago*	
Plantago media		*Anthemis tinctoria*	
Potentilla verna		*Centaurea cyanus*	
Primula veris		*Centaurea jacea*	
Prunella grandiflora		*Cichorium intybus*	
Prunella vulgaris		*Dipsacus fullonum*	
Sanguisorba minor		*Echum vulgare*	
Sedum acre		*Fagopyrum esculentum*	
Sedum album		*Hypericum perforatum*	
Thymus pulegioides		*Legousia speculum-veneris*	
Veronica officinalis		*Leucanthemum vulgare*	
Veronica spicata		*Malva moschata*	
		Malva sylvestris	
		Melilotus albus	

n.c.: non communiqué.

Résumé

L'intérêt d'une couverture végétale dans les vignes est aujourd'hui reconnu. Ces enherbements ne sont cependant pas sans défaut: concurrence, entretien et risques de gel. Le choix raisonné des espèces de couverture doit minimiser leurs impacts, tout en conservant leurs avantages. Le but du mélange est, dans la durée et avec un entretien limité, de bien protéger le sol, de maîtriser les adventices et de contribuer à la biodiversité du milieu agricole. De 2011 à 2016, l'évolution botanique de six mélanges de graines proposés pour l'engazonnement des vignes, semés en parallèle, a été suivie dans une vigne de l'Etat de Genève. Ces observations ont mené à l'élaboration d'un mélange-pilote optimisé, constitué d'une douzaine d'espèces. La validation et l'optimisation de ce mélange-pilote sont présentées et discutées.

moins assurer une bonne couverture du sol aux dépens de la flore indésirable. Dans ce contexte, des espèces adaptées aux conditions genevoises ont été repérées lors d'un essai de comparaison de mélanges viticoles. Cet article présente l'évolution floristique de ces différents assemblages, puis propose un mélange adapté à l'enherbement des cultures spéciales (vignobles et vergers) lémaniques.

Comparaison de six mélanges

Site et conduite de la parcelle

La parcelle expérimentale est située à Bernex (GE) (fig. 1). En légère pente, exposé sud-est, le terrain est riche en calcaire, argileux en haut et caillouteux dans sa partie inférieure. Sur la période considérée, l'automne du semis (2011) a été doux et le printemps suivant (2012) chaud et sec; l'année 2014 a été caractérisée par un printemps et un automne doux, mais un été pluvieux, froid et peu ensoleillé; enfin, l'été 2015 a été chaud.

La vigne (Pinot noir), plantée en 2009 avec un interligne de 2 m, est cultivée en mi-haute, selon les règles de la production intégrée.

Mélanges testés et dispositif expérimental

Six mélanges (tabl. 1) ont été installés en parallèle: *Lenta, Mythopia bas, Mythopia haut, OH-Viticole, Schweizer Neu et UFA Mulching I*, avec un témoin non ense- ›

mencé (flore spontanée du site). Le dispositif est en blocs randomisés à quatre répétitions; chaque parcelle élémentaire, d'une longueur de 10 m et d'une largeur de deux interlignes, mesure 40 m².

Installation et entretien

Après un travail du sol, les mélanges ont été semés à la volée le 25 août 2011, aux densités indiquées dans le tableau 1. La vigne est traitée sur le rang avec des herbicides foliaires: une application de glyphosate au printemps puis, selon les levées d'adventices, une ou deux applications de glufosinate. Les interventions sur l'interligne se limitent entre trois et cinq fauches, selon les conditions de l'année.

Mesures et observations

Des relevés de l'évolution de la végétation ont été effectués chaque année durant la première quinzaine de mai. La surface occupée par chaque espèce répertoriée a été estimée visuellement en utilisant l'échelle de Londo (1976), décrite et discutée dans un autre article (Delabays *et al.* 2016).

Analyse et présentation des données

Les résultats sont présentés avec la valeur en pourcentage correspondant à l'échelle de Londo (moyenne des quatre répétitions). Le recouvrement relatif fourni par chaque espèce est exprimé par rapport à la couverture totale (100 %) de l'ensemble des espèces étudiées. Seules celles dépassant 5 % de la couverture sur au moins un des relevés sont indiquées spécifiquement et les autres regroupées dans la catégorie «autres espèces».

Résultats et discussion

Richesse spécifique et qualité écologique

Le tableau 2 présente le nombre d'espèces répertoriées dans les différents procédés.

Dans les témoins, la richesse de la flore spontanée augmente progressivement jusqu'à 32 espèces en fin d'essai. Cette diversité est inférieure à celle qu'observent Clavien et Delabays (2006) dans les vignobles romands enherbés: 42 espèces en moyenne (sur 22 parcelles), mais cumulées à partir de relevés de printemps et d'automne. La végétation de notre parcelle est néanmoins assez diversifiée: dans leur inventaire genevois, Foster *et al.* (2010) indiquent une richesse moyenne de 17 espèces (sur 51 parcelles).

Les mélanges semés réduisent l'expression de la flore spontanée, notamment *Mythopia bas* et *UFA Mulching I* et, dans une moindre mesure, *OH-Viticole* et *Lenta*. Pourtant, seule une partie des espèces semées s'installe réellement: <50 % pour *Schweizer Neu* et *Mythopia haut*, voire <25 % pour *Mythopia bas*.

Le tableau 3 montre le classement des différents mélanges dans les trois niveaux qualitatifs reconnus par la législation:

- Qualité paysages (contribution cantonale GE): le mélange semé doit contenir au moins neuf espèces.
- Surface de promotion de la biodiversité (SPB)/ Surface viticole présentant une biodiversité naturelle qualité I: les interlignes enherbés doivent contenir ≤ 66 % de graminées caractéristiques de prairies grasses (raygrass, pâturin des prés et fétuque rouge) et de pissenlit[1].
- SPB/Surface viticole qualité II, notamment déterminée par la présence d'espèces indicatrices (système de point-espèce). En l'absence de plantes emblématiques ou rares, ± 30 espèces doivent être présentes, à l'exclusion des plus banales et/ou problématiques.

[1]Une autre condition est la limitation de la fréquence des fauches (six semaines entre deux coupes), qui exige une couverture végétale peu vigoureuse.

Tableau 2 | Nombre d'espèces relevées au printemps dans les différents procédés. Entre parenthèses: nombre d'espèces du mélange semé

Mélange (nombre d'espèces)	2012	2013	2014	2015	2016	Ensemble de la période
Flore spontanée	17	18	20	22	32	35
Lenta (4)	13 (2)	16 (2)	17 (3)	17 (4)	18 (4)	22 (4)
UFA Mulching I (4)	10 (3)	10 (3)	7(3)	9 (3)	8 (3)	15 (3)
OH-Viticole (10)	6 (3)	7 (3)	10 (4)	13 (4)	14 (5)	18 (6)
Mythopia bas (21)	9 (2)	10 (3)	8 (2)	8 (4)	7 (4)	14 (4)
Schweizer Neu (24)	13 (8)	14 (7)	25 (8)	20 (7)	25 (7)	32 (10)
Mythopia haut (26)	18 (9)	14 (8)	12 (4)	14 (3)	11 (3)	27 (10)

Dans cet essai, les critères de qualité requis pour les surfaces viticoles présentant une diversité naturelle sont difficilement atteints, soit par manque d'espèces, soit par la dominance de plantes banales. Ce point est discuté plus bas dans la partie consacrée à l'évaluation des mélanges.

Analyse des mélanges

Evolution de la végétation

Flore spontanée

La flore spontanée s'est installée lentement: la couverture végétale n'atteint 90 % de la surface qu'après deux ans (fig. 2a). Au premier printemps dominent deux annuelles d'hiver, véronique *(Veronica persica)* et lamier *(Lamium purpureum)*, plus le liseron *(Convolvulus arvense)*. La seconde année se développent les pérennes de type prairial: brunelle *(Prunella vulgaris)*, pâquerette *(Bellis perennis)* et pissenlit *(Taraxacum officinale)*, et aussi le trèfle rampant *(Trifolium repens)*, puis le raygrass *(Lolium perenne)*, qui dominent en fin d'essai. Globalement, une évolution classique sur un sol fertile soumis à des fauches régulières: un profil botanique caractérisant une prairie grasse, incompatible avec le statut de «vigne à haute diversité naturelle» (tabl. 3). Il est par ailleurs vigoureux et exige un régime de fauches intensif (quatre à cinq par an).

Lenta

Installation rapide et dominante des fétuques rouges (*Festuca rubra* et *F. duriuscula*): plus de 95 % de couverture au premier printemps (fig. 2b). Les pâturins du mélange, surtout le pâturin des prés *(Poa pratense)*, s'expriment ensuite, parallèlement aux espèces spontanées les plus vigoureuses de la parcelle: *T. repens* et *L. perenne*. En fin d'essai, *F. rubra* et *F. duriuscula* couvrent encore près de 50 % de la surface. A cause de cette dominance, la parcelle ne peut pas être inscrite comme SPB. La croissance modérée de *F. rubra* et *F. duriuscula* permet de faucher moins souvent (trois à quatre fois par an).

UFA Mulching I

L. perenne domine les premières années, puis est progressivement concurrencé par *T. repens*, deux espèces semées (fig. 2c). Parallèlement, une part modeste mais stable des fétuques du mélange (*F. rubra* et *F. ovina*) complète le profil botanique de ce procédé vigoureux réclamant de nombreuses fauches (quatre à cinq par an) et incompatible avec une promotion de la biodiversité naturelle.

Mélange OH-Viticole

L. perenne s'installe rapidement et domine en début d'expérimentation (fig. 2d). Il est progressivement remplacé par deux autres espèces semées: la petite pimprenelle *(Sanguisorba minor)*, puis l'achillée *(Achillea millefolium)*. Autre graminée du mélange, *P. pratense* a peu prospéré. Seul parmi la flore spontanée, *T. repens* s'est installé, sans dépasser 20 % de couverture. Au début, la dominance de *L. perenne* empêche ce procédé d'atteindre le degré de qualité I d'une SPB, mais il devient éligible dès 2013 (tabl. 3).

Mythopia bas

Vite installée au semis, la luzerne *(Medicago lupulina)* domine (>90 %) au premier printemps (fig. 2e), puis régresse drastiquement au profit des annuelles spontanées: céraiste *(Cerastium fontanum)*, *V. persica* et *L. purpureum*, ainsi que *T. officinale*. *L. perenne* et *T. repens*, spontanés, s'installent ensuite parallèlement à la reprise de *M. lupulina* et à l'apparition d'une autre légumineuse du mélange, le lotier *(Lotus corniculatus)*. Au final, le mélange se révèle équilibré, mais peu diversifié: la plupart des espèces semées ne se sont pas exprimées (tabl. 2). Les plantes caractéristiques des prairies ›

Tableau 3 | Adéquation des mélanges aux trois critères de qualité: qualité paysagère genevoise, surface de promotion de la biodiversité / surface viticole présentant une biodiversité naturelle, qualité 1 (SPB/Q I) et qualité 2 (SPB/Q II)

Mélanges	Qualité paysage (GE)	2012		2013		2014		2015		2016	
		SPB/Q I	SPB/Q II	SPB/Q I	SPB/Q II	SPB/Q I	SPB/Q II	SPB/Q I	SPB/Q II	SPB/Q I	SPB/Q II
Flore spontanée	–	non	non	non	non	non	non	non	non	non	non
Lenta	non	non	non	non	non	non	non	non	non	non	non
UFA Mulching I	non	non	non	non	non	non	non	non	non	non	non
OH-Viticole	oui	non	non	oui	non	oui	non	oui	non	oui	non
Mythopia bas	oui	oui	non	oui	non	oui	non	oui	non	oui	non
Schweizer neu	oui	oui	non	oui	non	oui	oui	oui	oui	oui	oui
Mythopia haut	oui	oui	non	oui	non	oui	non	oui	non	oui	non

grasses ne dépassant pas 66 %, le procédé remplit les conditions d'une SPB de qualité I, avec une vigueur moyenne (trois à quatre fauches pas an).

Schweizer Neu

Ce mélange offre une végétation diversifiée et équilibrée (fig. 2f). Le brome des toits *(Bromus tectorum)* couvre rapidement le sol au début, puis s'efface brusquement. *M. lupulina* et *P. vulgaris*, d'autres espèces du mélange, le remplacent, puis restent stables. *T. repens*, spontané, présent dès le premier relevé, reste bien contrôlé. A partir du 2e printemps apparaissent deux autres espèces semées: *L. corniculatus* et la potentille *(Potentilla verna)*, et au 3e printemps *S. minor*, qui se partagent ensuite le terrain. En fin d'essai, *T. repens* prend l'avantage et *L. perenne* progresse. Ce mélange,

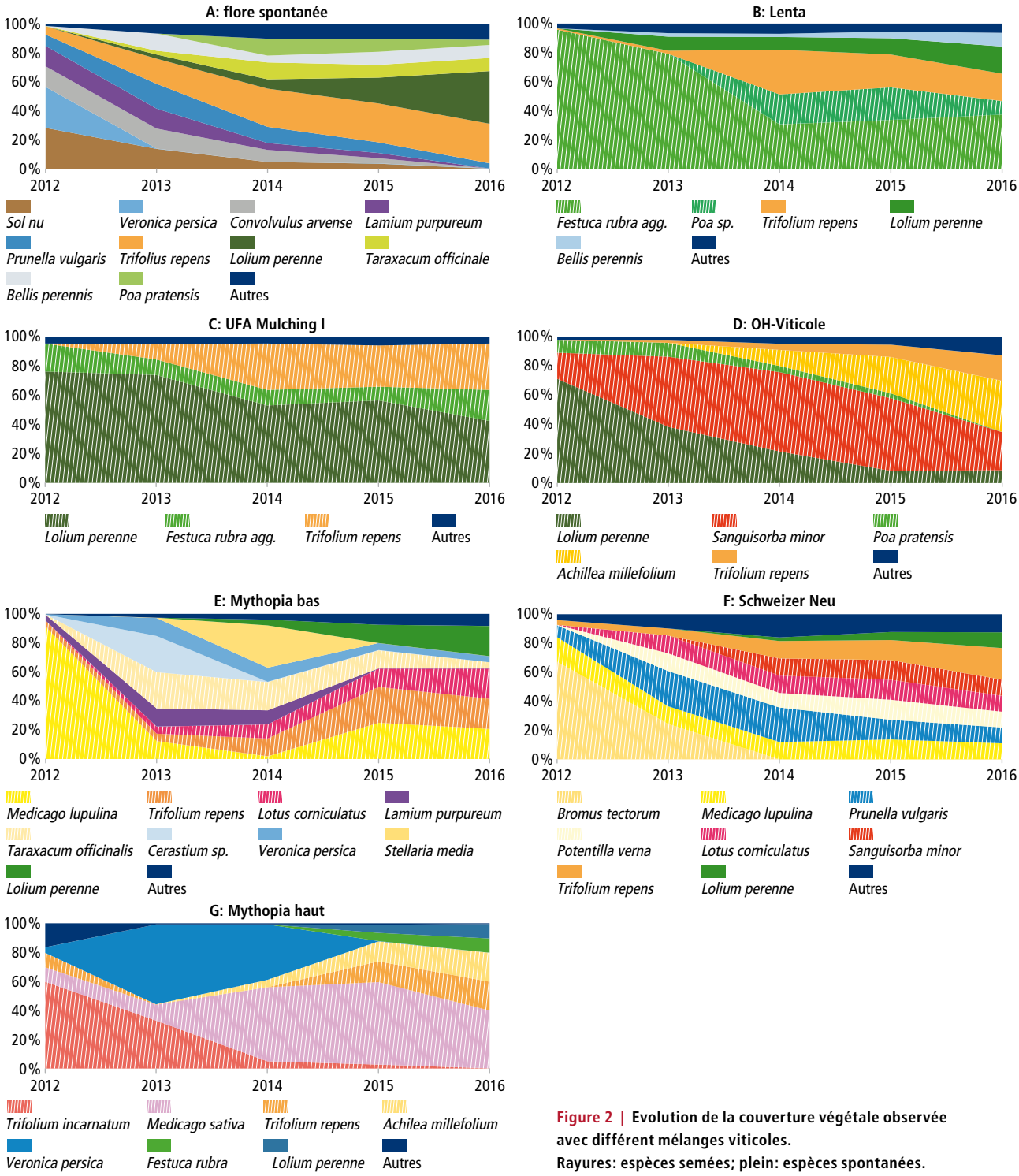


Figure 2 | Evolution de la couverture végétale observée avec différent mélanges viticoles.
Rayures: espèces semées; plein: espèces spontanées.

qui offre un degré de qualité I sur l'ensemble de la période, malgré une germination très partielle des espèces semées (tabl. 2), est le seul à remplir, dès 2014, les critères de qualité II. Sa vigueur raisonnable, nécessitant deux à trois fauches par an, découle d'une présence modeste du trèfle blanc et du raygrass.

Mythopia haut

Le trèfle incarnat *(Trifolium incarnatum)*, une légumineuse, dominante après le semis, régresse fortement par la suite au profit de *V. persica*, puis de la luzerne cultivée *(Medicago sativa)*. En parallèle, *A. millefolium* progresse dès le 3e printemps. En fin d'essai, *T. repens*, semé, et *L. perenne*, spontané, se développent sans excès (fig. 2g).

Les vigoureuses légumineuses de ce mélange exigent de nombreuses fauches (quatre à cinq par an). Il atteint les critères d'une SPB de qualité I, mais sa diversité globale ne suffit pas pour une qualité de niveau II.

Aptitude des espèces à l'enherbement et proposition d'un mélange lémanique

Le tableau 4 rassemble les caractéristiques des espèces observées dans le cadre de l'essai, de même que l'évaluation de leur intérêt pour la promotion de la biodiversité, sur la base d'observations entomologiques effectuées en 2014 sur la parcelle expérimentale (Pétremand 2015).

Cette synthèse permet de proposer un mélange pour l'engazonnement des vignobles de l'arc lémanique (tabl. 5).

Le choix de la plupart des espèces découle des résultats de cet essai mais d'autres, comme la menthe des ›

Tableau 5 | Mélange proposé pour l'engazonnement de vignes et de vergers en région lémanique

Nom latin	Nom français	Famille
Achillea millefolium	Achillée millefeuille	Asteracée
Agrostis capillaris	Agrostis capillaire	Poacée
Bellis perennis	Pâquerette	Asteracée
Bromus tectorum	Brome des toits	Poacée
Medicago lupulina	Luzerne lupuline	Fabacée
Mentha arvensis	Menthe des champs	Lamiée
Origanum vulgare	Origan	Lamiée
Pimpinella saxifraga	Boucage saxifrage	Apiacée
Poa compressa	Pâturin compressé	Poacée
Potentilla verna	Potentille du printemps	Rosacée
Prunella vulgaris	Brunelle	Lamiée
Sanguisorba minor	Petite pimprenelle	Rosacée
Veronica chamaedrys	Véronique petit-chêne	Plantaginacée

Tableau 4 | Caractéristiques des principales espèces observées dans le cadre de l'essai

Espèce	Installation	Pérennité	Vigueur*	Compétitivité**	Biodiversité***	Remarque
Graminées						
Bromus tectorum	+++	+	Moyenne	Moyenne	+++	Annuel peu durable; mais qui contribue probablement à l'installation progressive d'un couvert diversifié
Festuca rubra et *F. ovina*	+++	+++	Moyenne	Elevée	+	Compétitives, notamment en situations sèches
Lolium perenne	+++	+++	Elevée	Elevée	+	Vigoureuse et très compétitive
Poa compressa	++	+(+)	Moyenne	Faible	++	Pérennité aléatoire
P. pratensis	++	++	Moyenne	Moyenne	++	
Légumineuses						
Lotus corniculatus	+	++	Moyenne	Moyenne	+++	Les variétés de lotiers actuellement commercialisées ne sont pas recommandées dans le canton de Genève pour protéger la flore indigène
Medicago lupulina	+++	++	Moyenne	Moyenne	+++	Annuel à comportement «pérennant», nectarifère
M. sativa	+	+++	Elevée	Moyenne	++	Plante très vigoureuse, très nectarifère
Trifolium incarnatum	+++	+	Elevée	Elevée	++	Annuel peu durable; nectarifère et pollinifère
Trifolium repens	+++	+++	Elevée	Elevée	++	Vigoureuse et très compétitive; très nectarifère et pollinifère
Autres dicotylédones						
Achille millefolium	++	+++	Moyenne	Moyenne	+++	
Bellis perennis	++	++	Faible	Moyenne	++	
Potentilla verna	+	++	Faible	Faible	+++	Floraison très précoce
Prunella vulgaris	++	+++	Faible	Moyenne	+++	Très nectarifère
Sanguisorba minor	++	+++	Moyenne	Moyenne	++	

*Vigueur: notion intégrant la rapidité de croissance et la taille que peut atteindre la plante.

** Une espèce compétitive contribue à la maîtrise des mauvaises herbes mais limite la diversité floristique.

***Une espèce contribue à la biodiversité par son développement équilibré et/ou en attirant l'entomofaune (voir le chapitre sur le choix des espèces).

champs *(Mentha arvensis)*, l'origan *(Origanum vulgare)* ou encore la véronique petit-chêne *(Veronica chamaedrys)*, sont retenues sur la base d'observations globales rassemblées ces dix dernières années lors de visites de parcelles viticoles enherbées, qui ont révélé leur comportement intéressant (croissance, cycle, distribution). L'agrostide *(Agrotis capillaris)* a été retenue à partir d'essais antérieurs (Ançay *et al.* 1999) et enfin le boucage *(Pimpinella saxifraga)* a été ajouté pour diversifier les familles botaniques représentées et pour son possible effet bénéfique sur l'entomofaune auxiliaire.

Globalement, un tel assemblage devrait permettre une bonne couverture du sol, de vigueur apte à limiter les coupes nécessaires à deux voire trois par an et à laisser s'exprimer la flore spontanée. Ces treize plantes issues de la flore indigène, appartenant à sept familles botaniques différentes, offrent aussi une intéressante biodiversité, potentiellement favorable à l'entomofaune auxiliaire (Pétremand 2015).

Les valeurs indicatrices (Landolt 1977) des espèces retenues sont variables; leur développement respectif pourra se différencier selon les parcelles et les conditions pédoclimatiques, mais le mélange devrait permettre d'atteindre les objectifs fixés dans la majorité des parcelles de l'arc lémanique.

A l'avenir, une démarche en trois volets est envisagée pour améliorer ce mélange:

- Le tester dans un réseau de parcelles, afin de valider son intérêt et sa pérennité dans différentes situations pédoclimatiques et agronomiques.
- Optimiser, en parcelles d'essai, les parts respectives des espèces du mélange.
- Poursuivre la recherche et l'évaluation d'autres espèces: *Anthyllis vulneraria, Clinopodium vulgare, Lotus maritimus, Medicago falcata, M. minima*, etc.

A plus long terme, la création de «variétés» adaptées pourrait contribuer à optimiser ces engazonnements, car ces plantes issues de la flore sauvage possèdent probablement une importante variabilité génétique. Enfin, l'étude de l'effet de ces enherbements et de leur composition sur les autres éléments de la biodiversité, comme l'entomofaune auxiliaire, ouvre des perspectives prometteuses (Pétremand *et al.* 2016).

Conclusions

- L'engazonnement des cultures spéciales pérennes doit remplir de nombreux objectifs contradictoires: bonne protection du sol, mais faible croissance; bonne maîtrise des adventices, mais peu de concurrence; facilité d'installation et de gestion, mais grande biodiversité, etc.
- Les principaux mélanges disponibles peinent à concilier ces objectifs.
- Un mélange optimisé, susceptible d'être encore amélioré, est proposé ici, sur la base de l'essai pluriannuel de comparaison de mélanges présenté ici et d'observations réalisées depuis une décennie dans de nombreuses parcelles viticoles enherbées. ■

Remerciements

Les auteurs remercient l'équipe du vignoble de l'Etat de Genève, et en particulier à MM. Thierry Anet et Agim Suka pour l'installation et l'entretien de la parcelle expérimentale.

Bibliographie

- Ançay A., Carron R., Terretaz R., Delabays N. & Mermillod G., 1999. Couverture du sol et enherbement en culture de framboises. *Revue suisse Vitic., Arboric., Hortic.* **31**, 273–277.
- Clavien Y. & Delabays N., 2006. Inventaire floristique des vignes de Suisse romande: connaître la flore pour mieux la gérer. *Revue suisse Vitic., Arboric., Hortic.* **38**, 335–341.
- Delabays N., Pétremand G. & Mota M., 2016. Relevés botaniques pour l'évaluation des couvertures végétales en cultures spéciales pérennes. *Revue suisse Vitic., Arboric., Hortic.* (en prép.)
- Delabays N., Spring J.-L., Ançay A., Mosimann E.& Schmid A., 2000. Sélection d'espèces pour l'enherbement des cultures spéciales. *Revue suisse Vitic., Arboric., Hortic.* **32**, 95–104.
- Fortier E., Shani T. & Burgos S., 2010. Enherbement du vignoble genevois: bilan et perspectives. *Revue suisse Vitic., Arboric., Hortic.* **42**, 96–103.
- Landolt E., 1977. Ökologische zeigerwerte zur schweizer flora. Geobotanisches Institut der ETH, Stiftung Rübel, 64. Heft, Zürich, 208 p.
- Londo G., 1976. The decimal scale for releves of permanent quadrats. *Vegetation* **33**, 61–64.
- Pétremand G., 2015. Pratiques agricoles et biodiversité: impact de l'enherbement viticole sur l'entomofaune auxiliaire (Diptera: Syrphidae, Coleoptera: Carabidae). Travail de Master, Université de Genève, 111 p.
- Pétremand G., Fleury D., Castella E. & Delabays N., 2016. Influence de l'enherbement viticole sur les Carabidae (Coleoptera) et intérêt potentiel pour le contrôle de certains ravageurs de la vigne. *Biotech. Agron. Soc. Environ.* **20**, 375–385.

Summary

Comparison of six seeds mixtures for ground cover in vineyards of the Geneva lake region

The interest of a ground cover between rows of vineyards is now well known and so are its failings: competition, management and risks of frost. Selecting plant species for ground covers could mitigate the negative impacts while keeping their advantages. The main goal is to obtain a mix of species which, on the long term and with minimal management, offer good soil protection and weed control, while contributing to promote biodiversity. From 2011 to 2016, the botanical evolution of six seeds mixtures was observed in an experimental vineyard in Geneva. Based on those observations, a «pilot mixture» of 13 species was elaborated. Its validation and optimisation are discussed.

Key words: ground cover, vineyards, weed management, biodiversity.

Zusammenfassung

Vergleich von sechs verschiedener Pflanzenmischungen für die Weinbergbegrünung in Genfersee-region

Heutzutage besteht ein grosses Interesse an der Begrünung von Weinbergen und Obstplantagen. Eine Begrünung von Dauerkulturen bringt allerdings auch Nachteile mit sich: Konkurrenz gegenüber der Kultur sowie Durchführung von Pflegemassnahmen und Frostgefahr. Eine überlegte Auswahl der verwendeten Pflanzenarten für die Begrünungen ermöglicht es die Vorteile zu nutzen und die negativen Auswirkungen zu verringern. Das Ziel ist es, eine Mischung zu erhalten, die die Biodiversität fördert und gleichzeitig einen guten Schutz des Bodens sowie die Kontrolle der unerwünschten Unkräuter ermöglicht, beides auf längere Zeit und mit geringem Aufwand.
Von 2010 bis 2016, war die botanische Entwicklung sechs verschiedener Saatmischungen für Weinbergbegrünungen verfolgt, die parallel in der Versuchsparzelle eines Weinbergs des Kantons Genf ausgesät wurden. Basierend auf diesen Beobachtungen, wurde eine Mischung erstellt, die aus 13 Pflanzenarten besteht. Die Validierung und Optimierung dieser Pflanzenmischung wird vorgestellt und diskutiert.

Riassunto

Confronto di sei miscele di piante per l'inerbimento dei vigneti nella regione del lago di Ginevra

Oggigiorno l'interesse di coperture vegetali nei vigneti e nei frutteti è ampiamente riconosciuto; tuttavia, non è senza difetti: concorrenza verso la coltura, manutenzione e rischio di gelo. Una scelta ragionata delle specie utilizzate per queste coperture vegetali permette di limitare questi impatti mantenendone i vantaggi. L'obiettivo è quindi quello di ottenere una miscela che fornisca, nel tempo e con una manutenzione limitata, una buona protezione del suolo, che controlli la flora avventizia indesiderata e che contribuisca anche alla promozione della biodiversità.
Dal 2011 al 2016, è stata osservata l'evoluzione botanica di sei miscele di sementi proposte per l'inerbimento dei vigneti seminate in parallelo su una parcella sperimentale del vigneto dello Stato di Ginevra. Sulla base di queste osservazioni, è stata elaborata una miscela pilota ottimizzata costituita da una dozzina di specie.
Un programma di validazione e di ottimizzazione di questa miscela pilota è presentato e discusso.

Azote assimilable des moûts: de quoi parle-t-on?

Fabrice LORENZINI et Ágnes DIENES-NAGY, Agroscope, 1260 Nyon
Renseignements: Fabrice Lorenzini, e-mail: fabrice.lorenzini@agroscope.admin.ch, tél. +41 58 460 43 30, www.agroscope.admin.ch

Echantillons de moûts pour analyse (photo Carole Parodi, Agroscope).

Azote assimilable par qui et pour quoi?

En vinification, les acteurs de la fermentation alcoolique que sont les levures ont besoin, pour leur croissance et leur métabolisme, de différents éléments nutritifs en quantité et en qualité suffisantes. A côté du sucre, aliment essentiel, l'azote est un de leurs principaux nutriments. Cet élément, présent dans les raisins, se trouve par conséquent sous différentes formes dans les moûts à fermenter (tabl. 1), dont certaines sont assimilables par la levure, c'est-à-dire utilisables pour son bon fonctionnement et d'autres non. La forme assimilable (souvent abrégée YAN en anglais pour *Yeast Available Nitrogen*) se compose de l'azote minéral, notamment de l'ion ammonium NH_4^+ et des acides aminés primaires (fig. 1). Ces deux éléments se retrouvent dans les raisins à maturité dans des proportions d'environ 20 et 80 % respectivement. Les autres formes d'azote organique que sont les protéines, les peptides et les acides aminés secondaires (comme la proline) ne sont pas ou difficilement métabolisables et ne sont donc pas intégrées dans la détermination de l'azote assimilable des moûts. Compte tenu de son incidence sur la qualité des raisins et par conséquent sur celle du vin fini, la détermination de ce paramètre revêt une grande importance. Sa mesure sert notamment à décider de l'opportunité d'une intervention ponctuelle à la vigne ou à la cave par des apports de différentes sources externes d'azote (Spring 2006).

Tableau 1 | Principaux composés azotés des moûts (Aerny 1996)

	Données de la littérature
Azote total (N total)	0,2 à 1,7 g/l
Azote minéral	
Ammonium NH_4^+	5 à 10 % de l'azote total
Azote organique	
Protéines	2 à 5 % de l'azote total
Polypeptides	10 à 30 % de l'azote total
Acides aminés	60 à 80 % de l'azote total

De l'indice de formol à l'azote assimilable

Depuis 1991, l'évaluation de l'azote assimilable contenu dans les raisins et les moûts se faisait à Agroscope par la détermination de l'indice de formol (Aerny 1996). Cette méthode globale est relativement simple à mettre en œuvre et suffisamment précise pour représenter l'azote assimilable dans son ensemble (azote ammoniacal et acides aminés primaires). Elle est basée sur la réaction des amines primaires et de l'ion ammonium avec le formaldéhyde. La toxicité du formaldéhyde la rend plutôt délicate à réaliser et nécessite protection et précaution adéquates.

Une autre méthode consiste à doser séparément l'azote ammoniacal et l'azote aminé. La mesure de l'azote ammoniacal se base sur une réaction enzymatique très spécifique effectuée à l'aide d'un kit commercial (Boehringer) et une mesure par spectrophotométrie. Le dosage des acides aminés primaires se réalise par réaction chimique avec l'OPA (o-phtaldialdéhyde) en milieu basique pour produire un chromogène, qui est mesuré par spectrophotométrie.

Les mesures effectuées en parallèle sur les échantillons de raisin de différents millésimes ont été comparées avec les résultats obtenus par la mesure de l'indice de formol. La corrélation étant très bonne (fig. 2), une conversion des résultats en l'une ou l'autre des unités

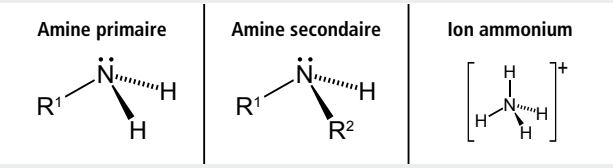


Figure 1 | Formes majoritaires de l'azote dans les moûts.

(indice de formol ou azote assimilable) est dès lors tout à fait valable. Cette méthode a l'avantage de doser séparément les deux formes d'azote composant l'azote assimilable. Elle est en outre plus rapide, automatisable, plus précise et ne fait pas appel à des produits toxiques, comme le formaldéhyde dans la mesure de l'indice de formol. C'est donc cette méthode qui est pratiquée depuis 2015 par Agroscope et proposée pour la détermination de l'azote assimilable contenu dans les raisins et les moûts. Notre équipement de spectrométrie infrarouge FTIR (Winescan®) a pu également être calibré pour ces deux éléments.

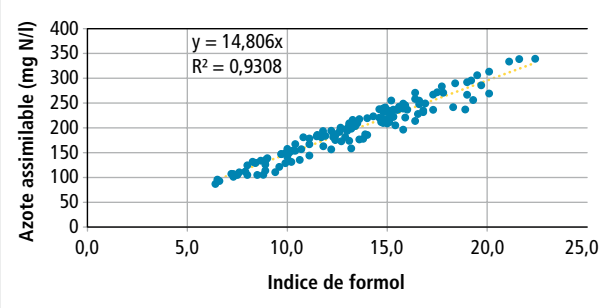


Figure 2 | Corrélation entre l'indice de formol et l'azote assimilable des moûts (2014).

Avec les deux méthodes décrites ci-dessus, le principe de leur réaction chimique ne fait intervenir qu'un azote par acide aminé. Par conséquent, ces méthodes de «routine» le plus généralement pratiquées sous-estiment quelque peu la totalité de l'azote assimilable des moûts.

Pour déterminer tous les atomes d'azote utilisables de chacun des acides aminés présents, un dosage individuel de ceux-ci par chromatographie liquide est nécessaire, mais cette technique analytique, utilisée dans le cadre des projets de recherche d'Agroscope, est bien trop onéreuse pour une détermination de routine de l'azote assimilable des moûts. ■

Bibliographie

- Aerny J., 1996. Composés azotés des moûts et des vins. *Revue suisse Vitic., Arboric., Hortic.* **28** (3), 161–165.
- Spring J.-L. & Lorenzini F., 2006. Effet de la pulvérisation foliaire d'urée sur l'alimentation azotée et la qualité du Chasselas en vigne enherbée. *Revue suisse Vitic., Arboric., Hortic.* **38** (2), 105–113.
- Méthodes d'analyse enzymatique en chimie alimentaire, Boehringer Mannheim GmbH, 1997.
- Méthode d'analyse primary amino nitrogen, Biosystems SA, 2011.

Publicité

Drosophile du cerisier: stratégies, infestations et dégâts sur fruits à noyau*

Résultats du sondage national en ligne de 2015

Esther BRAVIN, Felix GREMMINGER, Reinhard EDER, Dominique MAZZI et Stefan KUSKE, Agroscope, 8820 Wädenswil
Renseignements: Esther Bravin, e.mail: esther.bravin@agroscope.admin.ch, tél. +41 58 460 52 44, www.agroscope.ch

En 2011, la drosophile du cerisier *Drosophila suzukii* s'attaquait pour la première fois aux fruits en Suisse et, en 2014, les dégâts sur les fruits à noyau, les baies et la vigne étaient déjà considérables. Dans un sondage en ligne spécifique à chaque culture, Agroscope a enquêté auprès des producteurs pour connaître les stratégies de lutte appliquées contre ce ravageur, l'estimation des attaques et les dégâts. Près de 10 % des producteurs de cerises et de pruneaux ont participé au sondage dédié aux fruits à noyau. Cet article donne les résultats de ce sondage ainsi qu'une évaluation des dégâts causés par la drosophile du cerisier.

Femelle de *Drosophila suzukii* en train de pondre sur une cerise (photo: Stefan Kuske, Agroscope).

Pour la première fois en 2014, la drosophile du cerisier a causé de gros dégâts économiques dans les cultures de fruits à noyau en Suisse. Au sein du groupe d'accompagnement Task Force Drosophila Suzukii formé par Agroscope (www.drosophilasuzukii.agroscope.ch) et en collaboration avec un groupe de conseillers et de représentants de la pratique, les principaux éléments de lutte contre *D. suzukii* ont été établis et publiés sous forme de fiches techniques. Les résultats de l'enquête nationale 2015 documentent l'application pratique des mesures prescrites et leur efficacité. Ce sondage a été élaboré en français et en allemand par Agroscope avec l'aide des stations cantonales, en utilisant un logiciel en ligne. Les producteurs ont reçu un e-mail avec un lien les incitant à participer. Ils ont été interrogés sur les thèmes suivants: situation géographique (région), aspects spécifiques à la culture (surfaces, variétés), mesures de surveillance et état des attaques (monitoring, contrôle des infestations, estimation des dégâts), mesures d'hygiène et de lutte.

Traduction de l'article *Kirschessigfliege: Strategien, Befall und Schäden im Steinobst* paru dans *Schweizer Zeitschrift für Obst- und Weinbau* **151** (14), 8-11, 2016.

Plus de 100 exploitations ont répondu

Près de 10 % des producteurs de fruits à noyau ont participé au sondage: 111 pour les cerises et 108 pour les pruneaux, représentant environ 60 ha de cultures de cerises et 70 ha de pruneaux. Le tableau 1 présente le nombre de retours par canton. Les exploitations des cantons d'Argovie, Saint-Gall, Bâle-Campagne et Thurgovie enregistrent le meilleur taux de participation.

- **Bilan:** les principales régions de production de cerises et de pruneaux sont bien représentées.

Tableau 1 | Retours de l'enquête 2015 des producteurs de cerises et de pruneaux par canton

Canton	Cerises	Pruneaux
Argovie	24	20
Berne	8	7
Bâle-Campagne	14	4
Fribourg	1	2
Grisons	0	0
Lucerne	6	6
Schaffhouse	1	0
Schwyz	3	0
Soleure	2	2
Saint-Gall	18	24
Tessin	0	1
Thurgovie	11	10
Valais	0	2
Vaud	2	2
Zoug	10	13
Zurich	11	15
Total	111	108

Contrôle des infestations

Un très grand pourcentage des producteurs ont effectué un contrôle.

Figure 1 | Pourcentage des exploitations qui ont effectué un contrôle des infestations sur cerises ou pruneaux.

Piégeage de masse: partiellement efficace

Vingt-huit pourcents des producteurs de cerises et 24 % de ceux de pruneaux ont utilisé le piégeage de masse avec des pièges-gobelets. Pour les cerises, 15 % étaient satisfaits de la méthode et 18 % insatisfaits. Pour les pruneaux, en revanche, 42 % étaient satisfaits et un seul producteur non satisfait.

Récolte soigneuse de chaque variété

L'hygiène de récolte est prise très au sérieux par les producteurs: la plupart d'entre eux déclarent avoir soigneusement récolté chaque variété sans laisser de fruits sur l'arbre (fig. 2). Plus de 60 % des producteurs de cerises et de pruneaux étaient satisfaits de cette méthode. Toutefois, 5 % des producteurs de cerises et 1 % des producteurs de pruneaux ne l'étaient pas, sans en évoquer les raisons. Les deux approches «début de récolte précoce» et «élimination des déchets de récolte au sol» n'ont été que peu pratiquées, avec une moindre satisfaction que la stratégie évoquée précédemment.

Filets de protection des cultures couramment utilisés

La pose de filets de protection est répandue dans les exploitations, en particulier pour les cultures de cerises de table. Sur les 58 producteurs de cerises ayant posé un filet contre la drosophile du cerisier, les combinaisons suivantes étaient les plus fréquentes: filets anti-insectes latéraux (23 %), combinaison de filets anti-grêle, anti-oiseaux et anti-insectes (21 %), combinaison de filets anti-grêle et anti-insectes (15 %) ou combinaison de filets anti-grêle et anti-oiseaux (13 %). Vingt-six ›

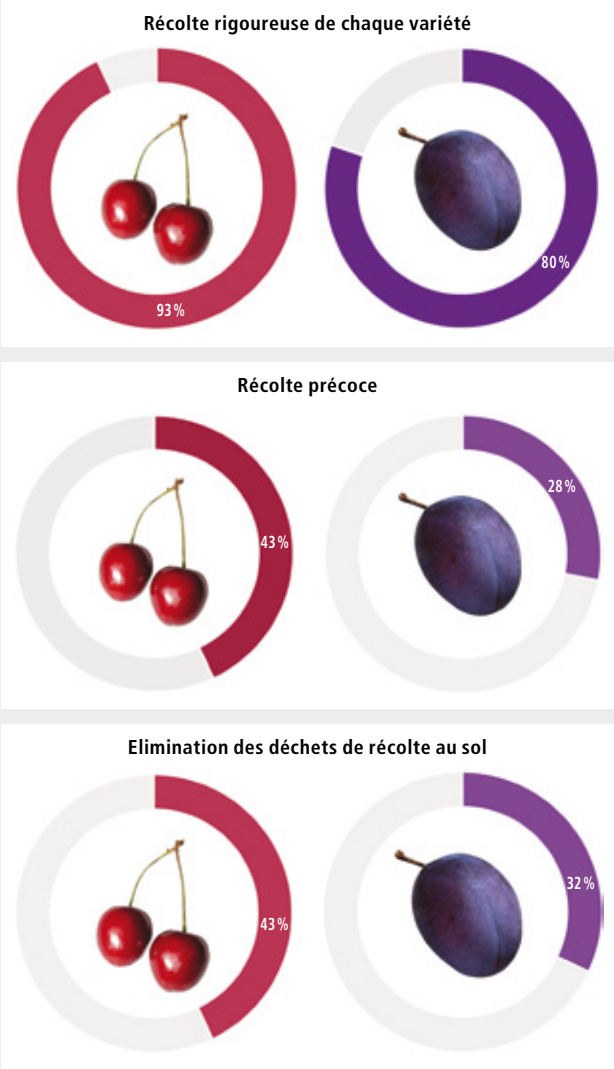


Figure 2 | Mesures d'hygiène pratiquées pour les cerises et pruneaux (%).

Images: © Pixabay (cerises) et MEV Verlag Ausburg (pruneau)

Figure 3 | Pourcentage des exploitations utilisant des filets de protection.

Figure 4 | Pourcentage des exploitations appliquant des insecticides contre la drosophile du cerisier.

producteurs ont aussi couvert les zones de manœuvre. Plus de 60 % des producteurs étaient satisfaits de l'utilisation des filets.

Filets à mailles fines

Le marché propose un vaste choix de filets anti-insectes, de mailles différentes. Les données sur la taille des mailles des filets anti-insectes utilisés par 37 producteurs ont montré que de nombreux types de maille fine était utilisés (16 variantes relevées). Les données ont été réparties en trois catégories:

- 18 % ont utilisé des mailles de 0,4–0,8 mm (y. c. 0,8 x 0,8 mm);
- 71 % ont utilisé des mailles de 0,8–1,3 mm (y. c. 1,3 x 1,3 mm);
- 11 % ont utilisé des mailles de 1,4–1,7 mm (y. c. 1,7 x 1,7 mm).

La majorité des filets anti-insectes utilisés correspondaient aux recommandations actuelles d'Agroscope, avec une maille de 1 à 1,3 mm.

Traitements insecticides

La drosophile du cerisier est combattue avec des insecticides par environ 80 % des producteurs de cerises et près de la moitié des producteurs de pruneaux. Les produits Audienz (spinosad), Alanto (thiaclopride) et/ou Gazelle (acétamipride) sont les plus couramment utilisés. Ces produits ont obtenu une homologation à cette fin dans le cadre d'une décision de portée générale de l'Office fédéral de l'agriculture pour l'autorisation d'un produit phytosanitaire dans des cas particuliers en 2015. Quarante-sept pourcents des producteurs de cerises ont combiné deux produits en alternance, 36 % ont utilisé trois produits et 17 % seulement un produit. Cinquante-six pourcents des producteurs de cerises étaient satisfaits de cette stratégie, 3 % étaient insatisfaits, 35 % n'étaient ni satisfaits ni insatisfaits (en partie oui, en partie non) et 6 % sans opinion (je ne sais pas).

- **Bilan:** le retour des producteurs sur le choix de leurs stratégies de protection montre que les recommandations émises par Agroscope et les services de conseil ont souvent été appliquées. Pour les cerises, plus de la moitié des producteurs ont posé des filets. Pour les cerises et les pruneaux, la majorité a pratiqué des contrôles d'infestation et récolté chaque variété rigoureusement.

Cerises à distiller plus touchées que les cerises de table

L'année du sondage, très sèche et chaude, 30 % des enquêtés ont constaté des attaques de la drosophile du cerisier au moins sur une parcelle. Dix-neuf pourcents de tous les participants au sondage ont reçu au moins une réclamation lors de la livraison due aux dégâts de la drosophile du cerisier. Ces données de l'enquête ont permis de calculer le pourcentage des surfaces atteintes (fig. 5). Sur les 61 ha au total, 7 % des surfaces ont subi l'attaque de la drosophile du cerisier (taux établi à partir des livraisons infestées). Pour les cerises de distillation, 25 % des surfaces étaient atteintes. En fonction de la période de maturité, les variétés sont plus ou moins sensibles. La variété tardive Sweetheart était en proportion la variété de table la plus touchée, avec 21 %. Dix pourcents des surfaces de Regina étaient atteintes et 8 % de Kordia. La variété précoce Burlat et les cerises de transformation ont été pratiquement épargnées en 2015.

Stratégies privilégiées

L'enquête montre que les producteurs de cerises appliquent les mesures proposées plutôt en les combi-

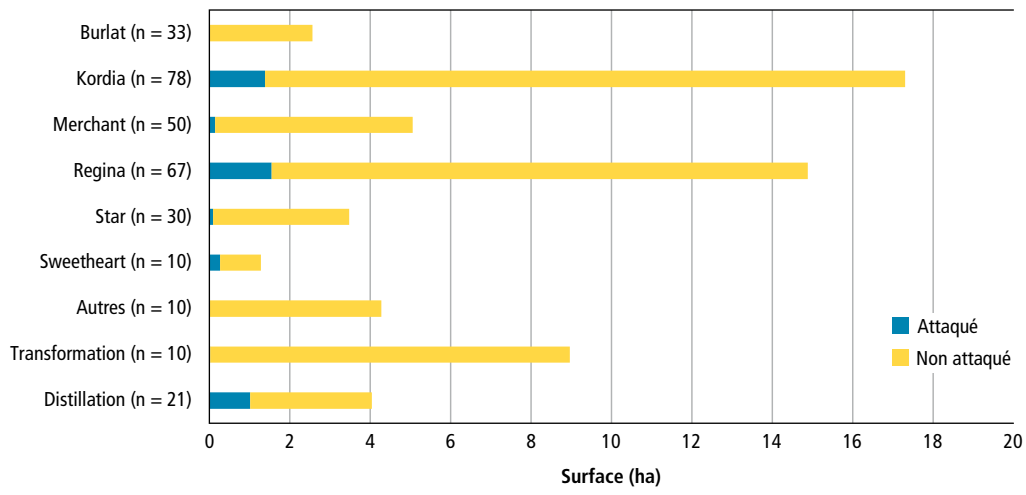


Figure 5 | Surfaces totales et surfaces attaquées par variété de cerise.

nant et plus rarement en mesure unique (fig. 6). Trois pourcents seulement des exploitations ont totalement renoncé aux stratégies de lutte contre le ravageur. Plus de 75 % ont combiné au moins deux mesures d'hygiène et/ou de protection.

Les moyens de lutte les plus associés par les producteurs étaient «application d'insecticides et récolte rigoureuse par variété» et «pose de filets, application d'insecticides et récolte complète de chaque variété». Seuls trois producteurs de cerises avec des arbres dispersés n'ont engagé aucune mesure de lutte contre la drosophile du cerisier, en ne subissant heureusement aucun dégât, ce qui s'explique probablement par la faible pression du ravageur dans beaucoup de régions en 2015. Sept des 34 producteurs ayant appliqué la stratégie «pose de filets, application d'insecticides et récolte rigoureuse par variété» constatent néanmoins une infestation sur au moins une parcelle. De même, 15 des 35 producteurs ayant choisi la stratégie combinée «application d'insecticides et récolte complète pour chaque variété» constatent aussi une infestation sur au moins une parcelle. Le type de propositions du sondage ainsi que la diversité des mesures de protection appliquées dans les exploitations ne permettent malheureusement pas d'établir un lien clair entre le type de mesures de protection appliquées et les attaques constatées.

- **Bilan:** 30 % des exploitations ont subi des dégâts de la drosophile du cerisier. Les attaques sur variétés tardives étaient plus importantes que sur variétés précoces.

Pruneaux moins attaqués que les cerises

Vingt-deux pourcents des producteurs de pruneaux ayant participé à l'enquête ont rapporté une attaque de *D. suzukii* sur leur domaine. Ces exploitations représentaient une surface totale de 68 ha, dont 11 % étaient atteints. Sur 9 % de ces surfaces, les attaques ne dépassaient pas 25 %. Sur 2 % des surfaces, les attaques étaient supérieures à 25 %. Six des 108 producteurs de pruneaux ayant participé au sondage ont reçu des réclamations pour certaines livraisons de pruneaux (variétés). Deux producteurs ont reçu des réclamations sur pratiquement toutes leurs livraisons.

Les données des attaques par variété proportionnellement à la surface font ressortir que 4 % de la surface ›

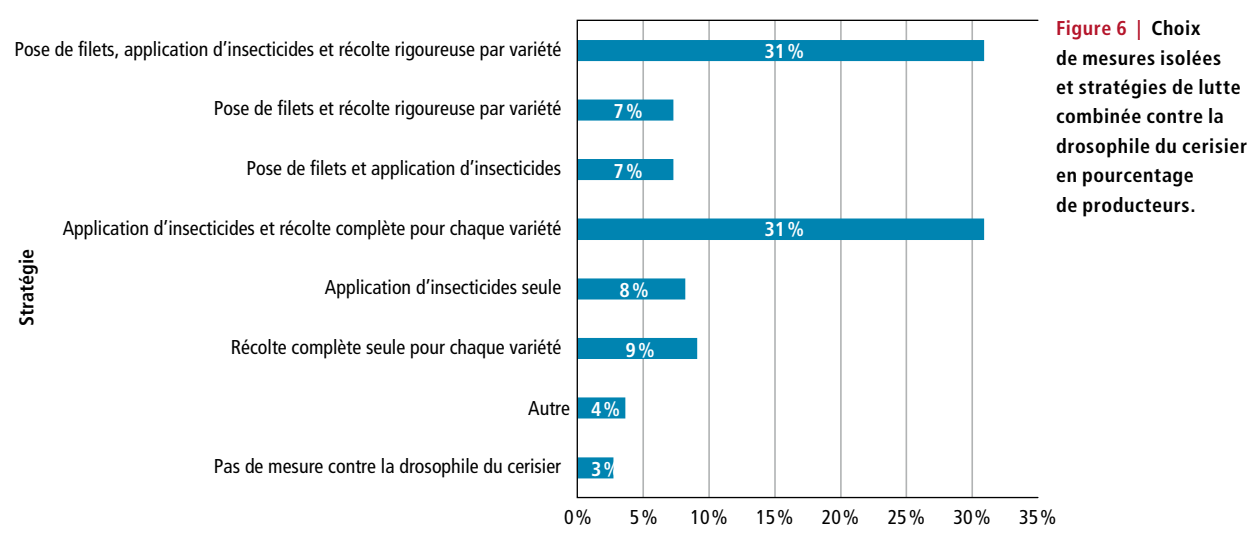


Figure 6 | Choix de mesures isolées et stratégies de lutte combinée contre la drosophile du cerisier en pourcentage de producteurs.

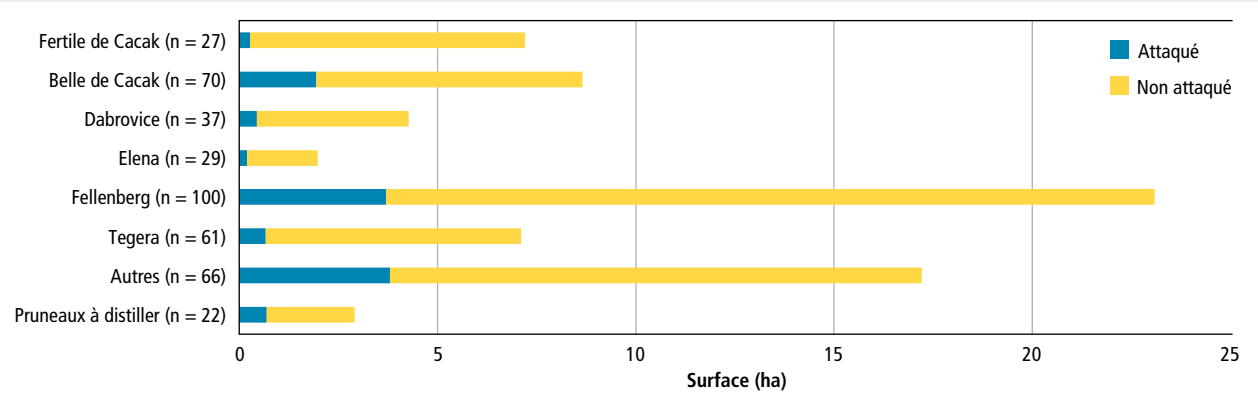


Figure 7 | Surfaces totales et surfaces attaquées par variété de pruneau.

de Fertile de Cacak était atteinte, 9 % de Tegera, 10 % de Elena et Dabrovice et 16 % de Fellenberg. La variété Belle de Cacak, les pruneaux de distillation et d'autres variétés ont vu plus de 20 % de leurs surfaces attaquées.

- **Bilan:** 20 % environ des exploitations de pruneaux présentaient des dégâts dus à la drosophile du cerisier. La pression des attaques différait selon les variétés.

Conclusions et perspectives

- L'enquête 2015 a été menée auprès des producteurs après les dégâts massifs causés par la drosophile du cerisier en 2014, pour récolter des informations sur les mesures de protection spécifiques aux cultures recommandées par Agroscope et appliquées par les exploitations.
- Elle devait également fournir une base pour le calcul des coûts effectifs induits par ce nouveau ravageur et des indications sur le type et l'étendue des mesures de protection nécessaires.
- Le sondage a fait ressortir de grandes différences entre les cultivars de fruits à noyau: les variétés précoces ont été nettement moins attaquées que les tardives.
- Malheureusement, les résultats ne permettent pas de tirer une relation précise entre les stratégies et les attaques.
- Les moyens recommandés par Agroscope et le conseil agricole pour la surveillance, les mesures d'hygiène et la lutte ont été bien appliqués par les praticiens en 2015.
- Agroscope conduira une nouvelle enquête nationale en 2016 pour évaluer les dégâts et les stratégies appliquées contre *Drosophila suzukii*. Les éléments de l'enquête 2015 seront évidemment intégrés afin d'améliorer le sondage 2016 et d'atteindre les objectifs de façon optimale. Pour l'enquête 2016, le soutien des stations cantonales sera à nouveau important pour diffuser le sondage et améliorer le taux de retour. ■

Remerciements

Les auteurs remercient les producteurs et les stations cantonales pour leur précieuse collaboration.

Bibliographie

- Fiches techniques drosophile du cerisier (http://www.agroscope.admin.ch/baies/05590/08363/index.html?lang=fr)

Poster Stades phénologiques de la vigne

Tout le cycle végétatif de la vigne en grand format:
une décoration attractive et intéressante pour vos caves, carnotzets, salles de réunion etc.
Français, allemand ou italien, 100 x 70 cm, CHF 30.- (port inclus)
Tél. +41 79 659 48 31 | info@revuevitiarbohorti.ch

AMTRA
ASSOCIATION POUR LA MISE EN VALEUR DES TRAVAUX DE LA RECHERCHE AGRONOMIQUE
www.revuevitiarbohorti.ch

Julien Ducruet: du pays de Giono à la cave de CHANGINS

Professeur en œnologie, technologie de cave et distillation à CHANGINS | Haute école de viticulture et œnologie, Julien Ducruet est enfant de Provence. Lorsqu'il évoque le pays viticole où il a grandi, à Pierrevert près de Manosque, ses yeux brillent: «Aux vendanges, je piquais du raisin dans les bennes en rentrant de l'école.» Depuis tout petit, son esprit le porte vers la mécanique, la science et les métiers d'ingénieur.

En France

Après un bac en biologie au lycée de Manosque, il étudie les sciences avec une spécialisation en chimie organique et bio-organique à l'Université à Aix-en-Provence, puis à Marseille. Lassé de l'odeur des produits toxiques de la chimie organique, il s'intéresse à mettre son savoir scientifique au service du vin. Son DEA (master) l'entraîne à Bordeaux chez Yves Glories et Aline Lonvaud, séduits par sa double formation de biologiste-chimiste. Son travail sur la fermentation malolactique en barrique le conforte dans ses choix: produire du vin et faire de la recherche liée à cette production.

Son service militaire accompli dans la marine, il revient à Bordeaux pour sa thèse de doctorat, étudiant les mécanismes de libération de la couleur dans le vin, liés aux enzymes naturelles ou ajoutées lors de la macération. «Boire son propre vin: c'est une expérience enthousiasmante! Etre au labo du matin au soir et un peu à la cave est devenu une passion.» En 2000, Lamothe Abiet l'engage comme directeur de R&D pour développer une nouvelle gamme de produits œnologiques. Des raisons familiales le poussent à rejoindre sa Provence natale. Il se voit confier l'installation de la Cave du Château Volterra à Ramatuelle, où il «essuie les plâtres» des premières vinifications du domaine. Ensuite, la cave coopérative d'Aleria, en Corse, le charge de vinifier tous ses rosés, soit 45 % de la production. «C'était un travail complètement différent et très intéressant, où il faut prendre des décisions rapides en concertation avec d'autres œnologues.»

En Suisse

Fin 2003, Julien Ducruet décroche un poste à l'Ecole d'ingénieurs de Changins. La HES alors débutante veut notamment initier ses étudiants à la recherche et développer ses relations internationales. En bon Méridional, ses débuts en décembre lui reviennent: «Trois semaines de stratus! C'était traumatisant…»

Julien Ducruet (photo Carole Parodi, Agroscope).

En pleine mutation, l'école lui demande de décrocher des projets et d'en assurer le suivi, en plus de l'enseignement dans la HES et l'Ecole spécialisée. Aujourd'hui recentré sur la HES, il enseigne la technologie de cave, du fonctionnement et de l'utilisation des machines à la conception de cave, donne des cours d'œnologie axés sur l'utilisation des enzymes et dirige des projets dans ces domaines. La Régie fédérale des alcools le mandate aussi pour dynamiser la recherche appliquée et la formation autour des boissons distillées, et parfois à l'étranger pour entraîner et former des panels experts en boissons distillées.

«C'est étonnant tout ce que je suis amené à faire pour l'école: de l'enseignement, de la recherche, des prestations de service, des mandats externes, tels que la gestion de l'oxygène en bouteille ou le développement des bags-in-box. Je veille juste à ce que les compétences développées et les acquis soient réinjectés dans mon enseignement. Comme les projets ne sont jamais les mêmes et que les étudiants changent, c'est toujours inédit!»

Pour le reste, la montagne, le ski, la randonnée dans «tout le Jura comme centre de loisirs» et la vie de famille, avec ses enfants de 10 et 13 ans, comblent son existence déjà bien remplie.

Eliane Rohrer, *Revue suisse de Viticulture, Arboriculture, Horticulture*

CHANGINS a réuni les meilleurs chercheurs du monde en œnologie et en viticulture lors du congrès scientifique Macrowine 2016

En collaboration avec la Haute Ecole spécialisée de Suisse occidentale (HES-SO), CHANGINS a réuni dans ses murs le Symposium international de viticulture et œnologie Macrowine du 27 au 30 juin 2016. Une occasion pour le centre national de compétences des métiers de la vigne et du vin de mettre en avant ses travaux de recherche appliquée et développement ainsi que ses formations, devant 200 scientifiques venus des cinq continents.

Macrowine est une manifestation qui réunit tous les deux ans des experts scientifiques, enseignants et chercheurs en œnologie et viticulture du monde entier. Les résultats des recherches les plus actuelles sont présentés, permettant ainsi de mieux cerner les nouveaux défis, d'élargir son réseau de collaborations et d'initier le développement de solutions innovantes. Après l'Afrique du Sud, la France et l'Italie, CHANGINS l Haute école de viticulture et œnologie, en partenariat avec la Haute Ecole spécialisée de Suisse occidentale (HES-SO), domaine Ingénierie et Architecture, a organisé l'édition 2016 de ce congrès en Suisse.

«Pour son 10e anniversaire, nous avons décidé de recentrer Macrowine sur son thème d'origine, à savoir les macromolécules (molécules géantes, telles que polysaccharides, polyphénols et protéines) et métabolites (molécules naturelles de plus petite taille) de la vigne et du vin», déclare Julien Ducruet, professeur à CHANGINS et président de Macrowine 2016. «Nous voulions aussi mettre l'accent sur la recherche appliquée en faisant la part belle aux travaux qui ont un impact direct sur la viticulture et l'œnologie moderne», souligne Roland Riesen, doyen de la Haute école de CHANGINS, président du comité scientifique et responsable de l'orientation Viticulture et Œnologie du Master of Science HES-SO en Life Sciences.

Quatre thématiques ont été soumises aux scientifiques:

- l'influence de l'activité biologique du vignoble sur la composition du raisin et du vin;
- l'impact des macromolécules sur la qualité du vin et sa perception sensorielle;
- les processus de vinification;
- les modulateurs d'arômes et de goûts.

Une excursion dans le vignoble de Lavaux a permis de mettre en valeur l'un des joyaux du Patrimoine mondial de l'UNESCO. Après les journées d'échanges scientifiques, les congressistes ont pu ainsi découvrir sur le terrain la richesse du monde de la vigne et du vin dans notre pays.

Macrowine: un succès sur tous les points

Près de 200 participants par jour en moyenne, 38 conférences scientifiques de très haute qualité, 20 nationalités représentées, de tous les continents: même la météo a prêté son concours, rendant les activités en dehors des conférences d'autant plus réussies! ■

Denise Cugini, Julien Ducruet, Roland Riesen

Plus d'infos | www.macrowine2016.ch

VITICULTEURS
HORTICULTEURS
ARBORICULTEURS

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

Ne passez pas commande avant de nous demander une offre!

Jean-François Kilchherr

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

www.spahnicourtage.ch

Nouveau site et nouvelle application

Sàrl
Spahni
Courtage

Vous cherchez de la vendange, du moût, du vin, des bouteilles?

Quelque chose à vendre?

MADE SWISS

SWISS WINE

Courtiers en vins, bouteilles et raisins depuis 1932

Avenue des Mayennets 12 – 1951 Sion
Téléphone 027 322 11 67 – Fax 027 322 83 91