

VITICULTURE ARBORICULTURE HORTICULTURE



S E P T E M B R E - O C T O B R E 2 0 1 2 | V O L . 4 4 | N ° 5



Baies

Culture de canneberge et d'airelle en Suisse **Page 280**

Viticulture

Adaptation du Gamaret aux terroirs vaudois **Page 290**

Actualités

Intérêt de l'étiquetage environnemental des vins **Page 328**



Haute Couture.

Pour que la robe de votre bouteille
soit à la hauteur de celle de votre vin.

L'ETIQUETTE

Sommaire

Septembre–Octobre 2012 | Vol. 44 | N° 5



Photographie de couverture:

L'AMTRA, qui publie la *Revue suisse de Viticulture, Arboriculture, Horticulture*, est aussi une maison d'édition pleine d'activité (lire à ce sujet l'éditorial de Auer et Rohrer, en p. 277).

L'une de ses dernières parutions, le livre *Cépages*, rencontre beaucoup d'intérêt notamment dans les milieux de la restauration et de la sommellerie. (Photo C. Parodi, ACW)

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 22 363 41 54, fax +41 22 362 13 25
E-mail: eliane.rohrer@acw.admin.ch

Comité de lecture

J.-Ph. Mayor (directeur général ACW), O. Viret (ACW),
Ch. Carlen (ACW), B. Graf (ACW), U. Zürcher (ACW),
L. Bertschinger (ACW), Ch. Rey (ACW), C. Briguët (directeur EIC),
Ph. Droz (Agridea)

Publicité

Inédit Publications SA, Serge Bornand
Avenue Dapples 7, CP 900, 1001 Lausanne, tél. +41 21 695 95 67

Préresse

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

| Abonnement | simple | combiné |
|-------------|---------------------------|---------------------------|
| annuel: | (imprimé ou électronique) | (imprimé et électronique) |
| Suisse | CHF 48.– | CHF 58.– |
| Autres pays | CHF 55.– | CHF 65.– |

Abonnements et commandes

Anne-Lise Wüst, Agroscope Changins-Wädenswil ACW,
CP 1012, 1260 Nyon 1, Suisse
Tél. +41 22 363 41 53, fax +41 22 362 13 25
E-mail: annelise.wuest@acw.admin.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.

277 Editorial

Baies

280 Culture de canneberge et d'airelle en Suisse: utopie ou réalité?

Catherine Baroffio, Claude-Alain Carron et Christoph Carlen

Viticulture

290 Adaptation du Gamaret aux terroirs viticoles vaudois

Jean-Sébastien Reynard, Vivian Zufferey, Geneviève-Clara Nicol, Karine Pythoud, Lama Aleid-Germanier et François Murisier

298 Influence du porte-greffe sur le comportement du cépage Cornalin dans le Valais central

Jean-Laurent Spring, Thibaut Verdenal, Vivian Zufferey, Katia Gindro et Olivier Viret

310 Evolution des propriétés mécaniques des raisins de Cabernet franc et de Chenin au cours de la maturation

Stéphanie Doumouya, Marc Lahaye, Ronan Symoneaux et René Siret

Actualités

320 Pratiques d'irrigation des arboriculteurs de Nyon et environs

Jeanne Giesser, Stéphane Burgos, Philippe Monney et Dominique Fleury

326 L'acidité totale mesurée dans les moûts: sous-estimée en toute conscience

Âgnes Dienes-Nagy et Fabrice Lorenzini

328 Perception des consommateurs et intérêt de l'étiquetage environnemental des vins

Frédérique Jourjon et Ronan Symoneaux

331 Portrait

333 Page de l'EIC



PÉPINIÈRES VITICOLES J.-J. DUTRUY & FILS

Le professionnel à votre service • Un savoir-faire de qualité

PLANTATION À LA MACHINE • PRODUCTION DE PORTE-GREFFES CERTIFIÉS • NOUVEAUX CLONES

Jean-Jacques DUTRUY & Fils à FOUNEX-Village VD • Tél. 022 776 54 02 • E-mail: dutruy@lesfreresdutruiy.ch

Votre spécialiste pour vos installations vinicoles

Distributeur officiel des marques:



Matériel de réception



Matériel de chai



Refroidisseurs / réchauffeurs



Cuves en inox



Pressoirs



Filtres tangentiels



Mise en bouteilles



Etiqueteuses

Champ de la Vigne 4 - 1470 Estavayer-le-Lac - Tél. 026 664 00 70 - Fax 026 664 00 71
E-mail: dreier@dreieroenotech.ch - www.dreieroenotech.ch

Notre revue poursuit son innovation



Judith Auer, rédactrice en chef
(à droite)
judith.auer@acw.admin.ch
Eliane Rohrer, rédactrice
(à gauche)
eliane.rohrer@acw.admin.ch
(Photo Carole Parodi, ACW)

En 2010, notre revue a fait peau neuve. La nouvelle ligne graphique, plus aérée, a rendu la lecture plus aisée et a mis en valeur l'iconographie. En adoptant l'identité visuelle d'Agroscope, les revues *Recherche Agronomique Suisse/Agrarforschung Schweiz*, *Schweizerische Zeitschrift für Obst- und Weinbau* et *Revue suisse de Viticulture, Arboriculture, Horticulture* ont donné un signal fort sur les liens étroits qui les unissent à la recherche agronomique suisse.

En 2011, la création du site internet www.revuevitiarbohorti.ch a permis d'améliorer la visibilité de notre revue, en Suisse et à l'étranger. Nous comptons ainsi désormais des abonnés dans treize pays différents. En offrant une version électronique, la revue a montré clairement sa volonté d'entrer dans la communication moderne. L'abonnement en ligne permet d'accéder aisément à l'ensemble des archives électroniques de la revue. Pour l'heure, ce sont surtout des entreprises et des instituts de recherche qui souscrivent à cet abonnement.

Dès 2012, nos lecteurs abonnés à la formule électronique ont reçu, à la parution de chaque numéro, une «Newsletter» avec sommaire interactif. Cette formule est particulièrement appréciée des scientifiques et des centres de documentation.

Qu'en est-il de nos autres activités d'édition? Après la publication, en 2010, du livre *Cépages** et de son *Glossaire*, édités en trois langues, et celle, en 2011, du manuel de terrain *Flore des Vignes* et son CD, également en trois langues, nous nous sommes lancés dans un projet ambitieux et stimulant: la publication, en quatre volumes, d'un ouvrage sur les maladies et ravageurs de la vigne. Le premier volume paraîtra en 2013, le dernier en 2016. Ce projet a pu voir le jour grâce au soutien inconditionnel de la direction d'Agroscope ACW et du Comité de l'AMTRA. Agroscope met à disposition son vaste savoir, l'AMTRA ses compétences d'édition.

L'objectif de cette publication est double: présenter les dernières connaissances sur les problèmes sanitaires de la vigne et mettre l'accent sur les travaux originaux d'Agroscope. Son concept est de faciliter l'accès au contenu scientifique par de nombreuses illustrations. Le premier tome, consacré aux maladies fongiques, est en cours de réalisation. Sa sortie de presse, prévue pour juin 2013, sera annoncée dans la revue.

Enfin, l'AMTRA renouvelle actuellement les fiches techniques phyto-sanitaires arboricoles et viticoles. Ces documents, appréciés depuis 25 ans par les professionnels de Suisse et de l'étranger, sont graduellement réactualisés. A terme, nos précieuses collections *Maladies et Ravageurs des Vergers* et *Maladies et Ravageurs des Vignobles* pourront être proposées à leur fidèle public dans une formule entièrement revue.

***Le livre *Cépages* vient de remporter le prix Science de la Biennale internationale du Livre du Vin, à Bordeaux. Après la mention spéciale catégorie Viticulture de l'Organisation internationale de la Vigne et du Vin en 2011, cette nouvelle distinction confirme le succès international de cette publication.**



Europlant S.à.r.l.

Scions fruitiers

toutes espèces fruitières

hautes tiges
arbres formés

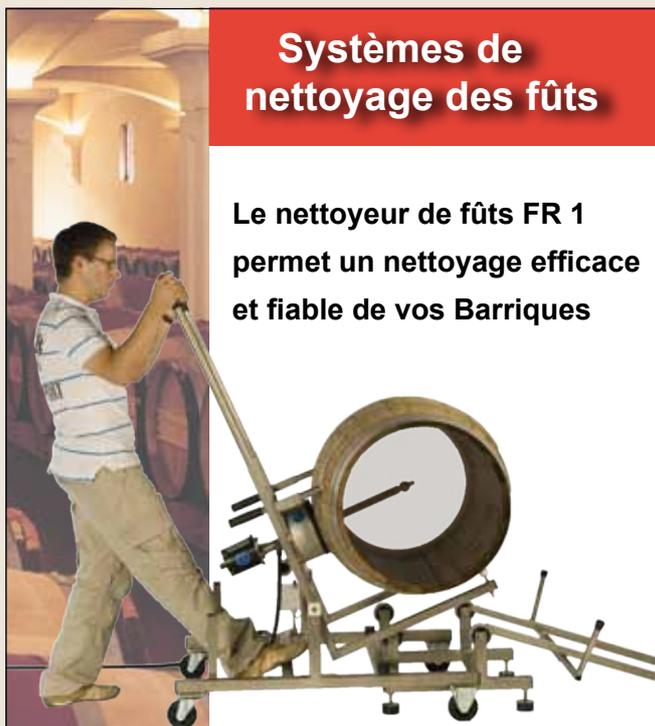
greffage sous contrat



Europlant S.à.r.l. - En Pérauses, rte de l'Etraz, 1267 Vich - Fax 022 364 69 43 - Tél. 022 364 69 33

Systemes de nettoyage des fûts

Le nettoyeur de fûts FR 1 permet un nettoyage efficace et fiable de vos Barriques



Nettoyeur de fûts FR 1 K/D



Peter Moog und Cie AG
Neufeldstrasse 11
CH-3076 Worb
Tél. +41 (0) 31 838 19 19
Fax +41 (0) 31 838 19 13
info@moog.ch www.moog.ch



Isomate®

Lutte par confusion

- contre les tordeuses en arboriculture
- efficacité éprouvée et service compétent depuis plus 15 ans

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



Pépinières viticoles

Pierre Richard
Le Closet
Route de l'Etraz 4
1185 Mont-sur-Rolle
Tél. 021 825 40 33
Fax 021 826 05 06
Natel 079 632 51 69



- Grand choix de cépages.
- Divers clones et portes-greffe.
- Production de plants en pots et traditionnels.
- machine pilotée par GPS, pose la barbu et le tuteur

Nouvelle machine à planter avec tuteurs, guidée par GPS E-mail: pepiniere.richard@hispeed.ch

DEPUIS 120 ANS À VOTRE SERVICE



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



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

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



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



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

**OENO
PÔLE**
Au service de la qualité

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



OldSTONES®
PANEL SYSTEM

Extrêmement fins, ...



**Des vrais murs
en fausses pierres**

flexibles, ...



résistants au feu, ...



isolants, ...



**Des murs en parfaite
harmonie avec leur entourage.**

légers, ...

**Des solutions pratiques pour
créer de nouveaux espaces.**

**Des combinaisons avec tous
types de styles et de matériaux.**



imperméables, ...



indéformables, ...



facile à poser, ...



**Votre fournisseur
monteur...**



1070 Puidoux

Tél. 021 946 33 34 - Fax 021 946 33 86

www.serex-plastic.ch

Culture de canneberge et d'airelle en Suisse: utopie ou réalité?

Catherine BAROFFIO, Claude-Alain CARRON et Christoph CARLEN,
Station de recherche Agroscope Changins-Wädenswil ACW

Renseignements: Catherine Baroffio, e-mail: catherine.baroffio@acw.admin.ch, tél. +41 27 345 35 11, www.agroscope.ch



Culture d'airelles à Bruson au moment de la récolte, octobre 2008.

Introduction

La canneberge (*Vaccinium macrocarpon* Ait.) est une culture en expansion. Le continent nord-américain augmente chaque année ses surfaces de production afin de satisfaire à la demande croissante des consommateurs (Poirier 2010). Ses baies sont très riches en acides (citrique, quinique, benzoïque, etc.) et contiennent également des anthocyanosides (3-O-galactosides et 3-O-arabinosides, cyanidol et péonidol), du catéchol et

des flavonoïdes (Bruneton 2009). Elles sont principalement utilisées pour lutter contre les problèmes d'infection urinaire. La recherche travaille activement sur des techniques de microbouturage, car les méthodes de multiplication classiques ne permettent pas de produire suffisamment de plantes (Debnath 2009).

Le genre *Vaccinium* de la famille des Ericacées regroupe plus de 400 espèces (Lauber 2012), dont les plus répandues sont la myrtille sauvage de nos contrées (*Vaccinium myrtillus*), l'airelle en corymbe ou bleuët

cultivé (*Vaccinium corymbosum*, la myrtille la plus cultivée en Amérique du Nord et en Europe), la canneberge à gros fruits (atocas, *Vaccinium macrocarpon*), la canneberge européenne (*Vaccinium oxycoccos*), la canneberge à petits fruits (*Vaccinium microcarpum*) et l'airelle rouge (airelle vigne d'Ida, *Vaccinium vitis-idaea*). Cette publication se concentre sur la canneberge à gros fruits et l'airelle rouge.

La canneberge est une plante vivace qui pousse à l'état sauvage dans les tourbières acides (pH idéal 4–5) du continent nord-américain. Cet arbrisseau à feuilles persistantes ne dépasse pas 30cm de haut (Lauber *et al.* 2012). Ses rameaux minces et rampants peuvent atteindre 80cm de long. Les fleurs sont petites, ovales et roses. Contrairement à la majorité des espèces de *Vaccinium*, leurs corolles ne sont pas en forme de clochette mais ouvertes. Les baies sont rouges. L'arbuste vit une centaine d'années. Aujourd'hui, cette espèce est cultivée industriellement en Amérique du Nord dans des cannebergières, terrains aménagés qui peuvent être inondés pour la récolte: les baies se prélèvent alors par flottaison. La récolte sèche n'est pratiquée qu'avec une infime partie de la production, au moyen d'égraineuses mécaniques munies de peignes. Les baies récoltées de cette manière sont destinées après triage au marché frais.

Cette culture se distingue par sa technicité de pointe et sa mécanisation élevée. En Amérique du Nord, les facteurs limitants sont l'investissement élevé pour la mise en culture (100 000\$/ha) et l'eau: la réserve minimale d'eau nécessaire est de 5000m³/ha (Poirier 2010). La surface mondiale s'élève à 21 000ha, principalement destinée à la production de jus et de fruits déshydratés (Poirier 2010).

En Suisse, la canneberge n'est pas cultivée à des fins commerciales. La relative nouveauté des produits élaborés à base de cette baie sur le marché helvétique, l'absence de tradition ainsi que les exigences pédo-logiques précises (sols acides, plats et inondables) expliquent cette situation.

L'airelle rouge est un arbrisseau euro-sibérien d'une hauteur de 10 à 30cm, poussant également sur sol acide. Ses feuilles persistantes, longues de 1 à 3cm, sont vert luisant foncé sur la face supérieure et possèdent de petites glandes brunes sur la face inférieure. Les fleurs présentent des corolles blanches campanulées de 5 à 7 mm de long. La floraison a lieu de mi-mai à fin juin selon les régions. Les baies, de couleur rouge et à chair acidulée, ont un diamètre de 4 à 10mm (Neuweiler *et al.* 2000). Récoltée dans la nature et consommée depuis longtemps en Europe et dans les

Résumé

En raison de l'augmentation de la demande du marché, la culture de la canneberge et de l'airelle rouge a fait l'objet d'une première approche technico-économique en zone suisse de montagne sur des sols neutres à moyennement acides, en comparant deux procédés (adjonction de soufre et culture sur buttes de sciure de bois) avec un témoin en pleine terre. Avec la variété précoce 'Early Black', la production de canneberge est envisageable jusqu'à une altitude de 800 à 900 m (1100 m pour le Valais) pour pouvoir encore récolter en octobre. Concernant l'airelle rouge, la variété 'Red Pearl' n'est pas suffisamment productive et d'autres variétés devraient être testées en zone de montagne: les rendements sont trop faibles et les fruits très petits, ce qui augmente encore les coûts de récolte. Sur un sol typique de zone de montagne à pH de 6,5, un apport annuel de soufre (50 g/m²) permet d'améliorer les conditions pédologiques pour la culture de la canneberge et de l'airelle. La culture sur sciure de bois n'a pas donné de résultats satisfaisants. Un rendement de 1,5 kg/m² a été obtenu à Bruson en 6^e année de production.

régions boréales, l'airelle rouge est cependant peu cultivée. On en dénombre moins de 30ha dans le monde, répartis principalement entre la Scandinavie, les pays Baltes, la Russie et l'Amérique du Nord (Penhallegon 2006). L'airelle rouge est valorisée avant tout sous forme de confiture, de jus, de vin ou de liqueur. Ses fruits, riches en vitamine C, en anthocyanes et en flavonoïdes, et ses feuilles contenant de l'arbutine (un β -glucoside d'hydroquinone) ont des propriétés diurétiques, antibactériennes et cosmétiques.

Pour répondre à la demande croissante du marché, une première approche technique et économique de la culture de la canneberge et de l'airelle rouge en Suisse a été réalisée en zone de montagne (1050 m). L'objectif était d'étudier sa faisabilité dans des conditions pédo-logiques (pH 6,5) assez éloignées de l'écologie de ces espèces. La maturité, le rendement, la qualité des fruits et le comportement agronomique ont été évalués durant quatre ans. Une correction du pH du sol par l'adjonction de soufre a été testée.

Matériel et méthodes

L'essai préliminaire a été réalisé avec les seules variétés commerciales de canneberge et d'airelle rouge disponibles en 2005 dans les pépinières suisses.

- Canneberge: *Vaccinium macrocarpon* Ait. 'Early Black'. Cette variété est une sélection sauvage obtenue en 1851 par N. Robbins au Massachusetts, caractérisée par un rouge profond, une maturité précoce, une bonne productivité et une bonne teneur en anthocyanes (Wang 2001).



Figure 1 | Détail d'un fruit de canneberge. Bruson 2008.



Figure 2 | Variante 2: pleine terre et adjonction annuelle de soufre sur airelles à Bruson en 2008.

- Airelle: *Vaccinium vitis-idaea* L. 'Red Pearl'. Cette variété originaire de Hollande est couramment plantée pour ses qualités pollinisatrices. Ses baies sont petites et son rendement est faible (Penhallegon 2006).

Le site de Bruson (1050 m) dans le val de Bagnes en Valais a été choisi pour la partie agronomique de l'essai. Deux procédés de techniques culturales (en terre avec adjonction de soufre et sur buttes de sciure de bois) ont été comparés avec une variante témoin (en pleine terre). Les rendements ont été étudiés durant les trois premières années de production (2006–2008) pour les trois variantes et jusqu'en 2011 pour la variante avec adjonction de soufre. Les détails et paramètres de l'essai sont décrits dans le tableau 1.

En 2006, 2007 et 2008, le poids des baies, la teneur en sucres et l'acidité ont été mesurés dans des fruits prélevés dans toutes les variantes. En 2008, le pouvoir antioxydant (Folin [mmol acide gallique E/g] et DDPH

Tableau 1 | Paramètres de l'essai de culture de canneberges et d'airelles de 2004 à 2011 à Bruson

| Essais | 2004–2008 (2011) |
|------------|--|
| Site | Bruson 1050 m Latitude 46.04 N, longitude 7.14 E Exposition nord-est Pente ± 10 % |
| Sol | Plateau morainique à sol moyennement léger et caillouteux, riche en matière organique (3,5 %) pH 6,5 |
| Surface | 204 m ² |
| Fumure | <ul style="list-style-type: none"> • 50 kg N/ha (Biorga N) • 30 kg P₂O₅ (Granuphos) • 100 kg K₂O (Patenkali) |
| Irrigation | <ul style="list-style-type: none"> • 2005: 1 x semaine (20 mm) de mai à octobre • 2006–2008: 2 x semaine (2 x 20 mm) |
| Procédé | <ol style="list-style-type: none"> 1. Pleine terre 2. Pleine terre + soufre (apport annuel 50 g/m²) 3. Butte de sciure |
| Plantation | 8–9 septembre 2004 |
| Densité | 4,5 plantes/m ² |
| Répétition | 4 de 17 m ² |
| Récolte | <ul style="list-style-type: none"> • 8 octobre 2006 14 octobre 2009 • 3 octobre 2007 12 octobre 2010 • 7 octobre 2008 15 novembre 2011 |
| Contrôle | <ul style="list-style-type: none"> • Phytosanitaire: aucune mesure nécessaire contre d'éventuels ravageurs et maladies • Adventices: six passages par année • Gel: pas de pertes dues au gel durant l'essai |
| Analyses | <ul style="list-style-type: none"> • Teneur en sucre (réfractomètre) • Teneur en acidité (titrimètre) • Potentiel antioxydant (DDPH) • Teneur en phénols • Teneur en anthocyanes |

[mmol Trolox E/g]) et les pigments anthocyanes (mg/100g) dans la variante 'pleine terre + soufre' ont été analysés (Crespo 2010). Les résultats ont été traités statistiquement avec le logiciel Sysstat (Two Way ANOVA, Tukey test: $P < 0,05$).

Une approche économique a également été entreprise pour compléter cet essai de faisabilité agromonomique.

Résultats et discussion

pH du sol et croissance

Le pH optimal d'un sol pour la mise en culture des canneberges et des airelles se situe entre 4,0 et 5,5. Avec un pH de 6,5, le sol de Bruson n'est pas assez acide pour les espèces du genre *Vaccinium*. En pleine terre, la végétation a fortement souffert. Conformément aux expériences menées par le FiBL sur les myrtilles (Schmid et al. 2009), la correction du pH par l'adjonction de soufre au printemps (50g/m² de soufre mouillable à 80 %) a permis un développement végétatif satisfaisant des buissons des deux espèces (tabl.2). Dans la sciure, outre la faible croissance, les plantes ont souffert d'une forte chlorose, sans que l'on puisse en identifier la raison (qualité de la sciure ou stress hydrique?).

Irrigation

A Bruson, la moyenne des précipitations annuelles avoisine 700mm, dont près de la moitié durant la période végétative. Les exigences en eau durant la période de végétation sont estimées à 60mm par mois (Bonin 2008). En première année de culture, l'irrigation (20mm par semaine en un apport durant la période de végétation) a été insuffisante pour les deux espèces. En 2006, le doublement de la fréquence de l'irrigation a amélioré la croissance des plantes. Un travail récent de l'Université de Laval sur la gestion de l'irrigation des canneberges à l'aide de tensiomètres recommande de ne pas irriguer avant que la tension du sol n'atteigne 6,5kPa, pour maintenir une tension moyenne de 4 à

6,5kPa, qui semble procurer une bonne photosynthèse, une bonne conductance stomatale, un potentiel du xylème idéal, un bon taux de nouaison, une bonne aération et finalement un bon rendement. L'excès d'eau favoriserait la végétation au détriment de la nouaison (Bonin 2006). La bonne nouaison et la végétation satisfaisante observées dans la variante acidifiée à Bruson, où la cannebergière ne recevait que deux apports hebdomadaires, corroborent ces résultats.

Dans les buttes de sciure, substrat qui ne retient quasiment pas l'eau, l'irrigation a certainement été déficitaire. Cette variante aurait eu besoin d'apports en eau différenciés, à intervalles réguliers (plusieurs apports quotidiens) pour pouvoir être évaluée correctement. Une irrigation au goutte-à-goutte serait plus adaptée à ce type de substrat.

Gestion des adventices

La gestion des adventices a été critique les trois premières années de culture. Dans les variantes «pleine terre», l'humidité superficielle du sol a stimulé la germination des mauvaises herbes: six passages manuels ont été nécessaires. Sur les buttes de sciure, la pression malherbologique a été quasi inexistante. Les années suivantes, la concurrence accrue des canneberges et des airelles a facilité l'entretien. Dans la variante «pleine terre + soufre», la pression des adventices a été nettement plus faible: l'acidification du sol par l'apport de soufre inhibe la germination et diminue la concurrence des mauvaises herbes (Patten 2006).

Rendements

Pour les deux espèces, seule la variante «pleine terre + soufre» a fourni des rendements intéressants. En effet, en 2008, en sol acidifié, les canneberges ont produit 0,9kg/m² contre à peine 0,1kg/m² pour la variante «pleine terre», tandis que la variante avec soufre des airelles produisait presque 0,3kg/m², près du double de la variante «pleine terre» (tabl.3 et 4). Le poids des fruits a été peu influencé pour les deux espèces par les différents procédés: pour l'airelle, la différence a été significative en 2006 et pour la canneberge en 2007 et 2008 (tabl.3 et 4).

En Amérique du Nord, la récolte de canneberge commence la seconde année après la plantation. Les baies de 1–1,2g se détachent facilement. Le rendement commercial commence à partir de quatre ans (Ebert 2005) et se situe normalement entre 15 et 20t/ha (Poirier, 2010). A Bruson, à plus de 1000m d'altitude, la première récolte a commencé en octobre de la 2^e année. La récolte a été faite manuellement en octobre aux premières gelées. La maturité des fruits n'était pas ho-

Tableau 2 | pH du sol des trois variantes de l'essai de culture de canneberges et d'airelles rouges à Bruson en octobre (moyenne de quatre répétitions)

| Procédé | pH du sol | | |
|-----------------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| | 2006 | 2007 | 2008 |
| 1. pleine terre | 6,32 ^a | 6,58 ^a | 6,59 ^a |
| 2. pleine terre avec soufre | 5,57 ^b | 4,60 ^b | 4,60 ^b |
| 3. butte de sciure | 6,10 ^a | – | – |

Des lettres différentes indiquent une différence significative $P < 0,05$; Test de Tukey.

mogène, avec des fruits intérieurs quasiment pas colorés. Le rendement en 2006 de la variante «pleine terre + soufre» était de 0,09 kg/m² pour atteindre 0,9 kg/m² en 2008 (tabl. 3), et même 1,5 kg/m² en 2011 (fig. 3). En augmentant la densité de plantation de six à huit plantes par m², le rendement pourrait théoriquement être accru les premières années. A terme (dix ans de culture),

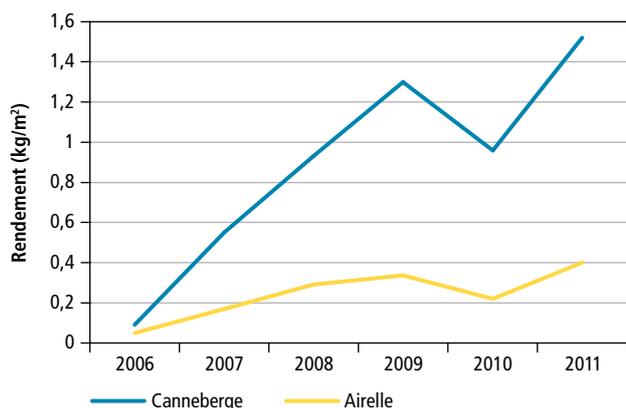


Figure 3 | Progression du rendement de la canneberge et de l'airelle à Bruson de 2006 à 2011 dans la variante «pleine terre + soufre». Moyenne de quatre répétitions.

il devrait avoisiner 2 kg/m². Dans cet essai, avec un pH du sol corrigé, le rendement rejoint le niveau des cultures nord-américaines, mais est encore loin des 39 t/ha obtenues au Chili (Poirier 2010). La vitesse de récolte, entièrement manuelle, a été de 4 à 6 kg/h.

Pour l'airelle rouge, la variété 'Red Pearl' choisie en raison de sa disponibilité dans les pépinières suisses est généralement utilisée comme pollinisatrice. Elle se caractérise par sa bonne vigueur mais aussi par un faible rendement (Penhallegon 2006). Son rendement a progressé de 0,05 à presque 0,4 kg/m². Le calibre des aireselles a dépassé (0,23 à 0,33 g selon les années) celui (0,18 g) publié par Penhallegon (2006). Ce résultat n'est pas satisfaisant pour établir une culture en Suisse, mais cette conclusion pourrait être différente avec une autre variété. En effet, un essai variétal mené en Oregon a montré que les variétés allemande 'Erntseggen' et suédoise 'Ida' avaient un potentiel de production cinq à six fois plus élevé que 'Red Pearl' (Penhallegon 2006).

Qualité du fruit

Les baies de canneberges récoltées ont été jugées commercialisables. La teneur en sucre (toujours supérieure à 10 % Brix) a atteint des valeurs élevées par rapport

Tableau 3 | Influence des trois procédés sur le rendement et la qualité des canneberges

| Année | Procédé | Rendement (g/m ²) | Poids de la baie (g) | Teneur en sucre (Brix%) | Teneur en acidité (ml/g) |
|-------|-----------------|-------------------------------|----------------------|-------------------------|--------------------------|
| 2006 | 1. pleine terre | 39,5 ^b | 1,03 ^{ns} | 10,3 | 23,1 ^b |
| | 2. terre+soufre | 91,3 ^a | 1,05 ^{ns} | 10,6 | 24,8 ^a |
| | 3. sciure | 23,6 ^b | 1,07 ^{ns} | 10,0 | 22,4 ^b |
| 2007 | 1. pleine terre | 135 ^b | 1,09 ^b | 10,5 | 21,8 ^{ns} |
| | 2. terre+soufre | 553 ^a | 1,35 ^a | 10,5 | 22,6 ^{ns} |
| | 3. sciure | 108 ^b | 0,98 ^b | 10,5 | 21,2 ^{ns} |
| 2008 | 1. pleine terre | 137 ^b | 1,17 ^b | 10,2 | 22,6 ^b |
| | 2. terre+soufre | 931 ^a | 1,44 ^a | 10,0 | 24,4 ^a |
| | 3. sciure | 108 ^b | 1,36 ^a | 10,0 | 21,8 ^b |

Des lettres différentes indiquent une différence significative P < 0,05; Test de Tukey. ns = non significatif.

Tableau 4 | Influence des trois procédés sur le rendement et la qualité des aireselles

| Année | Procédé | Rendement (g/m ²) | Poids de la baie (g) | Teneur en sucre (Brix%) | Teneur en acidité (ml/g) |
|-------|-----------------|-------------------------------|----------------------|-------------------------|--------------------------|
| 2006 | 1. pleine terre | 12,9 ^b | 0,26 ^b | 13,5 | 18,4 ^b |
| | 2. terre+soufre | 49,7 ^a | 0,23 ^c | 13,2 | 19,6 ^a |
| | 3. sciure | 4,3 ^b | 0,32 ^a | 14,0 | 17,9 ^c |
| 2007 | 1. pleine terre | 39 ^b | 0,27 ^{ns} | 11,9 | 18,5 ^{ns} |
| | 2. terre+soufre | 170 ^a | 0,32 ^{ns} | 11,5 | 19,3 ^{ns} |
| | 3. sciure | 15 ^b | 0,33 ^{ns} | 11,9 | 18,5 ^{ns} |
| 2008 | 1. pleine terre | 84 ^b | 0,26 ^{ns} | 14,2 | 17,3 ^b |
| | 2. terre+soufre | 291 ^a | 0,27 ^{ns} | 13,6 | 17,8 ^{ab} |
| | 3. sciure | 159 ^b | 0,28 ^{ns} | 12,8 | 18,4 ^a |

Des lettres différentes indiquent une différence significative P < 0,05; Test de Tukey. ns = non significatif.

Tableau 5 | Comparaison des paramètres de qualité des fruits de canneberge et d'airelle

| | Teneur en sucre (% Brix) | Acidité (ml/g) | Composés phénoliques FOLIN (mmol acide gallique E/g) | Activité antioxydante DPPH (mmol Trolox E/g) | Teneur en anthocyanes (mg/100g) |
|------------|--------------------------|-------------------|--|--|---------------------------------|
| Canneberge | 10,0 ^b | 24,4 ^a | 17,2 ^b | 10,2 ^b | 61,5 ^a |
| Airelle | 13,6 ^a | 17,8 ^b | 21,6 ^a | 11,4 ^a | 30,4 ^b |
| Fraise | 6,0–13,0 | – | 7,4–15,4 | 7,0–17,6 | 10,6–32,2 |

Des lettres différentes indiquent une différence significative P < 0,05; Test de Tukey.

aux données américaines (Patten *et al.* 2004). Le sol acidifié a favorisé le calibre moyen, par rapport à la «pleine terre». La teneur en sucre n'a pas varié entre les trois procédés durant les trois années de récolte (tabl.3), contrairement à l'acidité, significativement plus haute les trois années dans la variante «pleine terre + soufre», peut-être en raison de la charge supplémentaire en baies.

La coloration des airelles et leur teneur moyenne en sucre (11,5–14 % Brix) ont fourni des valeurs comparables aux meilleures variétés cultivées en Oregon (Penhallegon 2006).

Des résultats de l'airelle et de la canneberge présentés dans le tableau 5, il ressort que la canneberge a un taux de sucre plus bas, moins de phénols et un potentiel antioxydant plus faible, mais une acidité et un taux d'anthocyane plus élevés. Comparativement aux fraises, ces deux espèces du genre *Vaccinium* fournissent des valeurs remarquables pour les phénols et les anthocyanes.

Aspects économiques

Face à la haute technicité, aux conditions-cadres favorables (terrain plat, inondable, disponibilité en eau, surface de production importante) et à l'industrialisation des cultures nord-américaines, la rentabilité de la canneberge en Europe, *a fortiori* dans les montagnes suisses, n'est pas garantie. Les rendements et la qualité obtenus étant satisfaisants, une étude de rentabilité pour le marché de fruits frais biologiques, à haute valeur ajoutée, pourrait se justifier. Outre le rendement, la rentabilité dépend de l'investissement initial (100 000 \$/ha au Québec), de la valorisation du produit et de la vitesse de récolte, qui pourrait être grandement améliorée avec des peignes ou des petites ma-

chines. En Suisse, la rareté des canneberges fraîches sur le marché permet difficilement d'en estimer le prix de vente. Une approche économique sommaire de Carlen et Carron (2009) indique que la culture devient rentable à partir de la douzième année.

Pour l'airelle rouge, l'étude d'une variété à haute productivité serait nécessaire pour estimer la rentabilité de cette culture en Suisse.

Cette première estimation économique de ces deux espèces en Suisse montre qu'une mécanisation devrait permettre de baisser les coûts. Un essai devrait être conduit dans les conditions de la pratique sur de plus grandes surfaces pour pouvoir estimer plus précisément l'avenir commercial de ces fruits.

Conclusions

- La production de canneberges est envisageable en montagne jusqu'à 800 ou 900 m d'altitude (1100 m pour le Valais), pour pouvoir encore récolter en octobre.
- Sur un sol montagnard typique avec un pH de 6,5, l'apport annuel de 50 g de soufre/m² permet d'obtenir un substrat favorable à la culture de la canneberge et de l'airelle. La culture sur sciure de bois n'a pas donné de résultats satisfaisants.
- Un rendement de 1,5 kg de canneberges/m² a été atteint à Bruson en 6^e année de production (2008) dans les conditions de notre essai. A terme, une production de 2 kg/m² devrait être atteinte.
- La variété d'airelle rouge 'Red Pearl' n'est pas suffisamment productive: les rendements sont trop faibles et les fruits très petits, ce qui augmente encore les coûts de récolte. D'autres cultivars devraient être testés en zone de montagne. ■

Remerciements

Les auteurs remercient la firme Ricola pour son soutien lors de cet essai, ainsi que Pamela Crespo et Alicia Blanc pour les analyses de laboratoire.

Bibliographie

- Bonin C., 2008. Développement d'une régie agroenvironnementale de l'irrigation dans la production de canneberges (*Vaccinium macrocarpon* Ait.). Rapport de l'Université de Laval rédigé pour l'Association des producteurs de canneberges du Québec (APCQ), 66 p.
- Bruneton J., 2009. Pharmacognosie. Phytochimie. Plantes médicinales, 4^e édition. TEC & DOC, Paris, 1269 p.
- Carlen C. & Carron C. A., 2009. Schlussbericht. Cranberry: Anbauversuch im Schweizer Berggebiet. Rapport interne.
- Crespo P., 2010. Variability of health and taste promoting compounds in strawberry (*Fragaria x Ananassa*) fruits. ETH Zurich, dissertation n° 19164.
- Debnath S., 2009. Les canneberges. Comment améliorer cette ressource naturelle pour être en meilleure santé demain. Agriculture et Agroalimentaire Canada. AAC N° 10373F.
- Ebert G., 2005. Anbau von Heidelbeeren und Cranberries. Ulmer. 91 p.
- Lauber K., Wagner G. & Gygax A., 2012. Flora Helvetica. Verlag, Bern.
- Neuweiler R., Röthlisberger K., Rusterholz P. & Terrettaz R., 2000. Baies et espèces fruitières particulières. LmZ. Zollikofen. 224 p.
- Patten K., Bristow P. & Windom G., 2004. Evaluation of BRIX, Acidity and Tacy in PNW cranberries as a function of harvest time. Washington State University. Adresse: <http://longbeach.wsu.edu/cranberries/documents/brixmaturitystudyregonandwashington2004datafinalreport.pdf> [8 juin 2012]. ➤

Summary

Cranberry and bilberry crops in Switzerland: utopia or reality?

In answer to the increasing market demand, a preliminary cultural and economic trial for cranberry and bilberry crops in Swiss mountain area on neutral to mid-acid soils was carried out by comparing two processes (addition of sulphur and mound culture on wood sawdust) with a control in open soil. To be able to pick in October with the early variety 'Early Black', the cranberry production can be considered in mountain areas up to 800 to 900 m. a.s.l. (1100 m in Valais). The bilberry variety 'Red Pearl' is not productive enough and other varieties should be tested in mountain area: yields are too low and fruits too small, which causes another increase in picking costs. On a typical soil of mountainous cultivation area with 6.5 pH, an annual addition of sulphur (50 g/m²) allows obtaining favourable conditions for cranberry and bilberry crops. The culture on sawdust did not give satisfactory results. A yield of 1.5 kg/m² was obtained in Bruson in the 6th production year.

Key words: cranberry, bilberry, varieties, mountain crop.

Zusammenfassung

Anbau von Moosbeeren und Preiselbeeren in der Schweiz: Utopie oder Realität?

Die Frage nach Moosbeeren und Preiselbeeren steigt stetig. Eine erste Abklärung zur Möglichkeit eines wirtschaftlichen Anbaus im Schweizer Berggebiet, wurde auf neutralen bis mässig sauren Böden durchgeführt. Dabei ist die Zugabe von Schwefel und der Anbau auf Sägemehldämmen mit dem Standardanbau (Anbau ohne Damm und ohne Schwefelzugabe) verglichen worden. Mit der frühreifen Sorte 'Early Black' ist die Produktion von Moosbeeren im Berggebiet bis in Höhen von 800 bis 900 m (1100 m im Wallis) mit Erntezeit im Oktober denkbar. Bei den Preiselbeeren ist die Sorte 'Red Pearl' nicht genügend ergiebig und andere Sorten sollten im Berggebiet getestet zu werden: der Ertrag ist zu gering und die Früchte sind sehr klein, was die Erntekosten zusätzlich erhöht. Auf einem typischen Boden dieser Anbauzone mit einem pH-Wert von 6,5, können durch eine jährliche Zugabe von 50 g Schwefel/m² die für den Anbau von Moos- und Preiselbeeren geeigneten Bodeneigenschaften geschaffen werden. Anbau auf Sägemehl führte zu keinen befriedigenden Resultaten. In Bruson konnte im 6. Produktionsjahr ein Ertrag von 1,5 kg/m² erreicht werden.

Riassunto

Colture di mirtillo palustre e mirtillo rosso in Svizzera: utopia o realtà?

Colla richiesta crescente del mercato è stato intrapreso un primo approccio culturale ed economico per la coltura del mirtillo palustre e del mirtillo rosso in zone di montagna svizzere su suoli da neutri a mediamente acidi, confrontando due procedimenti (aggiunta di zolfo e coltivazione su cumuli di segatura di legno) con un testimone in piena terra. Per poter raccogliere in ottobre la varietà precoce 'Early Black', la produzione di mirtillo palustre può essere considerata nelle zone di montagna fino ad un altitudine di 800-900 m (1100 m per il Vallese). Per quel che riguarda il mirtillo rosso, la varietà 'Red Pearl' non è sufficientemente produttiva e altre varietà meriterebbero di essere testate nelle zone di montagna: le rese sono troppo deboli e i frutti molto piccoli, con un ulteriore aumento dei costi di raccolta. Su un suolo caratteristico della zona di montagna con un valore pH di 6,5, un'aggiunta annuale di zolfo (50 g/m²) permette di ottenere delle condizioni pedologiche favorevoli alla coltivazione del mirtillo palustre e del mirtillo rosso. La coltivazione su segatura di legno non fornisce risultati soddisfacenti. A Bruson, nel sesto anno di produzione si è ottenuto una resa di 1,5 kg/m².

- Patten K. D., 2006. Weed Management, Herbicides and Soil pH, Washington State University. Adresse: www.library.wisc.edu/guides/agnic/cranberry/proceedings./weepat2.pdf [6 juin 2012].
- Penhallegon R. H., 2006. Lingonberry Production. Guide for the Pacific Northwest. Oregon State University, 11 p.
- Penhallegon R. H., 2006. Lingonberry yield trial for the Pacific Northwest. *Acta Hort.* (ISHS) 715, 225–230.
- Poirier I., 2010. La canneberge au Québec et dans le Centre-du-Québec. Un modèle de développement durable à la conquête de nouveaux marchés. Victoriaville. Adresse: <http://www.agrireseau.qc.ca>

- Schmid A., Suter F., Weibel F. P. & Daniel C., 2009. New Approaches to Organic Blueberry (*Vaccinium corymbosum* L.). Production in Alkaline Field Soils. *Eur. J. Hort. Sci.* 74 (3), 101–111.
- Wang S. Y. & Stretch A. W., 2001. Antioxidant Capacity in Cranberry Is Influenced by Cultivar and Storage Temperature. *J. Agric. Food Chem.* 49 (2), 969–974.



**FINANCER À DES CONDITIONS
DÉCOIFFANTES**

Crédits de construction et hypothèques dès 0,5%

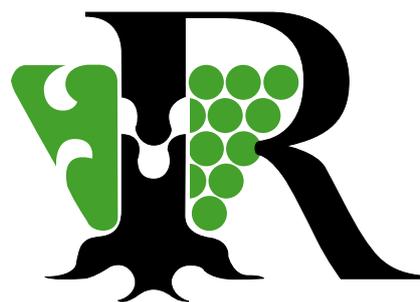
www.banquewir.ch
Tél. 0848 947 948

Pépinières Viticoles - Ph. Rosset

- Toutes variétés sur divers porte-greffes.
- Plantation de vos plants et échelas 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



GIGANDET SA 1853 YVORNE

Atelier mécanique

Tél. 024 466 13 83

Machines viticoles, vinicoles et agricoles Fax 024 466 43 41

Votre spécialiste BUCHER-VASLIN depuis plus de 35 ans

**VENTE
SERVICE
RÉPARATION
RÉVISION**

**PRESSOIR
PNEUMATIQUE
5 hl / 8 hl
X Pro 5
X Pro 8**



Pressoirs

Pompes

Egrappoirs

Fouloirs

BUCHER
vaslin

**Réception
pour
vendange**



Filtration

Vin, eau, bière, jus de fruit, gaz
Sartorius

Technologie membranaire

Vin, jus de fruit, petit-lait
DSS-Silkeborg

Elevage des vins

Conseils et matériel de
micro-oxygénation et cliquage
Oenodev



KELLER
FLUID PRO

KELLER FLUID PRO AG, Bombachsteig 12, 8049 Zürich
☎ 044 341 09 56 / kellerfluidpro@keller.ch / www.keller.ch

Bouchons en liège

Capsules à vis · Bouchons couronne

Capsules de surbouchage · Bondes silicone

Barriques · Supports porte-barriques · Tire-bouchons

LIÈGE RIBAS S.A.

8-10, rue Pré-Bouvier · Z.I. Satigny · 1217 Meyrin

Tél. 022 980 91 25 · Fax 022 980 91 27

e-mail: ribas@bouchons.ch

www.bouchons.ch



www.felco.com

Léger, robuste et efficace
conçu pour les travaux de taille intensifs
dans la viticulture et l'arboriculture

Professional tools

FELCO SA - Marché Suisse
2206 Les Geneveys-sur-Coffrane
www.felco.ch - felcosuisse@felco.ch

FELCO[®]
SWISS  MADE

Adaptation du Gamaret aux terroirs viticoles vaudois

Jean-Sébastien REYNARD, Vivian ZUFFEREY, Geneviève-Clara NICOL, Karine PYTHOUD, Lama ALEID-GERMANIER et François MURISIER, Station de recherche Agroscope Changins-Wädenswil ACW

Renseignements: Jean-Sébastien Reynard, e-mail: jean-sebastien.reynard@acw.admin.ch, tél. +41 22 363 43 69, www.agroscope.ch



Grappe de Gamaret à maturité.

Introduction

L'incidence du milieu naturel sur la qualité et la typicité des vins est largement reconnue. Dans le monde viticole, cette idée, associée au savoir-faire de l'homme, est le fondement de la notion de terroir. Ce concept a surtout été utilisé en viticulture européenne mais, depuis quelques années, la plupart des régions viticoles du monde s'interrogent sur son utilisation et bon nombre entreprennent des approches scientifiques pour caractériser leurs terroirs et cerner les phénomènes qui

lient la vigne à son milieu. De nombreuses études ont montré l'importance des facteurs physiques comme le sol et le climat dans la notion de terroir (Morlat 2001), qui influence à son tour le comportement physiologique et agronomique de la vigne. Selon plusieurs auteurs, ses principaux effets concernent l'alimentation hydrique et azotée de la vigne (Peyrot des Gachons *et al.* 2005; Zufferey *et al.* 2006; Van Leeuwen *et al.* 2009; Reynard *et al.* 2011) et la précocité phénologique (Morlat 2001; Burgos *et al.* 2010).

L'ensemble de la profession vitivinicole vaudoise a fait office de pionnier en 2000, en commençant d'étudier scientifiquement ses terroirs viticoles, grâce au soutien de l'Association pour l'étude des terroirs viticoles vaudois, en collaboration avec plusieurs partenaires (Bureau Sigales, Agroscope Changins Wädenswil (ACW), Ecole d'ingénieurs de Changins, Ecole polytechnique fédérale de Lausanne). Ainsi, de 2000 à 2003, la première phase du projet a permis de caractériser le sol et le climat, les deux facteurs majeurs du terroir, et de les cartographier à l'échelle du vignoble vaudois (Letessier et Fermond 2004; Pythoud 2004).

La deuxième phase (2007–2010) s'est intéressée à l'adaptation des cépages aux différents terroirs viticoles identifiés dans la première phase. Un réseau de 130 parcelles constitué de dix cépages a ainsi été planté en 2003 dans différentes situations pédoclimatiques du canton de Vaud. Sur trois millésimes (2007–2009), chaque parcelle a été suivie au niveau agronomique et physiologique pour identifier les relations entre terroir et qualité des raisins. La récolte de chaque parcelle a ensuite été vinifiée séparément à la cave expérimentale d'Agroscope ACW. Des analyses sensorielles et chimiques ont servi à caractériser les différents vins produits et à relier ces résultats avec les diverses conditions pédoclimatiques. Le présent article analyse le comportement du cépage Gamaret. Les résultats concernant les neuf autres cépages de l'étude sont disponibles sur les sites www.agroscope.ch et www.prometerre.ch. Le rapport complet de l'étude peut être commandé en version papier auprès de ProConseil, 021 614 24 31 ou proconseil.viti@prometerre.ch.

Matériel et méthodes

Données climatiques 2007–2009

Les données climatiques des trois années d'expérimentation ont été enregistrées par la station météorologique de Pully (fig.1). Le millésime 2007 a été caractérisé par d'abondantes précipitations estivales et un mois d'avril particulièrement chaud. Les paramètres climatiques de l'année 2008, surtout les précipitations, ont été similaires à la moyenne des trente ans (1961–1990), mais marqués par des températures plutôt fraîches pendant la maturation. L'été 2009 a été très chaud (température moyenne du mois d'août = la troisième plus élevée depuis le début des mesures en 1864) et sec. La quantité de précipitations des mois d'août et septembre n'a atteint que 50 % de la valeur moyenne des trente ans.

Mésoclimat et sol

Dans la première phase d'étude, les particularités climatiques du vignoble ont été relevées pour chaque région. Chaque situation étant soumise à des échanges thermiques et des conditions géographiques ou topographiques particulières, une approche par modèle a été adoptée (Pythoud 2004). Celle-ci a permis d'intégrer des facteurs essentiels tels que la température, le rayonnement solaire et la protection face aux vents dominants. Un indice climatique global intégrant ces différents facteurs a été mis au point. Principalement axé sur l'altitude, l'exposition et l'énergie solaire potentielle reçue en cours de saison, cet indice permet d'estimer assez précisément les conditions mésoclimatiques de chaque parcelle du réseau d'étude.

Le glacier du Rhône a joué un rôle fondamental dans le modelage des sols du vignoble vaudois (Letessier et Fermond 2004). Près de 80 % de sa surface a été

Résumé Le comportement physiologique et agronomique du Gamaret a été étudié de 2007 à 2009 sur un réseau de vingt-cinq parcelles représentatif des différentes conditions pédoclimatiques du vignoble vaudois. Les raisins de chaque parcelle ont été vinifiés séparément et les vins analysés chimiquement et sensoriellement, afin d'identifier les relations entre les profils sensoriels des vins et les conditions pédoclimatiques de la zone de production (terroir). Les conditions climatiques (altitude et rayonnement) ont influencé la physiologie de la vigne (précocité à la véraison) et la composition des moûts (acidité totale). Par contre aucune relation n'a été observée entre le climat et les caractères sensoriels des vins. Les facteurs pédologiques de chaque parcelle ont influencé le comportement physiologique de la vigne (alimentation hydrique et azotée). Durant le millésime sec de 2009, le régime hydrique de la vigne entre la véraison et la récolte a été en étroite relation avec la réserve utile en eau des sols (RU): la taille des baies était plus petite et l'intensité colorante des vins plus élevée dans les parcelles avec une contrainte hydrique modérée durant la maturation du raisin. La contrainte hydrique a eu un effet positif sur la qualité générale des vins (bouquet et tanins). La teneur en composés azotés des raisins (indice de formol) des différentes parcelles du réseau a été très différente. Généralement, les vignes installées sur des sols limitant la colonisation racinaire en profondeur (moraines compactes) ont donné des moûts avec des indices de formol faibles. L'indice de formol des moûts a joué un rôle important dans la qualité organoleptique des vins. Les vins issus de parcelles où la vigne était faiblement alimentée en azote ont présenté de l'astringence et des tanins secs et leur qualité a été jugée moins intéressante.

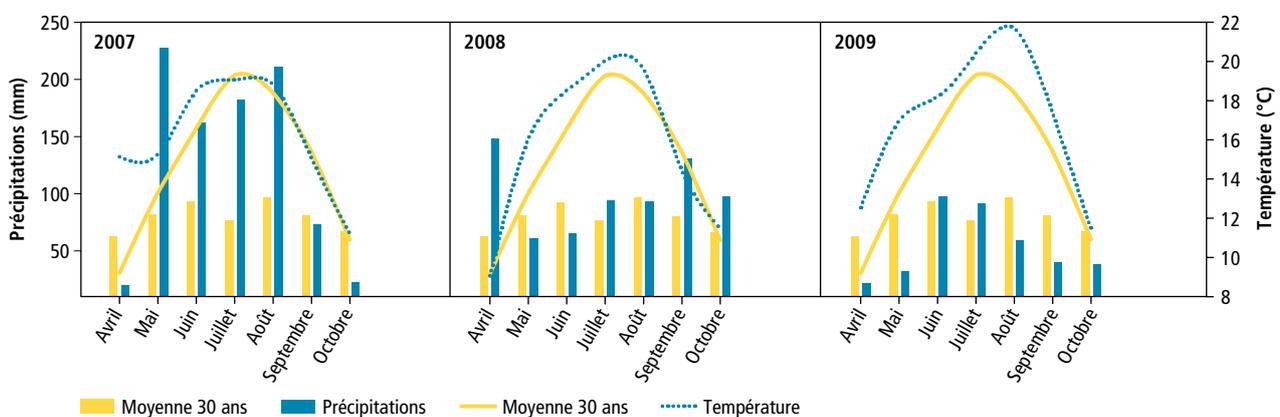


Figure 1 | Somme des précipitations et température moyenne sur le site de Pully, de 2007 à 2009, en comparaison avec la moyenne des trente ans (1961–1990).

influencée par ses dépôts morainiques plus ou moins compacts. Le glacier a également mis à nu, par endroits, la roche ancienne (en majorité de la molasse) en rabotant les sols en place. Les sols viticoles vaudois peuvent être classés selon leur origine dans ces principales catégories: sols issus de moraines, sols issus de molasse ou de roches calcaires et sols issus d'éboulis, d'alluvions ou de colluvions. Letessier et Fermond (2004) donnent une description complète de chaque catégorie de sol.

Dispositif expérimental

Les vingt-cinq micro-parcelles de Gamaret représentatives du vignoble vaudois ont été plantées en 2003. Après une phase d'installation de quatre ans, les vignes ont été étudiées à l'âge de cinq à sept ans. Le porte-greffe est le 3309C, largement dominant dans le vignoble vaudois. Sur deux parcelles, le fort taux de calcaire actif a imposé le choix du porte-greffe Fercal. Le mode de conduite principal est l'espalier à plan de palissage vertical avec une taille Guyot simple. La densité de plantation des micro-parcelles est en moyenne de 7100 ± 1300 ceps/ha. Ce critère est représentatif des particularités de chaque région, principalement en lien avec le type de mécanisation utilisé par chaque exploitation. Les rangs sont le plus souvent orientés nord-sud, et pour la majorité enherbés un rang sur deux.

Pour la mise en valeur des données de l'étude des cépages, différentes catégories de sol ont été regroupées en sept grands types géopédologiques. Ainsi, chaque parcelle appartient à l'un ou l'autre de ces sept types (tabl.1). Paramètre fondamental en viticulture, la disponibilité en eau des sols est appréciée par l'estimation de la **réserve utile des sols (RU)**. Cette réserve est élaborée sur la base de la pierrosité (quantité d'éléments grossiers), de la texture et de la profondeur d'enracinement de la vigne et s'exprime en mm d'eau

disponible (Letessier et Fermond 2004). Les différentes parcelles ont été regroupées en trois classes de RU: RU faible (< 100 mm), RU moyenne (entre 100 et 150 mm) et RU forte (> 150 mm) (tabl.1).

Physiologie de la vigne

Les principaux stades phénologiques (débourrement, floraison, véraison) ont été enregistrés sur toutes les parcelles pour les trois saisons étudiées.

Le régime hydrique de la vigne a été étudié au moyen des potentiels hydriques et du rapport isotopique du carbone dans les moûts à la vendange (rapport $^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$ ou Delta C^{13}) (Trégoat *et al.* 2002). Ce rapport isotopique est influencé par les conditions environnementales notamment le régime hydrique de la plante en cours de saison. Les valeurs de Delta C^{13} dans les moûts à la vendange indiquent ainsi le niveau de contrainte hydrique subi par la vigne entre la véraison et la récolte.

La nutrition azotée de la vigne a été évaluée par l'indice chlorophyllien (N-Tester), le diagnostic foliaire et l'indice de formol des moûts (Spring et Zufferey 2000).

Maturation du raisin

La maturation du raisin a été suivie dès la véraison par l'échantillonnage hebdomadaire de deux cents baies, en mesurant le poids des baies (g), l'acidité totale (g ac. tartrique/l), acide tartrique (g/l), acide malique (g/l), les sucres réducteurs (°Oe), le pH et les composés azotés exprimés par l'indice de formol (azote assimilable par les levures; Aerny 1996).

Vinifications, analyses chimiques et sensorielles des vins

Cent cinquante kilos de vendange par parcelle ont été prélevés chaque année. La vinification des vingt-cinq parcelles a été conduite selon des méthodes classiques sous la responsabilité du même œnologue à la cave

Tableau 1 | Répartition des parcelles de Gamaret en fonction des types de sol et de leur réserve utile en eau (RU)

| Types de sol | Réserve utile en eau des sols (RU) | | |
|-----------------------------------|--|------------------------------|---|
| | Faible (< 10 mm) | Moyenne (100–150 mm) | Forte (> 150 mm) |
| Moraines caillouteuses | | | 209 (Rivaz) |
| Moraines de fond | 222 (Lutry), 301 (Echichens) | 341 (Begnins) | 315 (Perroy), 316 (Aubonne), 303 (Morges) |
| Autres moraines | 101 (Bex), 406 (Champagne), 402 (Agiez) | | 204 (Blonay), 328 (Gilly), 223 (Lutry) |
| Molasses sablo-gréseuses | | | 416 (Constantine) |
| Marnes / Molasse à bancs de marne | | | 401 (Rances), 216 (Grandvaux) |
| Peysrosols | 109 (Aigle), 327 (Gilly), 302 (Saint-Prex), 118 (Villeneuve), 113 (Yvorne) | 350 (Founex), 349 (Commugny) | |
| Colluviosols | | | 407 (Bonvillars), 356 (Begnins) |

expérimentale d'ACW à Changins avec un protocole standard. Des analyses classiques ont été réalisées sur le vin en bouteille, les teneurs en anthocyanes (mg/l) et l'intensité de la couleur (absorbances à 420 et 520 nm). Les vins ont été dégustés par le panel de 12–14 personnes d'ACW chaque printemps suivant la récolte.

Résultats et discussion

Influence du climat

La précocité de la véraison a influencé l'acidité totale des moûts à la vendange: en effet, les teneurs en acidité totale étaient inférieures dans les moûts des parcelles précoces. De plus, l'altitude a influencé la précocité: les parcelles implantées dans la partie haute du vignoble ont atteint la véraison plus tard et leurs moûts avaient une acidité totale légèrement plus élevée à la vendange. Néanmoins, aucune relation n'a été observée entre les descripteurs sensoriels des vins et la précocité du site, ni avec son indice climatique (altitude et rayonnement solaire reçu).

Le Gamaret présente un bon potentiel d'adaptation aux différentes conditions climatiques du vignoble vaudois. De plus, ses vins ont présenté peu de différences qualitatives entre les millésimes. Ainsi, dans cette étude, le climat n'a pas été un facteur majeur d'explication des différences organoleptiques des vins de Gamaret produits dans le vignoble vaudois.

Effets de l'alimentation hydrique de la vigne

La figure 2 présente les résultats de la discrimination isotopique du carbone des moûts durant les trois millésimes en fonction des réservoirs hydriques (RU). En 2007 et 2008, l'alimentation hydrique de la vigne n'a pas été limitante en raison des précipitations estivales

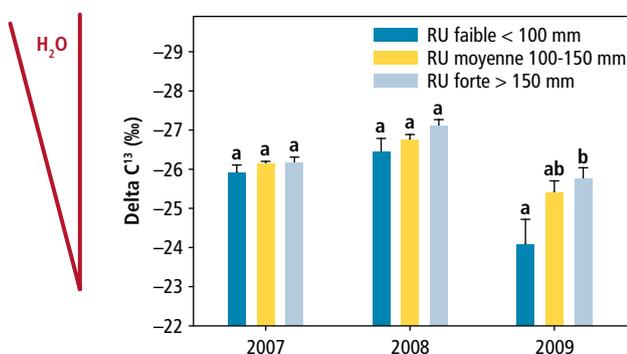


Figure 2 | Rapport isotopique du carbone (Delta C¹³) dans les sucres des moûts à la vendange de 2007-2009 selon différentes réserves utiles (RU faible, N = 10; moyenne, N = 3; forte, N = 12). Les moyennes portant la même lettre ne sont pas significativement différentes au seuil de 5%. Gamaret, Canton de Vaud (CH).

régulières et abondantes. Par contre, l'été sec et chaud de 2009 a provoqué une contrainte hydrique modérée à forte, mais uniquement sur les parcelles à faibles réserves utiles. L'alimentation hydrique a fortement influencé le poids des baies (fig. 3). Sur les parcelles où le stress hydrique était le plus fort, le poids des baies a été réduit de 40 %. L'étude de la relation entre l'alimentation hydrique de la vigne (mesurée par le Delta ¹³C) et le poids de la baie à la vendange confirme son effet majeur sur le développement des baies. Les mesures de potentiels hydriques de la vigne ont confirmé les résultats obtenus avec la discrimination isotopique du carbone (résultats non présentés).

Le régime hydrique de la vigne a influencé les paramètres chimiques et organoleptiques des vins. La figure 4 présente son effet sur l'intensité colorante des vins de Gamaret. Lors du millésime sec de 2009, les

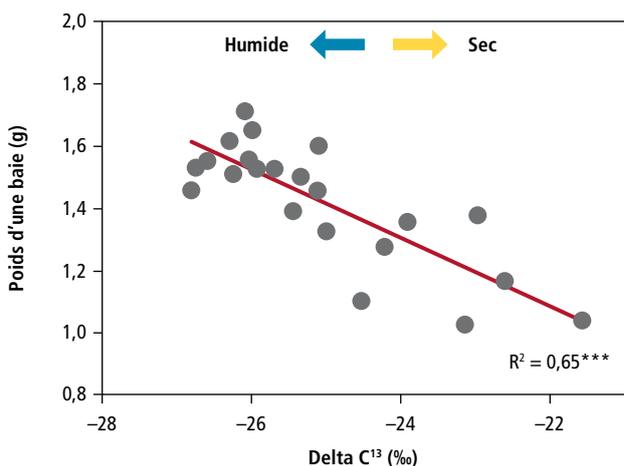


Figure 3 | Relation entre l'alimentation hydrique de la vigne (Delta C¹³) et le poids moyen de la baie à la vendange. Gamaret, Canton de Vaud (CH), 2009.

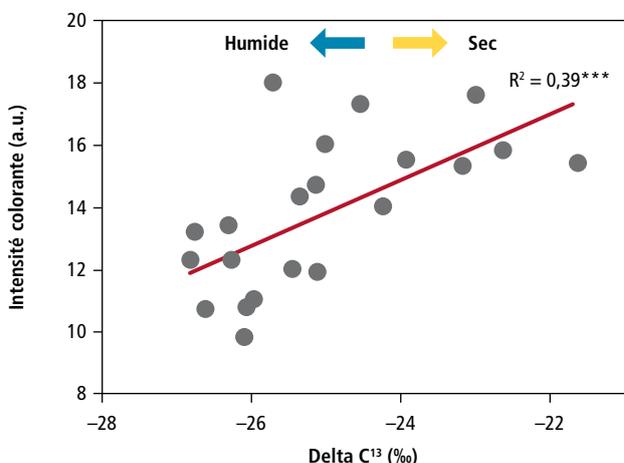


Figure 4 | Relation entre l'alimentation hydrique de la vigne (Delta C¹³) et l'intensité colorante des vins. Gamaret, Canton de Vaud (CH), 2009.

vignes implantées sur des sols à faible réserve en eau ont produit des vins avec une plus forte intensité colorante. La contrainte hydrique a également eu tendance à améliorer la qualité générale des vins. La qualité du bouquet et des tanins a généralement été mieux appréciée dans les vins issus de vignes modérément à fortement stressées, comme le confirme l'analyse sensorielle des vins en 2009.

Influence de l'alimentation azotée de la vigne

L'azote est un des minéraux indispensables à la croissance de la vigne qui en absorbe une quantité importante. Il joue aussi un rôle fondamental en vinification comme source de nutriments pour les levures. La déter-

mination de l'indice de formol des moûts permet d'estimer la quantité d'azote assimilable par les levures lors de la fermentation alcoolique. La figure 5 présente les valeurs moyennes, minimales et maximales d'indice de formol dans les parcelles étudiées, indice très variable d'une parcelle et d'un millésime à l'autre. Pour un millésime donné, l'indice de formol des moûts les plus riches en azote a été jusqu'à quatre fois plus élevé que celui des moûts les plus pauvres. Les composés azotés des moûts font partie des paramètres qui ont le plus varié entre les différents terroirs. Les méthodes culturales (fertilisation et couverture du sol) des différentes parcelles ayant été similaires, cette forte variation reflète avant tout l'effet du terroir. L'influence des facteurs

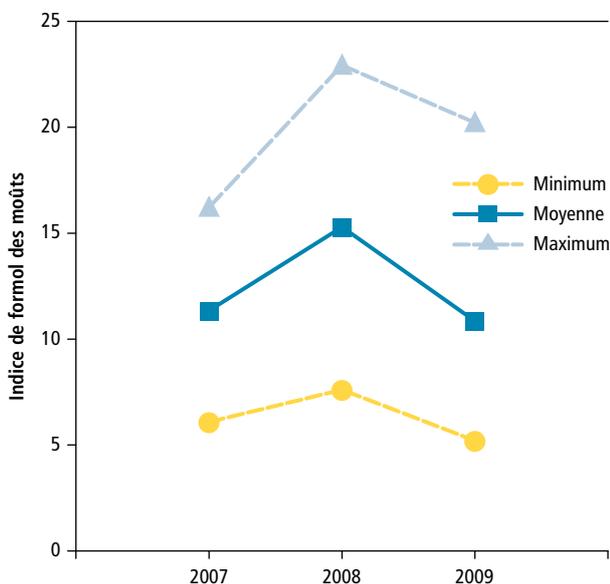


Figure 5 | Valeurs minimales, maximales et moyennes des vingt-cinq parcelles de l'indice de formol des moûts de 2007 à 2009. Gamaret, Canton de Vaud (CH).

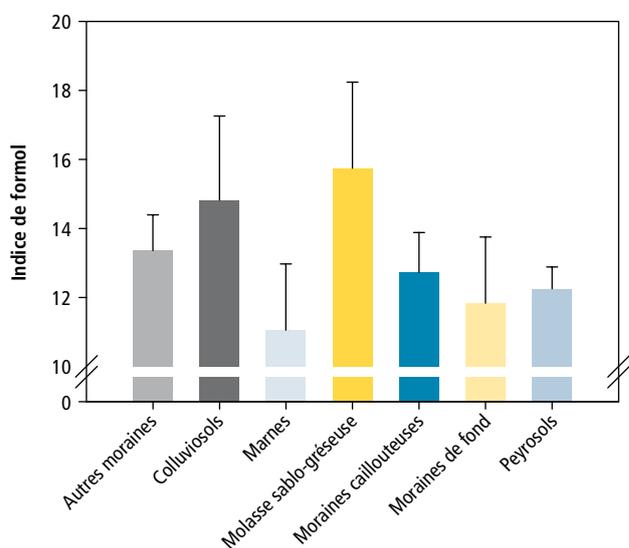


Figure 6 | Moyennes des indices de formol des parcelles appartenant à chaque type de sol de 2007 à 2009. Gamaret, Canton de Vaud (CH).

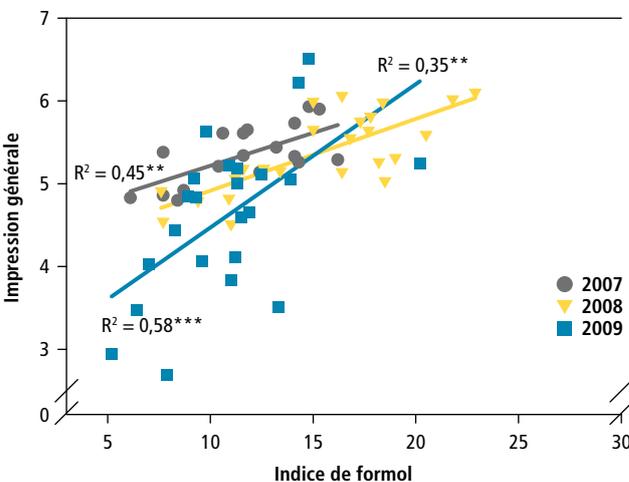
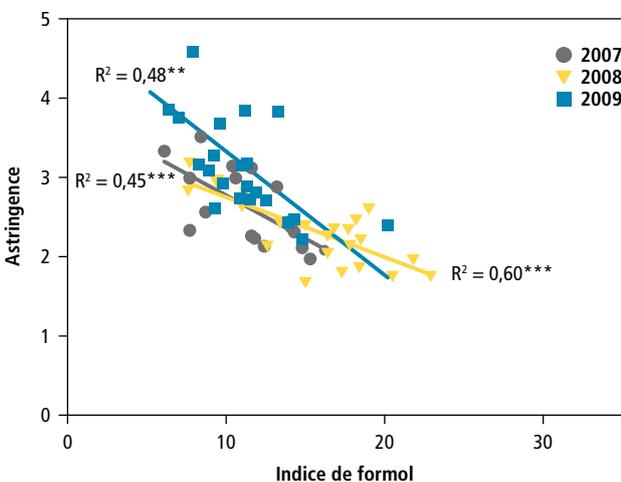


Figure 7 | Relation entre l'indice de formol et les descripteurs astringence et impression générale des vins. Gamaret, Canton de Vaud (CH), 2007–2009.

environnementaux sur l'alimentation azotée de la vigne est encore mal cernée, mais le type de sol, l'enracinement de la vigne et l'alimentation hydrique semblent jouer un rôle important.

La figure 6 présente les valeurs d'indice de formol par type de sol. Généralement, les vignes implantées sur des sols qui limitent la colonisation racinaire en profondeur (moraines compactes et marnes) ont donné des moûts avec des indices de formol plus faibles que les vignes sur sols permettant un bon enracinement, comme les colluviosols.

L'indice de formol a influencé notablement la qualité organoleptique des vins (fig.7). Sur les trois ans d'étude, l'indice de formol est apparu négativement corrélé au descripteur astringence et positivement corrélié avec l'impression générale. Le niveau d'azote des raisins se révèle ainsi un facteur important pour expliquer les différences notées lors de l'analyse sensorielle des vins. Sur les parcelles caractérisées par une faible alimentation azotée, les vins produits ont été jugés astringents avec des tanins secs et qualitativement moins intéressants. La qualité de ces tanins ne semblait pas s'améliorer après trois ans de vieillissement en bouteille.

Remerciements

Les auteurs remercient vivement la Commission pour la technologie et l'innovation (CTI) pour son aide financière. Les membres du comité du projet et l'Association pour l'étude des terroirs viticoles vaudois, en particulier son président Olivier Ducret, sont chaleureusement remerciés pour leur confiance ainsi que David Rojard (chef du projet) pour son soutien. Notre gratitude va également à tous les collègues d'ACW pour leur précieuse collaboration, de même qu'à tous les vigneronns qui ont participé à ce projet.

Bibliographie

- Aerny J., 1996. Composés azotés des moûts et des vins. *Revue suisse Vitic., Arboric., Hortic.* **28** (4), 161–165.
- Burgos S., Almendros S. & Fortier E., 2010. Facteurs environnementaux et phénologie de la vigne dans le canton de Genève. *Revue suisse Vitic., Arboric., Hortic.* **42** (5), 288–295.
- Letessier I. & Fermond C., 2004. Etude des terroirs viticoles vaudois. 2. caractérisation des sols. *Revue suisse Vitic., Arboric., Hortic.* **36** (4), 4–10.
- Morlat R., 2001. Terroirs viticoles: Etude et valorisation. Editions Oenoplurimédia, collection Avenir Oenologie, 120 p.
- Peyrot des Gachons C. P., Van Leeuwen C., Tominaga T., Soyer J. P., Gaudillère J. P. & Dubourdieu D., 2005. Influence of water and nitrogen deficit on fruit ripening and aroma potential of *Vitis vinifera* L. cv Sauvignon blanc in field conditions. *J. Sci. Food Agric.* **85**, 73–85.
- Pythoud K., 2004. Etude des terroirs viticoles vaudois. 3. modélisation des paramètres climatiques. *Revue suisse Vitic., Arboric., Hortic.* **36** (4), 10–14.
- Reynard J.-S., Zufferey V., Nicol G.-C. & Murisier F., 2011. Vine water status as a parameter of the «terroir» effect under the non-irrigated conditions of the Vaud viticultural area (Switzerland). *J. Int. Sci. Vigne Vin* **45**, 139–147.
- 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**, 211–222.
- Spring J.-L. & Zufferey V., 2000. Intérêt de la détermination de l'indice chlorophyllien du feuillage en viticulture. *Revue suisse Vitic., Arboric., Hortic.* **32** (6), 323–328.
- Spring J.-L., Zufferey V. & Viret O., 2009. Interaction between leaf surface and nitrogen supply in grapevine plants: observations on Chasselas and Pinot noir vines. Proceedings of the 16th International GiESCO Symposium. Davis (USA), 129–134.
- Trégoat O., Van Leeuwen C., Choné X. & Gaudillère J. P., 2002. The assessment of vine water and nitrogen uptake by means of physiological indicators influence on vine development and berry potential. *J. Int. Sci. Vigne Vin* **36**, 133–142.
- Van Leeuwen C., Trégoat 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**, 121–134.
- Zufferey V. & Murisier F., 2006. Terroirs viticoles vaudois et alimentation hydrique de la vigne. *Revue suisse Vitic., Arboric., Hortic.* **38** (5), 283–287.

Conclusions

- Le Gamaret est un cépage à fort potentiel d'adaptation. Sa très bonne résistance à la pourriture permet de retarder la date de vendange et ainsi d'améliorer la qualité des vins.
- Toutefois, avec des moûts fortement carencés en azote, des notes d'astringence et des tanins peu qualitatifs peuvent apparaître dans les vins. Dans des zones sensibles, comme des sols qui limitent l'enracinement de la vigne (moraines de fond, etc.), l'alimentation azotée de la vigne doit donc être maîtrisée.
- La couverture du sol, les apports d'azote au sol et si nécessaire par voie foliaire doivent être raisonnés.
- En 2009, un millésime sec, le régime hydrique de la vigne a pu être directement corrélié avec la réserve hydrique des sols.
- L'analyse sensorielle des vins a confirmé le rôle positif d'une contrainte hydrique modérée. ■

Summary ■ **Performance of the cv. Gamaret under pedoclimatic conditions of the Vaud area, Switzerland**

From 2007 to 2009, physiologic and agronomic behaviour of Gamaret was studied under several pedoclimatic conditions of the Vaud area. Twenty five plots were set up with homogeneous material of Gamaret cultivar, and their grapes were vinified separately to carry out chemical and sensory wine analysis. This study aimed to evaluate the influence of the Vaud viticultural area terroirs on the vine-fruit-wine continuum. Despite the effect of climatic factors on vine physiology (precocity of veraison) and must composition (titratable acidity), no clear effect on wine sensory characteristics was evidenced. On the other hand, geopedology clearly influenced vine physiology (water and nitrogen status). During the dry season 2009, the vine water status was significantly different among plots and closely related to soil water holding capacity. Furthermore, the level of vine water status influenced both fruit (berry weight) and wine composition (colour density). Sensory analysis on wines confirmed the positive influence of moderate water constraint during grape maturation. Vine nitrogen status was monitored by measuring yeast assimilable nitrogen (YAN) in the must. YAN varied greatly among plots. Vines grown on soils which limit roots colonization (e.g. compact moraines) tend to have a lower YAN in the must. Vine nitrogen status was thus a key factor for wine quality. Wines made from grapes with low assimilable nitrogen had negative sensory characteristics such as astringency and dry tannins.

Key words: terroir, vine nitrogen status, wine quality, vine-fruit-wine continuum.

Zusammenfassung ■ **Verhalten der Gamaret in verschiedenen Reblagen des Waadtlands**

Physiologische und agronomische Beobachtungen, chemische und sensorische Weinanalysen wurden auf 25 Parzellen realisiert während den Jahren 2007–2009. Das Ziel dieser Studie war die Abschätzung der Wirkung des Terroirs (naturgegebenen Faktoren eines bestimmten Reblagens) auf der Weinqualität. Während der drei Versuchsjahren wurde keine Beziehung zwischen klimatische Faktoren und Weinqualität festgestellt. Die Geologie hatte einen entscheidenden Einfluss auf der Physiologie der Rebe (Wasser- und Stickstoffversorgung). Im 2009, ein trockener Jahrgang, es wurde eine enge Verbindung zwischen dem Rebenwasserzustand und die verfügbare Bodenwasserreserve festgestellt. Standorte mit moderatem Wasserstress zeigten ein geringeres Wachstum (Beeren-Gewicht) und produzierten Weine mit einer intensiven Farbe. Die Stickstoffversorgung der Rebe wurde analysiert durch den Gehalt an hefeferwertbarem Stickstoff im Most. Die Moststickstoffwerte zeigten grosse Schwankungen zwischen Standorte. Der Stickstoffgehalt im Most erweist sich als Faktor, der die Weinqualität in erheblichem Ausmass zu beeinflussen scheint.

Riassunto ■ **Comportamento del Gamaret nelle condizioni pedoclimatiche del vigneto vodese**

Dal 2007 al 2009 il comportamento del Gamaret è stato studiato nelle diverse situazioni pedoclimatiche del vigneto vodese. Venticinque vigneti sono state oggetto di osservazioni fisiologiche ed agronomiche. L'uva di questi appezzamenti è stata vinificata separatamente e seguito di analisi chimiche e sensoriali su vini. Le condizioni climatiche (altitudine e irradiazione solare) hanno influenzato la fisiologia della vite (precocità dell'invasitura) e la composizione dei mosti (acidità totale), però nessuna relazione è stata osservata tra il fattore climatico e le caratteristiche sensoriali dei vini. I fattori pedologici hanno influenzato la fisiologia della vite per l'alimentazione idrica e azotata. Nel 2009 (annata asciutta) è stata dimostrata una relazione stretta tra il regime idrico della vite e la riserva utile in acqua dei suoli (RU). Le vigne che hanno subito uno stress idrico durante la maturazione dell'uva, hanno prodotto degli acini più piccoli e l'intensità del colore del loro vino era più forte. L'analisi sensoriale dei vini ha confermato il ruolo positivo di uno stress idrico moderato sulla qualità generale dei vini (bouquet e tannini). I mosti con basso tasso d'azoto (indice di formol) sono stati ricavati dalle vigne cresciute sui suoli che limitano la dispersione delle radici in profondità (ad esempio le morene compatte). Il tasso d'azoto dei mosti ha avuto un ruolo rilevante sulla qualità organolettica dei vini. Le vigne caratterizzate da un'alimentazione azotata debole hanno prodotto dei vini più astringenti e con tannini secchi e loro qualità era giudicata meno interessante.

Tant qu'il ne saura pas voler,
vous pourrez compter sur la Rega.



Devenez donateur: www.rega.ch



60 ans. Grâce à votre soutien.

Influence du porte-greffe sur le comportement du cépage Cornalin dans le Valais central

Jean-Laurent SPRING, Thibaut VERDENAL, Vivian ZUFFEREY, Katia GINDRO et Olivier VIRET,
Station de recherche Agroscope Changins-Wädenswil ACW

Renseignements: Jean-Laurent Spring, e-mail: jean-laurent.spring@acw.admin.ch, tél. +41 21 721 15 63, www.agroscope.ch



Symptômes de carence magnésienne sur Cornalin: à gauche, absence de symptômes foliaires avec le porte-greffe 41B, au centre: symptômes de rougissements typiques des feuilles avec le 5BB; à droite: symptômes de dessèchement de la rafle.

Introduction

Le Cornalin est un très ancien cépage rouge cultivé en Suisse dans le Valais central. Issu du croisement naturel entre les deux cépages valdôtains Petit Rouge et Mayolet (Vouillamoz *et al.* 2003), il a été appelé pendant des siècles Rouge du Pays ou Landroter. Le nom de Cornalin ne date que de 1972 (sur proposition de Jean Nicollier, ancien responsable de la Station d'essais viticoles du canton du Valais; Dupraz et Spring 2010), le faisant parfois confondre avec le cépage Corniola

ou Cornalin d'Aoste aussi appelé Humagne rouge en Valais. Jusqu'au milieu du XIX^e siècle, le Cornalin était, avec la Durize dans la région de Fully, le cépage rouge quasi exclusif du Valais central.

De maturation tardive (3^e époque) et très vigoureux, le Cornalin est sensible aux principales maladies de la vigne (notamment l'oïdium et la pourriture du raisin), à la carence en magnésium, au dessèchement de la rafle et à l'échaudage des raisins. La fertilité de ses bourgeons est également très variable. Il ne se comporte bien qu'en situations très chaudes et sur sols peu

fertiles, bien drainés et plutôt séchards (Dupraz et Spring 2010). Ces exigences pédoclimatiques et culturelles élevées expliquent en grande partie son recul progressif dès 1850 à l'arrivée de cépages rouges plus précoces et plus faciles à cultiver, comme le Pinot noir et le Gamay. La réorientation récente de l'encépagement du vignoble valaisan, qui remet à l'honneur les variétés autochtones typées et de qualité, a permis la renaissance de ce cépage. Ainsi, de quelques milliers de ceps en 1970, sa culture a atteint 121 ha en 2011 (OFAG 2012). La recherche viticole d'Agroscope ACW soutient techniquement ce développement depuis une vingtaine d'années. En collaboration avec l'Office cantonal de la viticulture du Valais et la Société des pépiniéristes valaisans, des travaux ont débuté en 1992 pour sauvegarder sa diversité biologique au niveau clonal et diffuser les types les plus intéressants (Maigre *et al.* 2003). Zufferey *et al.* (2011) ont également récemment étudié l'influence des caractéristiques du terroir sur son comportement. Le présent article tire le bilan d'un essai, mené de 1996 à 2011 sur le domaine expérimental d'Agroscope ACW à Leytron (VS), sur le comportement agronomique du Cornalin et la qualité de ses vins en fonction du porte-greffe.

Matériel et méthodes

Site expérimental, sol et climat

Le sol du domaine expérimental de Leytron (VS) est composé d'alluvions récentes (cône de déjection), sableux, profond et très caillouteux (5 % d'argile, 15 % de silt et 80 % de sable). Les analyses du sol (0–20 cm) et du sous-sol (30–50 cm) montrent une composition alcaline (pH 8,1–8,3), très calcaire (44–45 % de calcaire total) avec un taux de matière organique satisfaisant (1,7–1,4 %). La teneur en éléments fertilisants déterminée par extraction à l'eau (rapport 1:10) et par extraction à l'acétate d'ammonium EDTA (rapport 1:10) dénote un niveau de fertilité normal pour P et K et normal à élevé pour Mg. Durant toute la période de l'expérimentation, seule une fumure d'entretien potassique (75 kg K₂O/ha) a été appliquée annuellement dès la quatrième année de végétation. A Leytron, la moyenne pluriannuelle des températures durant la période de végétation (15 avril–15 octobre) est de 15,5 °C et les précipitations annuelles moyennes de 636 mm.

Dispositif expérimental

L'essai est organisé en quatre blocs randomisés, composé chacun de six variantes de treize souches. Les ceps ont été plantés en 1995 et sont conduits en Guyot

Résumé Le comportement agronomique et œnologique du cépage Cornalin a été étudié en relation avec le choix du porte-greffe sur le domaine expérimental d'Agroscope ACW à Leytron (VS). Les six porte-greffe testés étaient 3309 C, 5BB, Fercal, 41B MGt, 101-14 MGt, 161-49 C. Le porte-greffe a surtout influencé la vigueur et l'alimentation minérale du greffon. Le 41B MGt et le 161-49 C ont conféré moins de vigueur et induit une alimentation azotée et potassique plus faible. Le 41B MGt a le mieux absorbé le magnésium et réduit les problèmes de dessèchement de la rafle. A l'inverse, les porte-greffe 5BB, Fercal et 101-14 MGt ont mal absorbé le magnésium et favorisé le dessèchement de la rafle. Le 41B MGt et le 161-49 C ont produit des vins un peu plus acides. Le 101-14 MGt s'est montré plus sensible au stress hydrique.

simple (140 x 90 cm). Le clone de Cornalin utilisé a été sélectionné par ACW et assaini par thérapie. Les six porte-greffe suivants ont été testés:

Groupe des *V. riparia x V. rupestris*

- 3309 (Couderc): réservé aux sols ne prédisposant pas à la chlorose ferrique. En Valais, ce porte-greffe n'est utilisé que depuis peu avec le cépage Cornalin.
- 101-14 (Millardet et de Grasset): peu ou pas utilisé dans la région. Réputé plus sensible à la chlorose ferrique que le 3309 C, il a été retenu pour sa vigueur inférieure à celle du 3309 C et pour l'effet généralement positif qui lui est attribué sur les aspects qualitatifs (Cordeau 1998).

Groupe des *V. riparia x V. berlandieri*

- 5BB (Kober): son bon comportement dans les sols calcaires en fait le porte-greffe le plus fréquemment utilisé dans la région avec le Cornalin. Il fait office de référence dans cet essai.
- 161-49 (Couderc): peu représenté traditionnellement dans la région, il a été testé dans le cadre de la reconstitution du vignoble (Leyvraz 1946; Leyvraz 1950) et recommandé pour des sols caillouteux, perméables et profonds. Sa vigueur a été jugée trop faible à l'époque. Il connaît un récent regain d'intérêt.

Hybride de *V. vinifera* x *V. berlandieri*

- 41 B (Millardet et de Grasset): longuement étudié lors de la phase de reconstitution du vignoble (Leyvraz 1946; Leyvraz 1950) et recommandé alors pour des sols très calcaires et perméables; il est très peu répandu dans la région en raison de son développement initial très lent.

Hybride de *V. vinifera* x *V. berlandieri* x *V. longii*

- Fercal (INRA): assez récent et utilisé pour des sols très chlorosants. Son comportement végétatif et son influence sur la maturité du raisin sont encore peu décrits dans le vignoble suisse.

Contrôles**Vigueur**

- Mesurée par le pesage des bois de taille de 1996 à 2011 et des poids des rognages de 2003 à 2006.

Composantes du rendement

- Fertilité des bourgeons (contrôle de dix ceps par répétition), poids des baies (50 baies/répétition), poids des grappes (calculé à partir du poids de récolte et du nombre de grappes/cep) de 1999 à 2011 et rendement dès 1997 (pour tenir compte des disparités de rapidité d'entrée en production liées au porte-greffe).
- Intensité du dégrappage effectué en juillet pour obtenir six grappes par cep.

Alimentation minérale

- Diagnostic foliaire: détermination des taux de N, P, K, Ca et Mg de feuilles (limbe et pétiole) de la zone des grappes à la véraison de 1999 à 2011.
- Détermination de la teneur en potassium de 2002 à 2006 et de l'indice de formol des moûts (azote assimilable par les levures) de 1999 à 2011 selon la méthode d'Aerny (1996).
- Notation des symptômes de carence magnésienne sur le feuillage (évaluation de la fréquence des feuilles présentant des symptômes à mi-septembre) de 1999 à 2011.

Alimentation hydrique

- Détermination du potentiel hydrique de base du feuillage de début/mi-juillet à début/mi-septembre 2004 à 2006. Cette mesure a été effectuée avec une chambre à pression de marque PMS Instrument and Co., modèle 1002 (Scholander *et al.* 1965).

Accidents physiologiques, pourriture du raisin (*Botrytis cinerea*)

- Observation du dessèchement de la rafle et de l'attaque de pourriture sur un échantillon de 50 grappes par répétition, en estimant la proportion atteinte sur chaque grappe à l'aide des classes suivantes: 0, 1/10, 1/4, 1/2, 3/4, 9/10, 4/4.

Analyse des moûts

- Détermination de la teneur en sucre, pH, acidité totale (exprimée en acide tartrique), acide tartrique et acide malique au foulage.

Vinifications et analyses sensorielles

De 2002 à 2006, les différentes variantes ont été vinifiées selon un protocole standard. Les moûts n'ont ni été corrigés en azote assimilable ni désacidifiés. Les analyses courantes des vins et des moûts ont été effectuées selon le *Manuel suisse des Denrées alimentaires*. L'indice des phénols totaux (DO 280), l'intensité colorante et la quantité d'anthocyanes ont été mesurés d'après Ribéreau-Gayon *et al.* (1972). En plus des analyses courantes des vins (alcool, acidité, polyphénols classiques), les stilbènes et notamment le resvératrol ont été quantifiés sur les vins par chromatographie en phase liquide (HPLC), selon la méthode modifiée de Pezet *et al.* (2003).

Les vins ont été dégustés quelques semaines après la mise en bouteille par le collège d'ACW et notés selon une liste de descripteurs prédéfinis.

Résultats et discussion**Influence du porte-greffe sur la vigueur**

Le poids des bois de taille montre clairement (fig.1) une phase d'installation pendant les cinq à sept premières années, selon le porte-greffe, durant laquelle la vigueur des souches progresse régulièrement. Les porte-greffe 3309C, 5BB, Fercal et 101-14 MGt ont eu le développement initial le plus rapide, alors que le 161-49C a été un peu plus lent et le 41B MGt a pris deux à trois ans de plus que les autres porte-greffe pour atteindre la phase adulte. Par la suite les variations interannuelles sont essentiellement liées au climat de l'année, et en particulier aux précipitations – le principal facteur limitant dans le Valais central. La vigueur exceptionnelle observée en 2007, liée à la pluviométrie estivale record enregistrée dans cette région, en est la parfaite illustration. Le niveau de vigueur moyen sur l'ensemble de la période de l'essai montre un groupe de porte-greffe vigoureux (Fercal, 3309C, 5BB, 101-14 MGt). Diverses sources (Cordeau 1998; IFV 2007) attribuent générale-

ment une vigueur inférieure au 101-14 MGt par rapport à 3309 C, Fercal et 5BB, ce qui n'a pas été le cas dans cet essai. Le 161-49 C s'est situé en position intermédiaire et le 41B MGt a été le moins vigoureux. Pour la période où l'ensemble des porte-greffe étaient en phase adulte (dès 2002), on ne distingue plus que deux groupes: d'une part 41B MGt et 161-49 C, de vigueur moyenne, et d'autre part les autres porte-greffe, plus vigoureux. Les poids totaux des trois rognages annuels confirment en tout point cette répartition (fig. 2). En effet, seuls les porte-greffe 41B MGt et 161-49 C se sont distingués par des poids de rognage inférieurs. La vigueur modérée conférée par le porte-greffe 41B MGt dans les conditions pédoclimatiques du Valais central confirme des observations antérieures sur Pinot noir dans un réseau de parcelles de la région de Sierre et Salgesch (Spring *et al.* 2005). Les données issues d'autres régions

viticoles attribuent généralement à ce porte-greffe un niveau de vigueur plus élevé que dans cet essai (Cordeau 1998; IFV 2007; Pongràz 1983).

Composantes du rendement, production

Le tableau 1 fournit les composantes du rendement pour la période 1999–2011 où l'ensemble des porte-greffe était en production. Les différences entre les porte-greffe sont minimes. Les rendements ont eu tendance à être un peu plus élevés avec 41B MGt et un peu plus faibles avec 101-14 MGt. Cela dit, pour le 161-49 C, la production n'a commencé qu'en 1998 et, pour le 41B MGt, en 1999 seulement tandis que les premières récoltes avaient lieu en 1997 déjà avec les autres porte-greffe. La prise en compte des rendements cumulés de 1997 à 2011 permet de corriger cette disparité (fig. 3). Les rendements cumulés du 3309 C ont ainsi été les plus

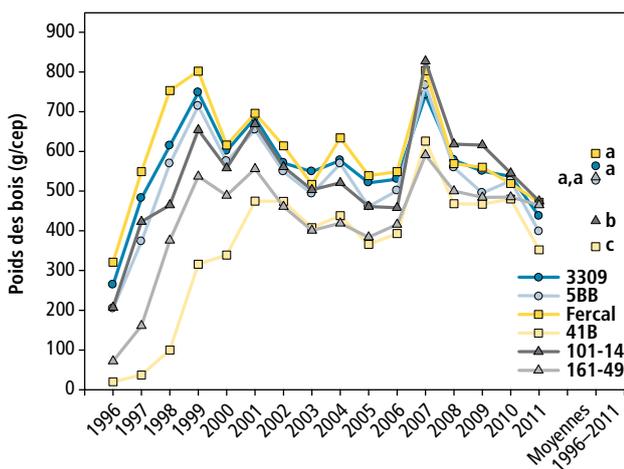


Figure 1 | Essai de porte-greffe sur Cornalin à Leytron. Poids des bois de taille, 1996–2011. Les moyennes munies d'une lettre commune ne se distinguent pas significativement ($p = 0,05$).

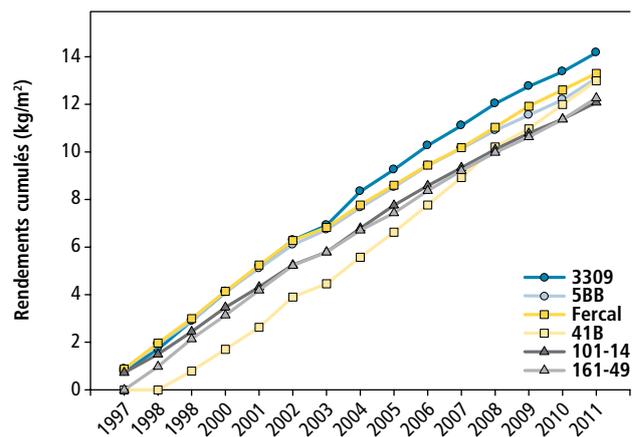


Figure 3 | Essai de porte-greffe sur Cornalin à Leytron. Rendements cumulés 1997–2011.

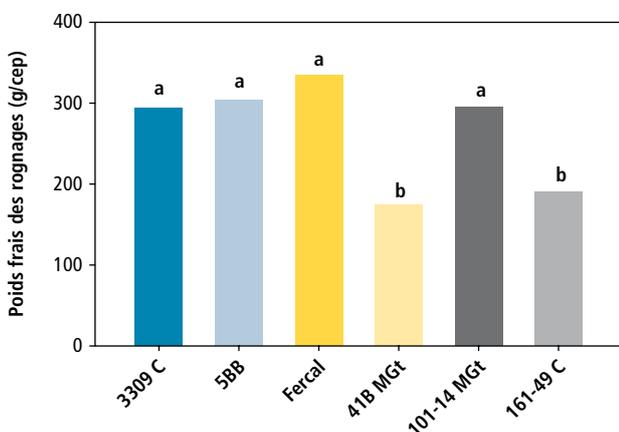


Figure 2 | Essai de porte-greffe sur Cornalin à Leytron. Poids total des rognages, moyennes 2003–2006. Les données munies d'une lettre commune ne se distinguent pas significativement ($p = 0,05$).

Tableau 1 | Essai de porte-greffe sur Cornalin.

Composantes du rendement. Leytron, moyennes 1999–2011

| Porte-greffe | Fertilité (grappes/bois) | Poids baie (g) | Poids grappe (g) | Dégrippage (grappes/cep) | Rendement (kg/m²) |
|--------------|--------------------------|----------------|------------------|--------------------------|-------------------|
| 3309 C | 1,1 a | 1,7 ab | 277 a | -2,4 a | 0,96 ab |
| 5BB | 1,1 a | 1,8 a | 254 ab | -2,3 a | 0,86 bc |
| Fercal | 1,1 a | 1,8 ab | 254 ab | -2,3 a | 0,87 bc |
| 41B MGt | 1,2 a | 1,6 c | 269 ab | -2,2 a | 1,00 a |
| 101-14 MGt | 1,1 a | 1,7 abc | 245 b | -2,2 a | 0,81 c |
| 161-49 C | 1,2 a | 1,7 bc | 247 ab | -2,3 a | 0,87 bc |

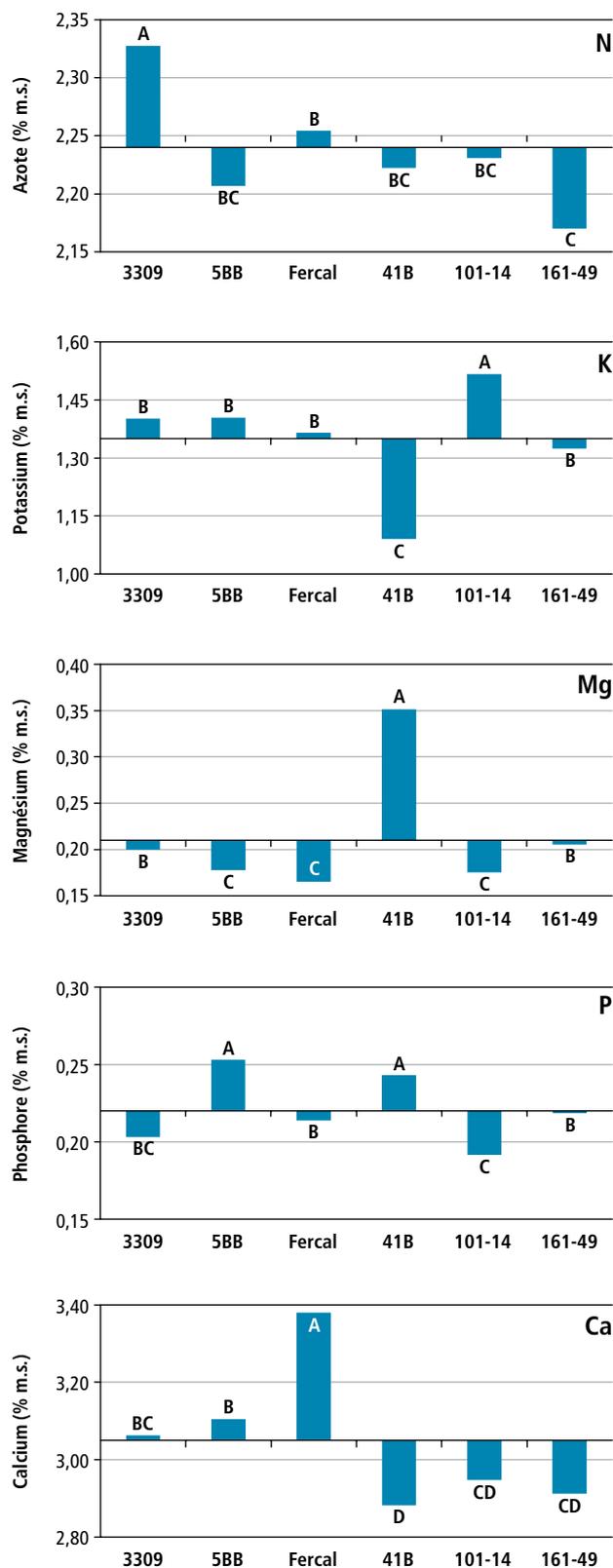


Figure 4 | Essai de porte-greffe sur Cornalin à Leytron. Teneurs en éléments minéraux des feuilles à la véraison, moyennes 1999–2011. NB: La ligne de base correspond à la moyenne de l'ensemble des porte-greffe. Les données munies d'une lettre commune ne se distinguent pas significativement ($p = 0,05$).

élevés alors que le 101-14 MGt et le 161-49C ont été légèrement en retrait. Entré en production plus tardivement, le 41B MGt a pratiquement rattrapé son retard pour se situer dans la moyenne de l'ensemble des porte-greffe en fin d'expérimentation.

Alimentation minérale, carences et accidents physiologiques

Le choix du porte-greffe a fortement influencé la nutrition minérale du greffon. Les résultats des diagnostics foliaires à la véraison montrent que les différences les plus importantes concernent N, K et Mg (fig. 4). Pour l'azote, le 3309C a fourni les valeurs les plus élevées et le 161-49C les plus basses. Le potassium a été bien absorbé par le 101-14 MGt et très mal par le 41B MGt, qui possède en contrepartie un taux de magnésium très élevé. Ce contraste traduit l'antagonisme entre l'absorption du potassium et du magnésium (Simon *et al.* 1970; Spring *et al.* 2003 et 2007). La sensibilité du Cornalin à la carence magnésienne est un des problèmes culturels liés à ce cépage, nécessitant dans de nombreuses situations des traitements foliaires magnésiens de routine, même sur vignes adultes. Seul le porte-greffe 41B MGt a pu assurer des teneurs en Mg largement supérieures au seuil de carence foliaire fixé à 0,20–0,22 % dans la matière sèche (Spring *et al.* 2003). Avec le 3309C et le 161-49C, l'alimentation magnésienne était à la limite inférieure du souhaitable et, avec 5BB, Fercal et 101-14 MGt, ces valeurs étaient nettement insuffisantes. Les symptômes de carence en Mg ont par conséquent été très différenciés sur le feuillage en septembre. Ce phénomène a été associé à la sévérité du dessèchement de la rafle contrôlé avant les vendanges (fig. 5) comme cela est connu également

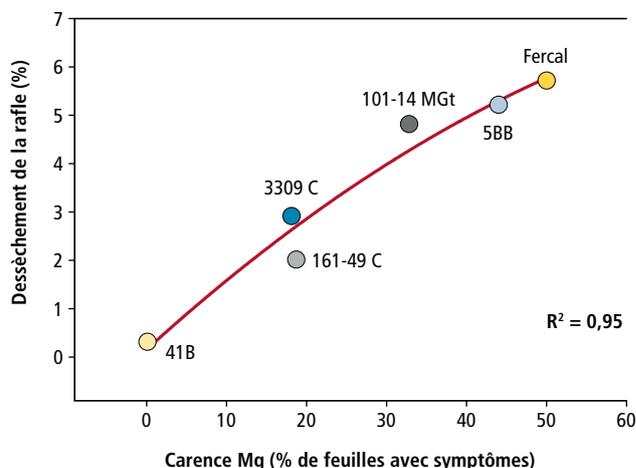


Figure 5 | Essai de porte-greffe sur Cornalin à Leytron. Corrélation entre les symptômes de carence magnésienne et le dessèchement de la rafle. Leytron, moyennes 1999–2011.

d'autres sources (Stellwaag-Kittler *et al.* 1965; Schaller 1983). Dans l'essai de Leytron, seules les vignes greffées sur 41B MGt ont été exemptes de symptômes foliaires et de dessèchement de la rafle. A l'inverse, le Fercal, le 5BB et le 101-14 MGt qui absorbent mal le magnésium ont montré de très forts rougissements du feuillage en fin de saison et des phénomènes de dessèchement de la rafle, notamment lors de millésimes humides comme 2007.

Alimentation hydrique (fig. 6)

De manière générale, la moyenne des potentiels hydriques de base des trois millésimes indique une contrainte modérée, entre -3 et -5 bars, selon les seuils établis par Riou *et al.* (2001). Seul le porte-greffe 101-14 MGt s'est distingué des autres par des valeurs inférieures en

période de forte contrainte hydrique (< -5 bars), confirmant ainsi sa plus grande sensibilité au stress hydrique (Cordeau 1998; IFV 2007).

Sensibilité à la pourriture grise (fig. 7)

La présence de pourriture sur grappe n'a été constatée que lors de trois années durant l'essai. Les porte-greffe moins vigoureux (161-49 C et surtout 41B MGt) ont eu tendance à diminuer la sensibilité à la pourriture.

Qualité des moûts (tabl. 2)

On note peu de différences dans la teneur en sucre. Les moûts des porte-greffe moins vigoureux (161-49 C et 41B MGt) ont fourni des teneurs supérieures en acide tartrique et inférieures en acide malique et en azote assimilable (indice de formol).

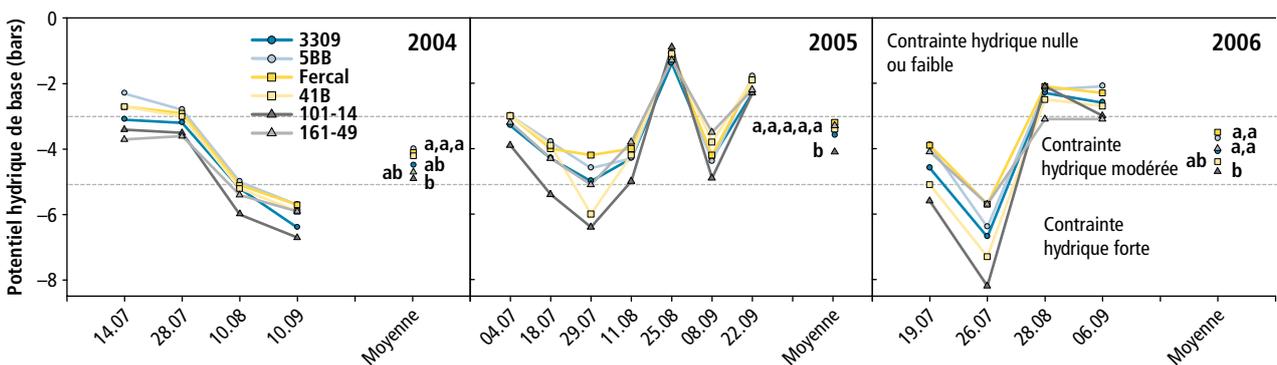


Figure 6 | Essai de porte-greffe sur Cornalin à Leytron. Evolution du potentiel hydrique de base en cours de saison, 2004–2006. Les moyennes munies d'une lettre commune ne se distinguent pas significativement ($p = 0,05$).

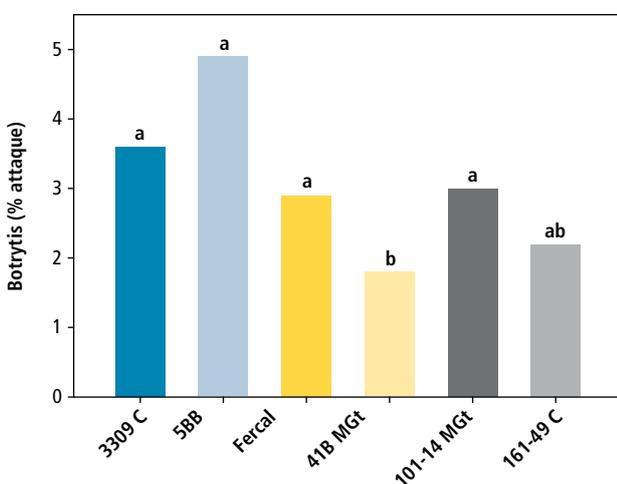


Figure 7 | Essai de porte-greffe sur Cornalin à Leytron. Attaque de pourriture sur grappe, moyennes 1999–2011. Les données munies d'une lettre commune ne se distinguent pas significativement ($p = 0,05$).

Tableau 2 | Essai de porte-greffe sur Cornalin. Analyse des moûts au foulage. Leytron, moyennes 1999–2011

| Porte-greffe | Sucre (°Oe) | Acidité totale (g/l) | Acide tartrique (g/l) | Acide malique (g/l) | pH | Indice formol |
|--------------|-------------|----------------------|-----------------------|---------------------|----------|---------------|
| 3309 C | 94,0 ab | 8,0 a | 6,9 bc | 3,1 a | 3,17 b | 10,3 ab |
| 5BB | 95,4 a | 7,9 ab | 6,9 bc | 3,0 a | 3,17 b | 9,8 b |
| Fercal | 93,1 b | 8,1 a | 7,0 abc | 3,0 a | 3,17 b | 10,5 ab |
| 41B MGt | 95,3 a | 7,6 c | 7,2 a | 2,3 c | 3,16 b c | 8,4 c |
| 101-14 MGt | 94,0 ab | 7,8 b | 6,7 d | 3,2 a | 3,19 a | 10,9 a |
| 161-49 C | 95,6 a | 7,8 b | 7,2 a | 2,6 b | 3,15 c | 8,5 c |

Analyse des vins (tabl. 3)

Les vins issus des porte-greffe moins vigoureux (161-49 C, 41B MGt) ont eu des teneurs plus élevées en sucres résiduels, liées à la faible teneur en azote assimilable des moûts (tabl. 2) insuffisante à la bonne activité des levures (Lorenzini 1996). Ces mêmes porte-greffe ont également produit des vins plus riches en acide tartrique et à pH plus bas, ce qui est dû avant tout à la faible teneur en potassium des moûts (fig. 8). La teneur en potassium des moûts est en effet un élément important pour l'équilibre de l'acidité des vins (Ryser *et al.* 1989; Delas *et al.* 1990; Crespy 2007). Les taux accrus de potassium dans les moûts des porte-greffe vigoureux (3309 C, 5BB, Fercal et surtout 101-14 MGt) ont fait précipiter davantage de tartrate de potassium en cours de vinification, ce qui a contribué à diminuer l'acidité fixe des vins.

Analyse sensorielle

Les vins ont tous été de qualité similaire et ne se sont pas différenciés significativement lors des dégustations. Ainsi les variabilités dues aux porte-greffe ont peu influencé la qualité finale des vins. Seuls les vins produits avec le porte-greffe 161-49 C ont eu une couleur plus intense.

Tableau 3 | Essais de porte-greffe sur Cornalin. Analyse des vins. Leytron, moyennes 2002–2006

| Porte-greffe | Alcool (% vol.) | Sucres résiduels (g/l) | pH | Acidité totale (g/l) | Acide tartrique (g/l) |
|--------------|-----------------|------------------------|--------|----------------------|-----------------------|
| 3309 C | 13,0 a | 2,6 b | 3,75 b | 4,8 c | 1,7 c |
| 5BB | 13,0 a | 3,3 b | 3,71 b | 5,2 b | 1,7 c |
| Fercal | 13,0 a | 3,2 b | 3,74 b | 5,0 b | 1,6 c |
| 41B MGt | 13,2 a | 5,4 a | 3,57 c | 5,5 a | 2,0 a |
| 101-14 MGt | 12,9 a | 2,9 b | 3,82 a | 4,7 c | 1,5 d |
| 161-49 C | 13,0 a | 6,1 a | 3,61 c | 5,4 a | 1,9 b |

| Porte-greffe | IPP DO 280 | Anthocyanes (mg/l) | Intensité colorante | Nuance | Resvératrol (mg/l) |
|--------------|------------|--------------------|---------------------|--------|--------------------|
| 3309 C | 48 a | 755 a | 10,4 b | 63 ab | 3,8 ab |
| 5BB | 51 a | 809 a | 11,5 ab | 65 ab | 2,8 b |
| Fercal | 48 a | 760 a | 10,6 ab | 62 b | 4,1 a |
| 41B MGt | 47 a | 739 a | 11,8 ab | 71 a | 3,3 ab |
| 101-14 MGt | 51 a | 810 a | 10,8 ab | 62 b | 4,4 a |
| 161-49 C | 52 a | 784 a | 13,0 a | 71 a | 3,3 ab |

Synthèse

Afin de caractériser les effets principaux du porte-greffe sur le comportement du Cornalin, une analyse en composante principale (ACP) a été effectuée avec les variables significatives pour les millésimes vinifiés (fig. 9). L'axe horizontal F1 représente 64 % de l'information. Il oppose clairement deux groupes de variables. Sur la gauche sont regroupés la vigueur, l'alimentation azotée et potassique élevée, les problèmes de carence magnésienne, de dessèchement de la rafle et, dans une moindre mesure, de botrytis (zone occupée par les porte-greffe vigoureux) et sur la droite se trouvent l'alimentation magnésienne élevée, l'acidité élevée dans les moûts et les vins, la présence de sucres résiduels dans les vins et une intensité colorante supérieure (zone occupée par les porte-greffe moins vigoureux). Il semble donc que, pour le Cornalin, le porte-greffe joue essentiellement un rôle dans la vigueur et l'alimentation minérale, avec les conséquences qui en découlent (carence en Mg, dessèchement de la rafle et équilibre acide des moûts et des vins).

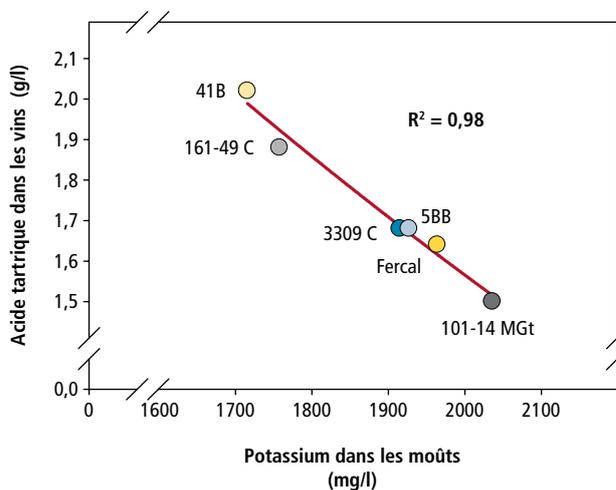


Figure 8 | Essai de porte-greffe sur Cornalin à Leytron. Relation entre la teneur en potassium dans les moûts et la teneur en acide tartrique des vins, moyennes 2002–2006.

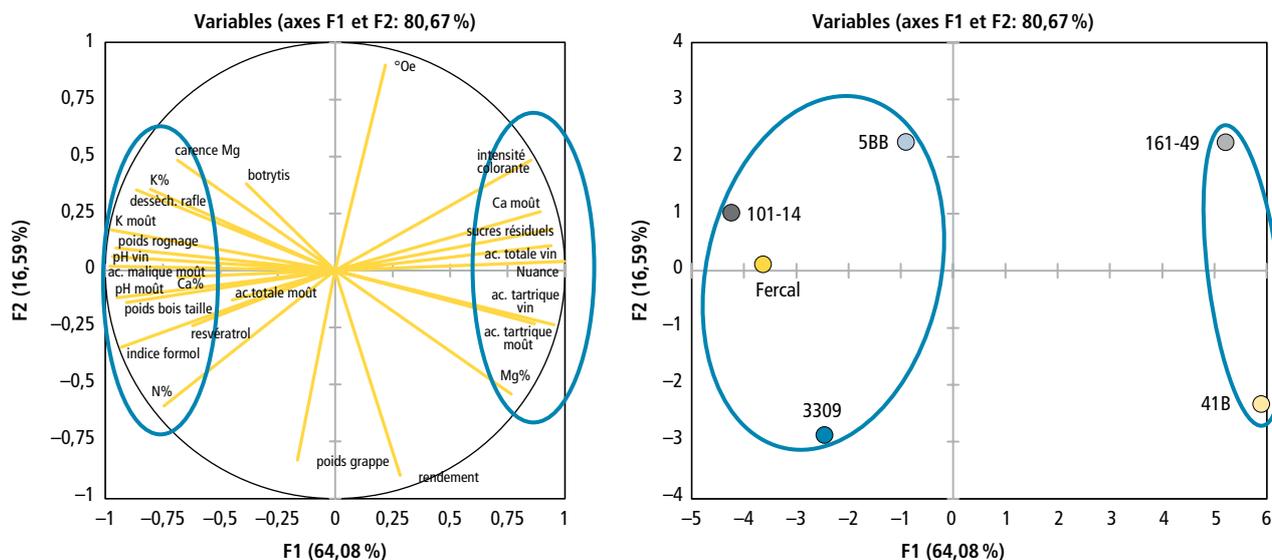


Figure 9 | Essai de porte-greffe sur Cornalin à Leytron, 2002–2006. Résultats de l'analyse en composantes principales (ACP). La figure de gauche représente les variables observées; les vecteurs pointant dans la même direction sont fortement corrélés entre eux. La figure de droite représente les porte-greffe étudiés; les porte-greffe proches ont un comportement similaire.

Conclusions générales

L'étude du comportement du cépage Cornalin (treize ans dont cinq millésimes vinifiés), greffé sur six porte-greffe au domaine d'ACW à Leytron (VS), permet de tirer les conclusions suivantes:

- Le porte-greffe a fortement influencé la rapidité d'implantation des souches. L'entrée en production des ceps greffés sur 161-49 C a pris une année et ceux sur 41B MGt deux ans de plus qu'avec les autres porte-greffe. Malgré ce retard, le 41B MGt a rattrapé le niveau de production moyen cumulé des autres porte-greffe à l'issue de l'expérimentation.
- En vigne adulte, la vigueur conférée par 161-49 C et 41 B MGt était inférieure à celle des autres porte-greffe.
- L'alimentation en magnésium a été fortement influencée par le porte-greffe. Le 41B MGt a offert le meilleur niveau d'alimentation, associé à une

absence de symptômes de carence sur le feuillage et de dessèchement de la rafle. 5BB, Fercal et 101-14 MGt, absorbant mal le Mg, ont favorisé l'apparition de symptômes foliaires et de dessèchement de la rafle.

- Les porte-greffe moins vigoureux (161-49 C, 41B MGt) ont moins bien assimilé le potassium, notamment dans les moûts, provoquant le maintien d'une acidité supérieure dans les vins. L'azote dans les moûts a également été plus faiblement assimilé, ce qui s'est traduit par une teneur en sucres résiduels plus élevée dans les vins.
- Le porte-greffe 101-14 MGt s'est montré plus sensible au stress hydrique en période de forte contrainte.
- Les porte-greffe moins vigoureux (41B MGt, 161-49 C) ont eu tendance à réduire la sensibilité à la pourriture grise des raisins.
- Les porte-greffe ont peu influencé la qualité des vins. ■

Remerciements

L'ensemble des collaborateurs des groupes de recherche viticulture, œnologie et analyse des vins qui ont participé à cette expérimentation sont vivement remerciés pour leur travail.

Bibliographie

- Aerny J., 1996. Composés azotés des moûts et des vins. *Revue suisse Vitic., Arboric., Hortic.* 28 (3), 161–165.
- Cordeau J., 1998. Création d'un vignoble. Greffage de la vigne et porte-greffe. Élimination des maladies à virus. Édition Féret, Bordeaux, 183 p.
- Crespy A., 2007. Manuel pratique de fertilisation, Qualité des moûts et des vins. Collection Avenir Œnologie, 143 p.

- Delas J., Molot C. & Soyer J.-P., 1990. Fertilisation minérale de la vigne et teneurs en potassium des baies, des moûts et des vins. C.R. 4^e Symposium international d'œnologie «Actualités œnologiques 89», Bordeaux, Dunod éd., 1–6.
- Dupraz P. & Spring J.-L., 2010. Cépages, principales variétés de vigne cultivées en Suisse. AMTRA, 128 p.
- IFV, 2007. Catalogue des variétés et clones de vigne cultivés en France, 2^e édition. Éditeur: Institut français de la Vigne et du Vin (ENTAV-ITV France), 455 p.
- Leyvraz H., 1946. Reconstitution du vignoble romand et choix des porte-greffe. *Revue romande d'Agriculture, de Viticulture et d'Arboriculture* 2 (1), 2–4.
- Leyvraz H., 1950. Quelques recommandations en vue de la reconstitution et de l'encépagement du vignoble dans le Valais central. *Revue romande d'Agriculture, de Viticulture et d'Arboriculture* 6 (3), 19–21.

Encadré | **Recommandations pratiques pour les différents porte-greffe expérimentés**

- **3309C:** de vigueur similaire au 5BB, le 3309C a permis une meilleure alimentation en magnésium et contribué à réduire les problèmes de carence en Mg sur le feuillage et de dessèchement de la rafle par rapport au 5BB ou au Fercal. Parmi les porte-greffe classiques, il devrait être préféré au 5BB lorsque les conditions de sol le permettent (sols profonds, perméables, bien drainés, teneurs en calcaire actives inférieures à 11 %). Sa productivité s'est révélée relativement élevée. L'état sanitaire (viroses) des greffons est particulièrement important avec ce porte-greffe pour lequel des cas d'incompatibilité ont été signalés avec le Cornalin.
- **5BB:** ce porte-greffe de référence en Valais devrait être réservé aux sols qui présentent des risques de chlorose ferrique et aux cas où on souhaite un porte-greffe suffisamment vigoureux. Sa faible capacité d'absorption du magnésium exige de veiller à la richesse en potassium des sols, en raison de l'antagonisme K/Mg, et d'éviter les zones aux réserves hydriques importantes qui favorisent la carence en Mg.
- **Fercal:** avec le Cornalin, ce porte-greffe devrait être réservé aux zones particulièrement chlorosantes où il reste incontournable. Partout ailleurs, sa faible capacité d'absorption du Mg aggrave les symptômes foliaires de carence magnésienne et le dessèchement de la rafle. Il induit un niveau de vigueur élevé.
- **41BMGt:** ce porte-greffe induit une vigueur plus faible que les porte-greffe classiques (3309C, 5BB). Il absorbe très bien le magnésium et permet de réduire, voire de supprimer, les problèmes de carence en magnésium et de dessèchement de la rafle très fréquemment rencontrés avec le Cornalin. L'absorption du potassium est limitée, ce qui peut entraîner l'obtention de vins plus acides. L'installation de ce porte-greffe est toutefois lente et nécessite des soins attentifs lors des premières années. La productivité en vigne adulte peut par contre être qualifiée de bonne. Il résiste bien au calcaire mais requiert des sols suffisamment profonds et parfaitement drainés. Les taux de réussite en pépinière sont relativement faibles, ce qui n'encourage pas sa multiplication.
- **101-14MGt:** ce porte-greffe a démontré dans notre essai une vigueur élevée, voisine des références classiques. Plus sensible à la chlorose ferrique que le 3309C, son aire d'adaptation potentielle est par conséquent plus restreinte. Il absorbe bien le potassium et mal le magnésium, ce qui aggrave les problèmes de carence en Mg et de dessèchement de la rafle de la même manière que le 5BB et le Fercal. Le 101-14MGt a fourni des moûts riches en potassium et par conséquent les vins les moins acides. Il a aussi présenté une sensibilité assez marquée à la sécheresse. Toutes ces considérations limitent assez fortement son intérêt pour le Cornalin dans le Valais central.
- **161-49C:** comme le 41BMGt, ce porte-greffe a réduit la vigueur du Cornalin et son installation est également un peu plus lente que celle des porte-greffe de référence. Il absorbe moins bien l'azote et le potassium et produit des vins un peu plus acides. Sa capacité d'absorption du magnésium n'égale pas celle de 41BMGt, mais dépasse celle du 5BB, Fercal et 101-14MGt. Il permet de limiter les problèmes de carence en magnésium du feuillage et de dessèchement de la rafle de la même manière que le 3309C. Sa résistance au calcaire est bonne, proche de celle du 5BB, mais il ne s'adapte qu'à des sols profonds et parfaitement drainés. Sa sensibilité, dans les premières années de végétation, à la formation de thylls dans les vaisseaux conducteurs peut entraîner ponctuellement la mortalité des jeunes plants, ce qui empêche de le recommander sans réserve.

Summary

Influence of rootstock on cv. Cornalin behaviour in the central Valais

The agronomical and oenological behaviour of the *Vitis vinifera* cv. Cornalin was studied in relation to the choice of the rootstock at the Research station Agroscope Changins-Wädenswil ACW, in Leytron (VS). The following rootstocks were chosen for this trial: 3309 C, 5BB, Fercal, 41B MGt, 101-14 MGt and 161-49 C. The rootstocks mainly influenced the vigour and the mineral uptake of the graft. 41B MGt and 161-49 C were less vigorous than the other rootstocks. They also had a lower nitrogen and potassium uptake. 41 B presented a high magnesium uptake as well as fewer bunch stem necrosis symptoms whereas 5BB, Fercal and 101-14 MGt had a lower magnesium uptake and more bunch stem necrosis symptoms. The wines issued from the rootstocks 41 B and 161-49 C were slightly more acidic. The rootstock 101-14 MGt appeared to be more sensitive to drought.

Key words: grape vine, Cornalin, rootstock, mineral nutrition, magnesium deficiency, wine quality.

Zusammenfassung

Einfluss der Unterlage auf das Verhalten von Cornalin im Zentralwallis

Das agronomische und oenologische Verhalten der Rebsorte Cornalin wurde im Zusammenhang mit der Wahl der Unterlage auf dem Betrieb der Forschungsanstalt Agroscope Changins-Wädenswil in Leytron (VS) untersucht. Folgende Unterlagen wurden geprüft: 3309 C, 5BB, Fercal, 41B MGt, 101-14 MGt, 161-49 C. Die Unterlage hat insbesondere die Wuchskraft sowie die mineralische Ernährung der Sorte beeinflusst. Die Unterlagen 41B MGt und 161-49 C zeigten eine geringere Wüchsigkeit sowie eine tiefere Stickstoff- und Kaliumaufnahme. 41B MGt zeigte die beste Magnesiumaufnahme und verringerte deutlich die Stiellähmeprobleme. Im Gegensatz dazu haben 5BB, Fercal und 101-14 MGt das Magnesium schlechter aufgenommen und das Stiellähmerisiko erhöht. 41B MGt und 161-49 C haben leicht säurereichere Weine produziert. 101-14 MGt zeigte eine erhöhte Trockenheitsempfindlichkeit.

Riassunto

Incidenza del portinnesto sul comportamento del vitigno Cornalin, nella zona centrale del Vallese

Il comportamento agronomico ed enologico del vitigno Cornalin è stato studiato in relazione alla scelta del portinnesto, nel vigneto sperimentale dell'Agroscope ACW a Leytron (VS). I portinnesti esaminati erano: 3309 C, 5BB, Fercal, 41 MGt, 101-14 MGt e 161-49 C. Il portinnesto ha soprattutto influenzato il vigore e l'alimentazione minerale. Il 41 MGt e il 161-49 hanno conferito meno vigore alla pianta, come pure un'alimentazione azotata e potassica. Il 41B MGt, ha meglio assorbito il magnesio riducendo l'incidenza del disseccamento del raspo contrariamente al 5BB, al Fercal e al 101-14 MGt. Il 41 MGt e il 161-49 C hanno prodotto vini leggermente più acidi. Il 101-14 MGt si è dimostrato il portinnesto più sensibile allo stress idrico.

- Lorenzini F., 1996. Teneur en azote et fermentescibilité des moûts. *Revue suisse Vitic., Arboric., Hortic.* **28** (3), 169–173.
- Maigre D., Brugger J.-J. & Gugerli P., 2003. Sauvegarde, conservation et valorisation de la diversité génétique de la vigne en Valais. *Bulletin de l'OIV* **76**, 229–241.
- OFAG, 2012. L'année viticole 2011. Office fédéral de l'agriculture. Adresse: www.news.admin.ch/NSBSubscriber/message/attachments/26621.pdf
- Pezet R., Perret C., Jean-Denis J. B., Tabacchi R., Gindro K. & Viret O., 2003. Delta-viniferin, a resveratrol dehydromerodimer: one of the major stilbenes synthesized by stressed grapevine leaves. *J. Agric. Food Chem.* **27**, 5488–5492.
- Pongràç D. P., 1983. Rootstocks for grapevines. David Philip publisher, Cape Town, 150 p.
- Ribéreau-Gayon J., Peynaud E., Sudraud P. & Ribéreau-Gayon P., 1972. Sciences et techniques du vin. Tome I. Analyses et contrôles des vins. Dunod, Paris, 488, 497–503.
- Riou C. & Payan J. C., 2001. Outils de gestion de l'eau en vignoble méditerranéen. Application du bilan hydrique au diagnostic du stress hydrique de la vigne. Compte-rendu des 12^{es} journées du GESCO, Montpellier, 3–7 juillet, 125–133.
- Ryser J.-P., Aerny J. & Murisier F., 1989. Fumure potassique de la vigne et acidité du vin. *Revue suisse Vitic., Arboric., Hortic.* **21**, 319–232.
- Schaller K., 1983. Die Rolle von Mineralstoffen, insbesondere Calcium und Magnesium, beim Auftreten der Stiellähme der Rebe. *Mitt. Klosterneuburg* **33**, 116–121.
- Scholander P. F., Hammel H. T., Bradstreet E. D. & Hemmingzen E. A., 1965. Sap pressure in Vascular Plants. *Science* **148**, 339–346.
- Simon J.-L., Ryser J.-P. & Jaquinet A., 1970. La lutte contre la carence magnésienne au vignoble. *Revue suisse Vitic., Arboric., Hortic.* **2** (6), 123–126.
- Spring J.-L., Ryser J.-P., Schwartz J.-J., Basler P., Bertschinger L. & Häseli A., 2003. Données de base pour la fumure en viticulture. *Revue suisse Vitic., Arboric., Hortic.* **35** (4), 1–24.
- Spring J.-L., Pont M. & Parvex C., 2005. Comportement du Pinot noir sur différents porte-greffe dans les sols chlorosants du Valais central. *Revue suisse Vitic., Arboric., Hortic.* **37** (6), 331–336.
- Spring J.-L. & Siegfried W., 2007. Dessèchement de la rafle et folletage des grappes, deux accidents physiologiques de la vigne souvent confondus. *Revue suisse Vitic., Arboric., Hortic.* **39** (1), 71–74.
- Stellwaag-Kittler F. & Haub G., 1965. Neue Erkenntnisse über die Stiellähme der Trauben. *Der Deutsche Weinbau* **20** (33), 1230–1231.
- Vouillamoz J. F., Maigre D. & Meredith C. P., 2003. Microsatellite analysis of ancient alpine grape cultivars: pedigree reconstruction of *Vitis vinifera* L. 'Cornalin du Valais'. *Theoretical and Applied Genetics* **107** (3), 448–454.
- Zufferey V., Verdenal T., Spring J.-L. & Viret O., 2011. Comportement du cépage Cornalin dans les conditions du vignoble valaisan. *Revue suisse Vitic., Arboric., Hortic.* **43** (4), 254–262.



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 demander une offre à:

Jean-François Kilchherr

Grand-Rue 8
1297 Founex

Tél. 022 776 21 86 – Fax 022 776 86 21
Natel 079 353 70 52

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

Tracteur Loeffel Viti Plus avec prétailleuse Binger



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

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



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



**PÉPINIÈRES VITICOLES
CLAUDE & JACQUES LAPALUD**

PLANTATION À LA MACHINE

1163 ÉTOY

Atelier: tél. 021 808 76 91 - fax 021 808 78 40
Privé: tél. 021 807 42 11

- Joints de rechange de portes tous modèles
- Cuves rectangulaires, rondes, tronconiques, à pression
- Cuves de pigeage
- Fouloirs, égrappoirs, pressoirs à membrane ATI
- Installations de pilotage des températures
- Tous accessoires et robinetteries
- Pompes, tuyauteries
- Filtres compacts multicarter, à membranes

**CUVES & MACHINES
DE
CAVES**

bgnellen@gmail.com
Gérard Nellen - 1897 Les Evouettes
Tél. 024 481 32 74 - Fax 024 481 39 24



manutention
sécurité



Nous donnons
du mouvement
à vos idées!

www.mapo.ch

MAPO S.A.
Z.I. des Larges-Pièces C
Chemin Prévenoge
CH-1024 Ecublens
Tél. +41 (0)21 695 02 22
Fax +41 (0)21 695 02 29
ecublens@mapo.ch

FISCHER ET BERTHOUD

Deux marques – un objectif



BERTHOUD®

Vos points d'assistance régionales:

| | | |
|-------------------------------------|------------------------------|--------------------|
| 1040 Echallens: | Schiffmann SA | tél. 021 881 11 30 |
| 1070 Puidoux: | Perroulaz SA | tél. 021 946 34 14 |
| 1113 St-Saphorin-sur-Morges: | Atelier Copra Sàrl., | tél. 021 803 79 00 |
| 1168 Villars-sous-Yens: | Lagrico Sàrl., | tél. 021 800 41 49 |
| 1233 Bernex: | Graf Jaques | tél. 022 757 42 59 |
| 1242 Satigny: | Grunderco SA | tél. 022 989 13 30 |
| 1252 Meinier: | Saillet & Cie | tél. 022 750 24 24 |
| 1401 Yverdon-les-Bains: | Agritechnique | tél. 024 425 85 22 |
| 1438 Method: | Grunderco SA | tél. 024 459 17 71 |
| 1438 Method: | Promodis Suisse SA | tél. 024 459 60 20 |
| 1510 Moudon: | Deillon Bernard SA/Cedima SA | tél. 021 905 12 96 |
| 1530 Payerne: | Agridubey SA | tél. 026 662 47 60 |
| 1906 Charrat: | Chappot SA | tél. 027 746 13 33 |
| 3225 Müntschemier: | Jampen Landmaschinen AG | tél. 032 313 24 15 |
| 3960 Sierre: | Agrol-Sierre | tél. 027 455 12 69 |



BERTHOUD®

FISCHER nouvelle Sàrl
Votre spécialiste de pulvérisation
1868 Collombey-le-Grand
En Boveroy A, tél. 024 473 50 80
www.fischer-sarl.ch

Evolution des propriétés mécaniques des raisins de Cabernet franc et de Chenin au cours de la maturation

Stéphanie DOUMOUYA¹, Marc LAHAYE², Ronan SYMONEAUX¹ et René SIRET¹

¹LUNAM Université, UMT VINITERA, UPSP GRAPPE, Ecole supérieure d'agriculture d'Angers, France

²Unité BIA, INRA Nantes, France

Renseignements: Stéphanie Doumouya, e-mail: s.doumouya@groupe-esa.com, www.groupe-esa.com

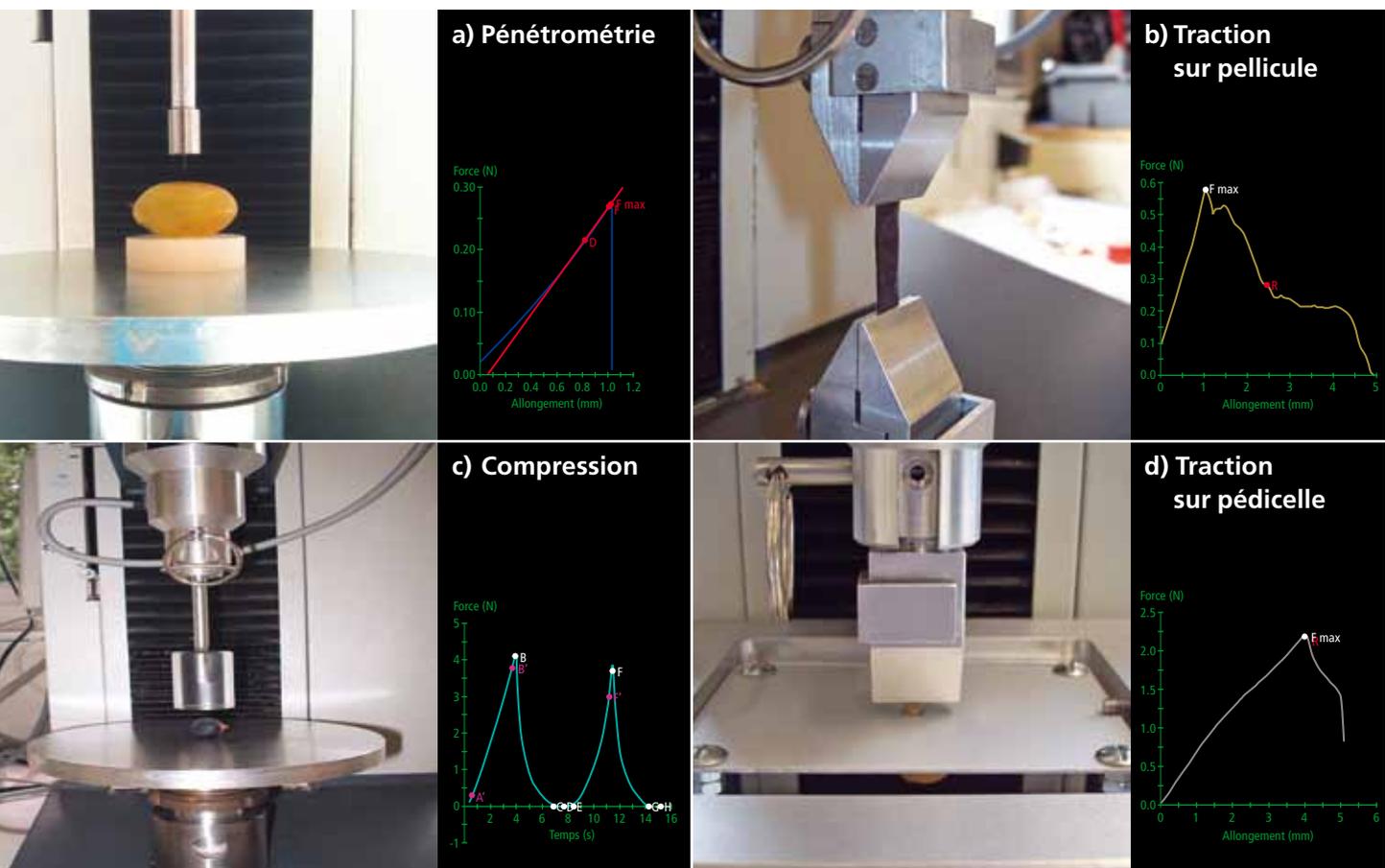


Figure 1 | Les différentes techniques de mesure instrumentales de la texture utilisées et le type de courbes associées.

Introduction

La qualité du vin est une préoccupation majeure de la filière viti-vinicole, abordée dès le vignoble par la détermination de la qualité du raisin. Deux facteurs principaux déterminent les choix de vinification: le niveau de maturité des baies de raisin et le type de terroir. Pour le contrôle de la maturité, deux types d'indicateurs sont classiquement utilisés: les indicateurs liés aux sucres, à l'acidité et au pH qui traduisent la matu-

rité technologique et les indicateurs sur la teneur en composés phénoliques permettant d'estimer la maturité phénolique. Cependant, les professionnels de la filière ont réalisé que ces indicateurs n'appréhendent que partiellement la qualité du raisin. L'hypothèse d'un lien entre la variation de l'extractibilité des composés phénoliques et les propriétés mécaniques de la baie, englobées sous le terme général de «texture», peut être avancée. En effet, divers travaux (Le Moigne *et al.* 2008; Maury *et al.* 2009; Zouid *et al.* 2010) ont démon-

tré l'intérêt d'appréhender la qualité texturale du raisin par l'étude de la variation des propriétés mécaniques des baies de Cabernet franc au cours de leur maturation. Cependant, peu de données ou de travaux sont référencés dans la littérature sur l'analyse de ces propriétés et leur évolution pour des variétés de raisins blancs. Le présent travail se propose, à travers l'étude de l'évolution de la texture des raisins à différents stades de maturation, d'analyser et de comparer les propriétés mécaniques de deux variétés de raisins de cuve du Val de Loire (France), de couleur et d'origine différentes, le Cabernet franc et le Chenin. Pour cela, cinq méthodes instrumentales ont été utilisées: la double compression 20 %, la simple compression 70 %, la pénétration, la traction sur pellicule et la traction sur pédicelle.

Matériel et méthodes

Prélèvements et échantillonnages

Dans le cadre de cette étude, l'évolution des propriétés mécaniques des baies de Chenin et de Cabernet franc issues de six parcelles différentes du Val de Loire en France (tabl.1) a été étudiée pour le millésime 2010, sur trois dates en fin de maturation de fin septembre à mi-octobre. Pour chaque parcelle, les baies ont été récoltées hebdomadairement avec leur pédicelle selon le protocole IFV (Vinsonneau et Anneraud 2008). Cette méthode consiste à collecter des échantillons sur des ceps situés au milieu des rangs. Chaque fraction contient trois à cinq baies alternativement prélevées sur le haut ou le bas de la grappe jusqu'à ce que 450 baies soient collectées. Les raisins ainsi prélevés ont été stockés dans des boîtes individuelles et réfrigérés afin de limiter la trituration des baies lors du transport au laboratoire GRAPPE (ESA, Angers, France). Pour chaque date, un tirage aléatoire est réalisé afin de les répartir en cinq lots homogènes de trente baies. Chacun des lots est destiné aux mesures de propriétés mécaniques par une des cinq techniques. Une modalité correspond à un prélèvement d'une parcelle à un stade de maturité.

Tableau 1 | Codification et localisation des parcelles du dispositif expérimental

| Variété | Numéro de parcelle | Localisation |
|----------------|--------------------|----------------------------|
| Cabernet franc | F2 | Bourgueil |
| | F3 | Saint-Nicolas-de-Bourgueil |
| Chenin | F10 | Chalonnnes-sur-Loire |
| | F11 | Chalonnnes-sur-Loire |
| | F19 | Vauchrézien |
| | F36 | Vauchrézien |

Résumé En étudiant l'évolution de la texture des raisins à différents stades de maturation, ce travail analyse et compare les propriétés mécaniques de deux variétés de raisin de cuve du Val de Loire (France), de couleur et d'origine différentes (Cabernet franc et Chenin). Pour cela, cinq méthodes instrumentales ont été utilisées: la double compression 20 %, la simple compression 70 %, la pénétration, la traction sur pellicule et la traction sur pédicelle. Globalement, les différentes techniques de mesure de la texture indiquent des différences entre les stades de maturité, les parcelles et les variétés. Il existe des différences entre ces techniques et chacune fournit des informations spécifiques. Les techniques de mesure sur baie entière (compression 20 % et compression 70 %) semblent plus efficaces sur des variétés de Chenin. A l'inverse, les mesures instrumentales de texture relatives à la pellicule (pénétration et traction sur pellicule) possèdent au moins un paramètre capable de différencier des dates de maturation chez le Cabernet franc. D'après l'ensemble des résultats, le paramètre F-max s'avère un bon critère de comparaison entre les deux cépages. Cette étude a ainsi permis de démontrer que les propriétés mécaniques des deux variétés blanche et rouge de raisin de cuve étudiées étaient significativement différentes. Les pellicules des baies de Cabernet franc sont en effet plus résistantes que celles du Chenin. Il devrait être intéressant, par la suite, de mieux comprendre l'origine de ces évolutions et de poursuivre en identifiant à l'échelle microscopique et biochimique (cellules et parois du raisin) les paramètres responsables de la variation des propriétés mécaniques pendant la maturation.

Analyses des propriétés mécaniques

Les tests ont été réalisés à l'aide d'un texturomètre universel: TAxT2i Texture Analyzer (Stable Micro Systems-SMS, Surrey, 119 UK).

Mesures mécaniques sur la pellicule de raisin

Pénétration (fig.1a): une aiguille P2/N perce la baie placée en position équatoriale à une profondeur de 3 mm et à une vitesse de 8 mm/s. Une courbe force/allongement est analysée et trois paramètres en découlent: la force (Fmax) en N pour pénétrer la pellicule, l'énergie à la rupture (W) en mJ, la pente associée à la force maximale (Grad) en N/mm, et l'allongement à la rupture (ALmax) en mm.

Traction sur pellicule (fig.1b): des échantillons de pellicules de surface identique subissent une traction jusqu'à leur déchirure. Les paramètres qui en découlent sont la force (Fmax) en N, l'allongement maximal (ALmax) en mm et l'énergie (W) en mJ.

Mesures mécaniques de la baie entière

Afin de s'affranchir de la forme de la baie, les valeurs obtenues sont normalisées en divisant par la hauteur de la baie.

Double compression 20 % (fig.1c): la baie placée en position équatoriale subit deux compressions successives à une vitesse constante de 50 mm/min et un taux de compression à 20 % de sa hauteur. La courbe force/temps qui en découle donne les paramètres suivants: force maximale à la première compression (F1) et à la

deuxième compression (F2) mesurée en N; l'énergie liée au premier cycle et au deuxième cycle de compression, respectivement (W1) et (W2), mesurée en mJ; la pente au départ, à la première et à la deuxième compression, respectivement (Grad0), (Grad1) et (Grad2) mesurée en N/mm et deux paramètres secondaires qui sont la cohésion (rapport entre W1 et W2) et le caractère gommeux (produit de F1 et la cohésion).

Compression simple 70 % (fig.1c): la baie placée en position équatoriale subit une compression destructive à 70 % de sa hauteur à une vitesse constante de 80 mm/min. Les paramètres qui en découlent sont la force (Fmax) en N et l'énergie (W) en mJ.

Traction sur pédicelle (fig.1d): les paramètres qui en découlent sont la force (Fmax) en N, l'allongement maximal (ALmax) en mm et l'énergie (W) en mJ.

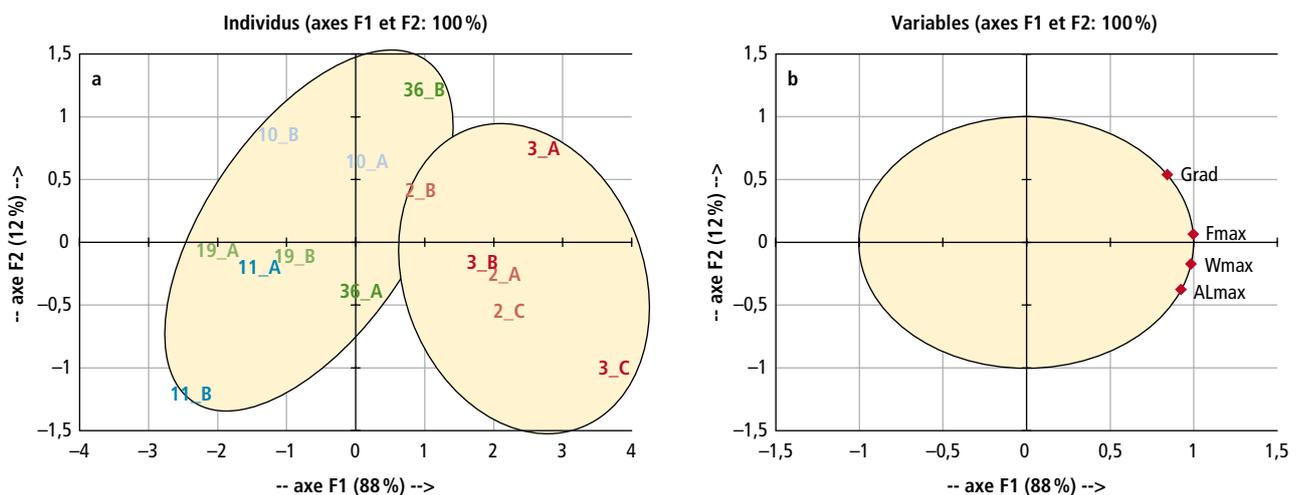


Figure 2 | Analyse en composantes principales des paramètres de pénétration. Les individus sont identifiés selon le codage suivant: «numéro de parcelle_date». a: individus, b: variables.

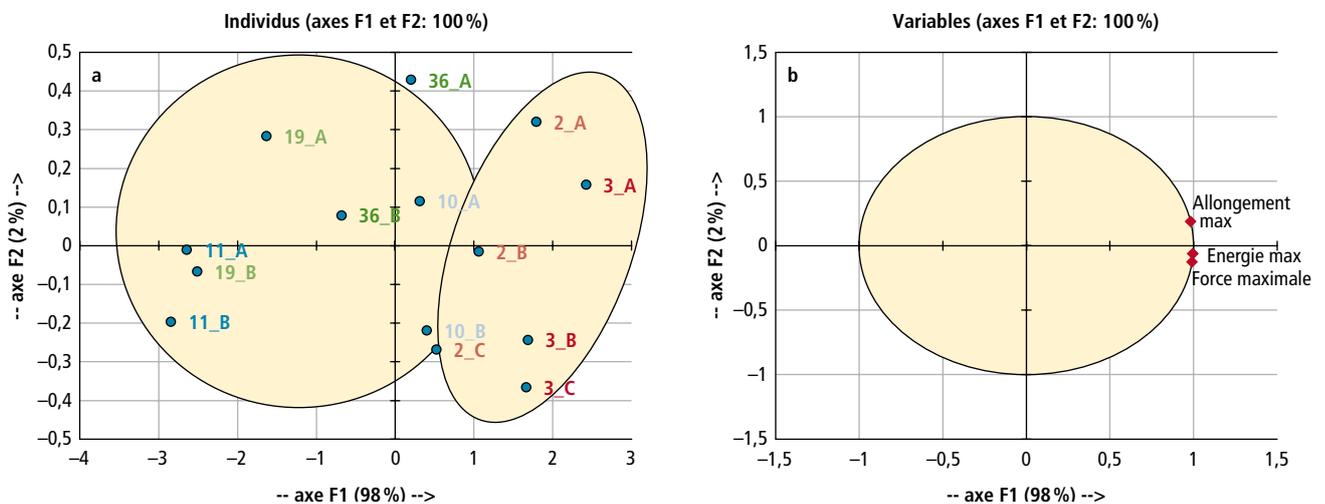


Figure 3 | Analyse en composantes principales des paramètres de traction sur pellicule. Les individus sont identifiés selon le codage suivant: «numéro de parcelle_date». a: individus, b: variables.

Analyses statistiques

Pour mettre en évidence les effets liés à la maturation et à la parcelle en fonction des paramètres de propriétés mécaniques des raisins, des analyses de variance à deux facteurs sont effectuées sur l'ensemble des données selon le modèle suivant: paramètre = date + parcelle + date*parcelle.

Le tableau 2 présente les valeurs des probabilités associées pour les paramètres issus des cinq types de mesures physiques. Une analyse en composante principale a également été réalisée pour chacune des mesures instrumentales de texture.

Résultats et discussion

Comparaison des textures par pénétrométrie

D'après le tableau 2, les résultats de l'ANOVA montrent que la technique de pénétrométrie est capable de discriminer significativement les deux variétés Cabernet franc et Chenin entre elles. Les effets de la date et de la

parcelle sont significatifs au seuil de 5 % pour tous les paramètres de pénétrométrie pour la variété Cabernet franc. En revanche pour la variété Chenin, l'effet de la date n'est pas significatif: quelle que soit la maturité il n'y a pas de différence de texture. La figure 2a montre l'analyse en composantes principales pour la pénétrométrie. La composante principale 1 (PC1) explique 88 % de la variabilité dans les échantillons et la composante principale 2 (PC2), 12 %. Sur la première composante, on observe une répartition des échantillons selon leur variété: Cabernet franc à droite du plan factoriel et Chenin à gauche. L'analyse des poids factoriels (fig. 2b) indique que les variables expliquant la plus grande part de la variance de la composante PC1 sont «F-max», «W» et «ALmax». Les résultats de l'ACP et de l'ANOVA confirment que la technique de pénétrométrie permet de différencier significativement des baies de variétés différentes. Cette technique permet aussi de discriminer des degrés de maturité différents au sein d'une même variété, notamment par le paramètre F-max. >

Tableau 2 | Analyse de variance (ANOVA) pour les paramètres texturaux en fonction de la maturité et de l'origine des cépages Cabernet Franc et Chenin

| | Paramètres | Cabernet franc | | | Chenin | | | Effet variété |
|-------------------------|------------|----------------|---------------|--------------------|-----------|---------------|--------------------|---------------|
| | | Date p | Parcelle p | Date*parcelle p | Date p | Parcelle p | Date*parcelle p | Variété p |
| Pénétrométrie | Fmax | < 0,001 | < 0,001 | ns | ns | < 0,001 | < 0,001 | < 0,001 |
| | ALmax | < 0,001 | < 0,05 | < 0,05 | ns | < 0,01 | < 0,01 | < 0,001 |
| | W | < 0,001 | < 0,001 | ns | ns | < 0,001 | < 0,01 | < 0,001 |
| | Grad | < 0,05 | < 0,05 | ns | ns | < 0,001 | < 0,001 | < 0,001 |
| Traction pellicule | Fmax | ns | < 0,05 | ns | ns | < 0,001 | ns | < 0,001 |
| | ALmax | < 0,001 | ns | ns | ns | < 0,001 | ns | < 0,001 |
| | W | ns | < 0,01 | ns | ns | < 0,001 | ns | < 0,001 |
| Double compression 20 % | F1 | < 0,001 | ns | ns | < 0,001 | < 0,001 | < 0,05 | < 0,01 |
| | F2 | < 0,001 | ns | ns | < 0,001 | < 0,001 | < 0,05 | < 0,01 |
| | Grad0 | < 0,01 | ns | ns | < 0,001 | < 0,05 | < 0,001 | ns |
| | Grad1 | ns | ns | ns | < 0,001 | < 0,01 | < 0,05 | < 0,05 |
| | Grad2 | ns | < 0,05 | ns | < 0,001 | < 0,001 | < 0,05 | < 0,001 |
| | W1 | < 0,05 | ns | ns | ns | < 0,001 | < 0,001 | ns |
| | W2 | < 0,001 | < 0,05 | ns | ns | < 0,001 | < 0,01 | < 0,05 |
| | Cohésion | < 0,05 | < 0,05 | ns | < 0,001 | < 0,001 | < 0,001 | < 0,001 |
| Gommeux | < 0,001 | < 0,01 | ns | < 0,001 | < 0,001 | ns | < 0,001 | |
| Compression 70 % | Fmax | ns | ns | < 0,01 | < 0,001 | < 0,01 | < 0,001 | < 0,01 |
| | W | ns | < 0,001 | ns | < 0,001 | < 0,001 | < 0,001 | < 0,05 |
| Traction pédicelle | Fmax | ns | ns | < 0,05 | ns | < 0,001 | ns | ns |
| | ALmax | < 0,05 | ns | ns | ns | ns | ns | ns |
| | W | < 0,05 | ns | ns | ns | < 0,001 | ns | ns |

■ Significativité avec probabilité $p < 0,001$ ■ Significativité avec probabilité $p < 0,01$ ■ Significativité avec probabilité $p < 0,05$
 ns = non significatif

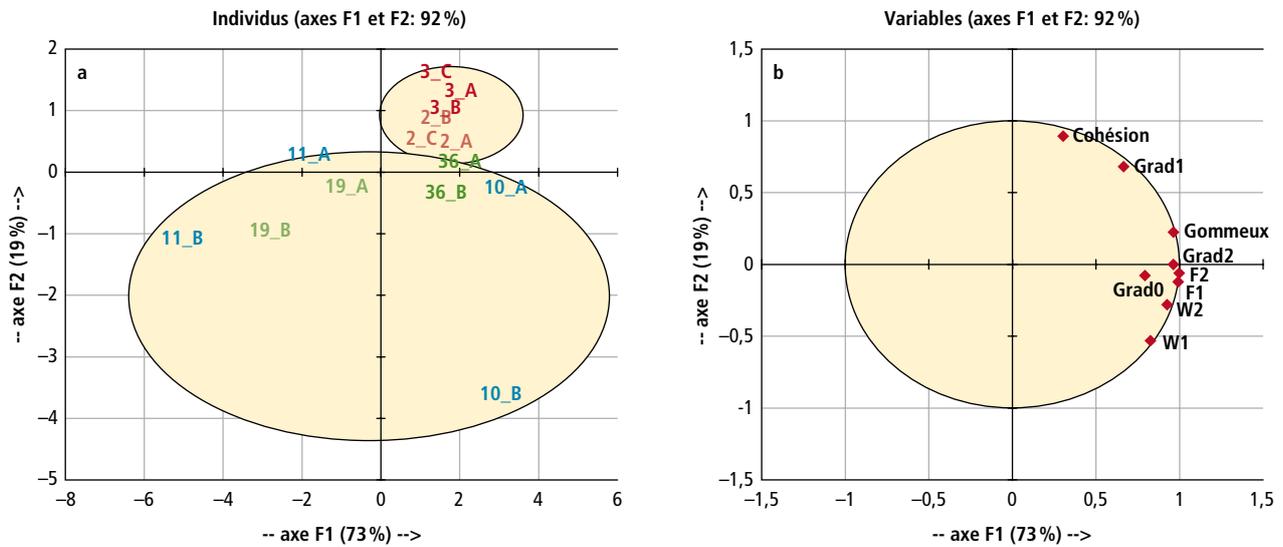


Figure 4 | Analyse en composantes principales des paramètres de double compression 20%. Les individus sont identifiés selon le codage suivant: «numéro de parcelle_date». a: individus, b: variables.

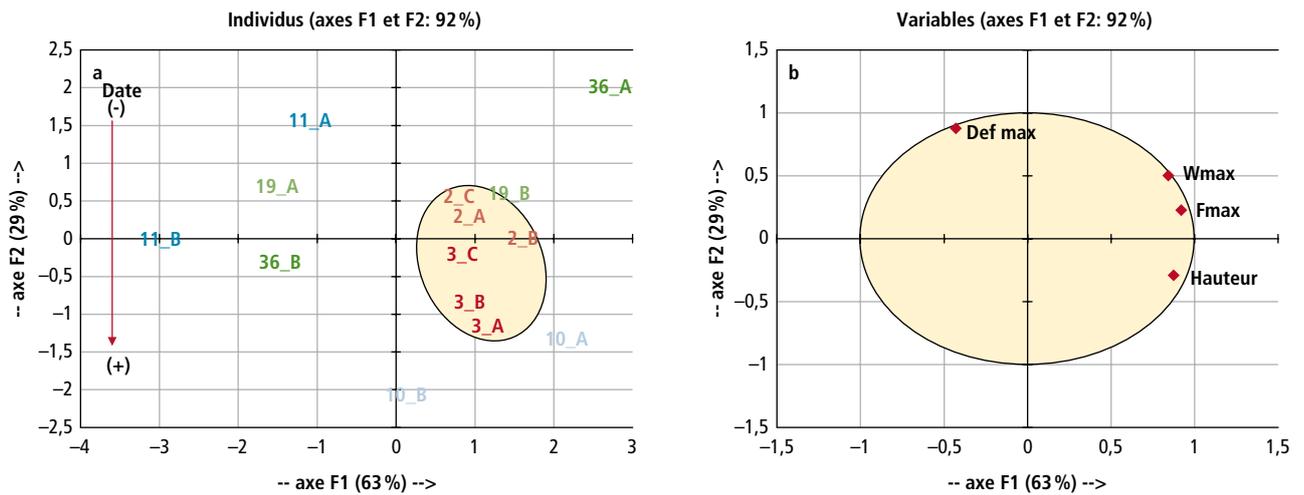


Figure 5 | Analyse en composantes principales des paramètres de compression 70%. Les individus sont identifiés selon le codage suivant: «numéro de parcelle_date». a: individus, b: variables.

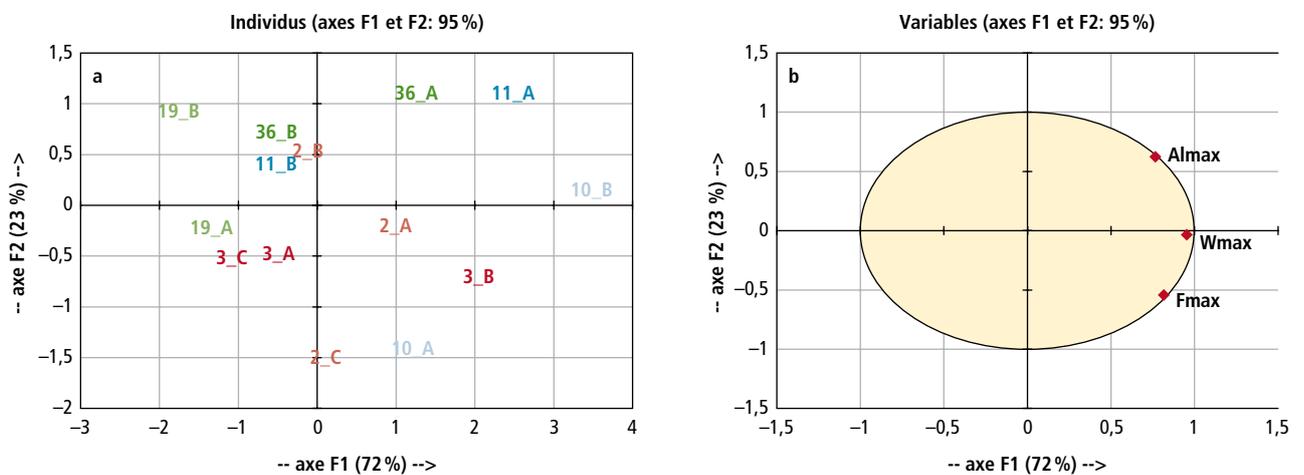


Figure 6 | Analyse en composantes principales des paramètres de traction sur pédicelle. Les individus sont identifiés selon le codage suivant: «numéro de parcelle_date». a: individus, b: variables.

Des études ont montré que la force à la rupture de la pellicule est le paramètre mécanique le plus fiable pour estimer l'extractibilité des anthocyanes (Rolle *et al.* 2008; 2009; Zouid *et al.* 2010).

Comparaison des textures par traction sur pellicule

Le tableau 2 montre que tous les paramètres de traction sur pellicule permettent de discriminer significativement les variétés de Chenin et Cabernet franc. La date n'a pas d'effet significatif pour la variété Chenin alors que, pour le Cabernet franc, l'Allongement max montre des différences significatives en fonction de la date au seuil de 5 %. L'analyse en composantes principales (fig. 3) montre une répartition des échantillons en fonction de la parcelle et de la variété sur l'axe 1 de la composante expliquant 98 % de la variance observée.

Comparaison des textures par double compression 20 %

La double compression 20 % est celle qui fournit le plus de paramètres parmi les cinq techniques testées. L'analyse de variance de ces paramètres (tabl. 2) montre que cette technique est globalement plus efficace avec le cépage Chenin que pour le Cabernet franc. Pour le Chenin, la quasi-totalité des paramètres permet de différencier significativement la date et la parcelle d'origine. L'interaction date x parcelle est aussi significative au seuil de 5 % pour tous les paramètres, laissant supposer que chaque parcelle possède sa propre cinétique de maturation, s'exprimant par les propriétés mécaniques liées au ramollissement des baies, et que l'effet de la date et celui de la parcelle ne peuvent pas être considérés indépendamment. Les résultats de l'ACP (fig. 4a et b) confirment ceux de l'ANOVA, avec une répartition en fonction de la parcelle sur l'axe de la composante 1. L'axe 2 quand à lui sépare les échantillons en fonction de la variété et de la date pour le Chenin. Le Moigne *et al.* (2008), Zouid *et al.* (2010) ont également montré que la technique de double compression est efficace pour discriminer des millésimes, des parcelles et des dates de maturation. Abbal *et al.* (1992) ont caractérisé la date de véraison par des méthodes de compression 30 % et aussi différencié cinq cépages rouges en utilisant la compression 20 %. La baisse de la valeur F-max reflète le ramollissement de la baie de raisin au cours de la maturation, conséquence de changements physiologiques et structuraux importants. La littérature rapporte que la baisse de fermeté des fruits coïncide avec la dissolution de la lamelle moyenne, entraînant une réduction de la cohésion des cellules, la dépolymérisation et la solubilisation des hémicelluloses et des polysaccharides pectiques des parois cellulaires, et parfois un épaissement de la paroi (Brummel et Harpster 2001). De plus Thomas *et al.*

(2008) et Wada *et al.* (2009) ont observé des corrélations entre la pression de turgescence et la fermeté des fruits, suggérant que le ramollissement de la baie de raisin serait dû à la perte de la pression de turgescence à la maturation, laquelle pourrait être attribuée à l'apparition de solutés dans l'apoplaste des baies.

Comparaison des textures par compression destructive 70 %

L'ANOVA (tabl. 2) révèle que la technique de compression 70 % est très efficace pour différencier significativement la date et la parcelle chez le Chenin, pour lequel l'interaction date x parcelle également est significative au seuil de 5 % pour tous les paramètres de compression 70 % étudiés. L'ACP (fig. 5a) confirme que la méthode permet de distinguer des parcelles différentes. On observe un effet maturité sur l'axe de la composante 2. L'analyse des poids factoriels (fig. 5b) indique que la variable expliquant la plus grande part de la variance de la composante PC1 est «F-max».

Comparaison des textures par traction sur pédicelle

La technique de traction sur pédicelle vise à recréer en laboratoire une technique empirique utilisée par les viticulteurs pour évaluer la maturité à la parcelle, reposant notamment sur la facilité à décrocher le pédicelle de la baie de raisin. Le Moigne *et al.* (2008) ont montré en outre que ce critère était pertinent dans l'évaluation de la qualité des baies par analyse sensorielle. Les résultats de l'ANOVA (tabl. 2) montrent que la technique de traction sur pédicelle ne permet pas de différencier les deux variétés de raisin blanc et rouge. L'effet de la date est significatif pour les paramètres «ALmax» et «Energie max» chez le Cabernet. En revanche, les paramètres «F-max» et «Energie max» permettent de différencier significativement des parcelles d'origine différente pour le Chenin. Les résultats de l'ACP (fig. 6) montrent que le facteur influençant le plus la variabilité observée entre les échantillons est «Energie max».

La comparaison des techniques instrumentales de mesure de la texture montre que l'on peut discriminer des stades de maturité, des parcelles et des variétés entre elles. Les techniques de mesure sur baie entière telles que les compressions 20 % et 70 % semblent plus efficaces sur des variétés de Chenin. A l'inverse, les mesures de texture liées à la pellicule telles que la pénétration et la traction sur pellicule possèdent au moins un paramètre capable de différencier des dates de maturation chez la variété Cabernet franc. D'après l'ensemble des résultats, le paramètre «F-max» s'avère un bon critère de comparaison entre les deux cépages. ➤

Tableau 3 | Comparaison du paramètre Fmax entre les variétés de Cabernet Franc et Chenin

| | | Pénétrométrie | Traction pellicule | Double compression 20 % | Compression 70 % | Traction pédicelle |
|----------------|-----------------|----------------|--------------------|-------------------------|------------------|--------------------|
| Valeur moyenne | Cabernet Franc | 0,0338 ± 0,005 | 1,95 ± 0,05 | 2,59 ± 0,05 | 7,84 ± 0,18 | 1,49 ± 0,04 |
| Fmax (N) | Chenin | 0,228 ± 0,005 | 1,18 ± 0,04 | 2,38 ± 0,04 | 5,96 ± 0,15 | 1,46 ± 0,04 |
| | Significativité | *** | *** | * | *** | ns |

Significativité $p < 0,05$ (*); $p < 0,001$ (***); ns: non significatif.

Le tableau 3 donne les valeurs moyennes «F-max» obtenues en réunissant l'ensemble des parcelles et les dates de prélèvement d'une même variété. La comparaison des résultats montre des différences significatives en termes de propriétés mécaniques entre les deux variétés testées. Pour la traction sur pellicule, les valeurs de «F-max» atteignent 1,95 et 1,18 N respectivement pour le Cabernet franc et le Chenin avec une significativité de $p < 0,001$. Pour la pénétrométrie, ces valeurs de «F-max» de 0,338 et 0,228 N distinguent significativement ($p < 0,001$) le Cabernet franc du Chenin. Les valeurs «F-max» extraites des mesures de pénétrométrie et de traction de la pellicule indiquent que les pellicules des raisins de Cabernet franc sont plus résistantes que celles du Chenin.

Conclusions

- D'après la littérature et les résultats obtenus lors de cette étude, les méthodes d'analyse des propriétés mécaniques sont pertinentes pour étudier l'origine, la variété et le degré de maturité.

- Parmi les mesures physiques utilisées, les techniques de double compression 20 % et de pénétrométrie semblent les plus efficaces pour différencier la date de prélèvement et la parcelle d'origine.
- Les méthodes de traction sur pédicelle et de compression 20 % nécessiteraient d'être mieux optimisées.
- L'étude a pu démontrer que les propriétés mécaniques des variétés blanche et rouge étaient significativement différentes. Les pellicules de Cabernet franc sont plus résistantes que les pellicules de Chenin.
- Les différences de résultats entre les variétés testées rouge et blanche peuvent refléter la sensibilité plus importante des raisins de cépages blancs aux attaques fongiques.
- Il serait intéressant par la suite de mieux comprendre l'origine de ces évolutions et d'identifier à l'échelle microscopique (cellules et parois du raisin) les phénomènes responsables de la variation des propriétés mécaniques du raisin durant sa maturation. ■

Bibliographie

- Abbal P., Boulet J. C. & Moutounet M., 1992. Utilisation de paramètres pour caractériser la véraison des baies de raisin. *Journal international des Sciences de la Vigne et du Vin* **26**, 231–237.
- Brummel D. & Harpster M., 2001. Cell wall metabolism in fruit softening and quality and its manipulation in transgenic plants. *Plant molecular Biology* **47**, 311–340.
- Le Moigne M., Symoneaux R. & Jourjon F., 2008. Sensory and instrumental characterisation of Cabernet franc grapes according to ripening stages and growing location. *Food Quality and Preference* **19**, 220–331.
- Le Moigne M., 2008. Recherche de mesures innovantes pour suivre la qualité du raisin de Cabernet franc pendant sa maturation. Thèse de doctorat, Université d'Angers, France. 254 p.
- Maury C., Madieta E., Le Moigne M., Mehinagic E., Siret R. & Jourjon F., 2009. Development of a mechanical texture test to evaluate the ripening process of Cabernet franc. *Journal of Texture Studies* **40**, 511–535.
- Rolle L., Torchio F., Zeppa G. & Gerbi V., 2008. Anthocyanin extractability assessment of grape skins by texture analysis. *Journal international des Sciences de la Vigne et du Vin* **42**, 157–162.
- Rolle L., Torchio F., Zeppa G. & Gerbi V., 2009. Relationship between skin break force and anthocyanin extractability at different ripening stages. *American Journal of Enology and Viticulture* **60**, 93–97.
- Rolle L., Siret R., Rio Segade S., Maury C., Gerbi V. & Jourjon F., 2012. Instrumental Texture Analysis Parameters as Markers of Table-Grape and Winegrape Quality: A Review. *American Journal of Enology and Viticulture* **60**, 11–28.
- Thomas T., Shackel K. & Matthews M., 2008. Mesocarp cell turgor in *Vitis vinifera* L. berries throughout development and its relation to firmness, growth, and the onset of ripening. *Planta* **228**, 1067–1076.
- Vinsonneau E. & Anneraud C., 2008. Estimation de la maturité: des outils simples de mise en œuvre. *Matevi* **36**, 1–11.
- Wada H. et al., 2009. Fruit ripening in *Vitis vinifera*: apoplastic solute accumulation accounts for pre-veraison turgor loss in berries. *Planta* **227**, 1351–1361.
- Zouid I., Siret R., Mehinagic E., Maury C., Chevalier M. & Jourjon F., 2010. Evolution of grape berries during ripening: investigations into the links between their mechanical properties and extractability of their skin anthocyanins. *Journal international des Sciences de la Vigne et du vin* **44**, 87–99.

Summary ■ Study and comparison of changes in mechanical properties of grapes from the Cabernet franc and Chenin (*Vitis vinifera* L.) during maturation

A comparative analysis of the mechanical properties was conducted on two wine grapes varieties from the Loire Valley (France) differing in color and origin (Chenin and Cabernet franc). The evolution of the texture of the grapes was observed at different stages of maturation with five instrumental methods: double compression 20 %, simple compression 70 %, penetrometry, skin traction and pedicel traction. Overall, the comparison showed that different stages of maturity could be distinguished as well as the varieties and vineyards. Techniques applied to whole-berry features such as compression 20 % and compression 70 % were more effective on the Chenin varieties. On the other hand, skin texture measurement techniques such as penetrometry and skin traction offered at least one parameter that could differentiate dates of maturation in cv. Cabernet franc. Considering all the data, the F-max parameter appeared to be a useful criterion for comparing the two varieties. This study demonstrated that mechanical properties of red and white grapes are significantly different: berry skins of Cabernet franc were more resistant than those of Chenin. To better understand these mechanical differences, an investigation at microscopic and biochemical scale will be undertaken in the near future.

Key words: Grape, mechanical properties, Cabernet franc, Chenin.

Zusammenfassung ■ Vergleich von Veränderungen der mechanischen Eigenschaften der Trauben der Cabernet franc und Chenin (*Vitis vinifera* L.) während der Reifung

Diese Studie präsentiert eine vergleichende Analyse der mechanischen Eigenschaften von zwei aus dem Tal von Loire (Frankreich) stammenden Weintraubensorten verschiedener Herkunft und Farbe (Chenin und Cabernet franc). Diese Analyse wurde unter Berücksichtigung der Textur der Beeren in verschiedenen Reifungsstadien mit fünf instrumentellen Untersuchungsmethoden durchgeführt: 20 % zweifache Kompression, 70 % einfache Kompression, Penetrometrie, Zugfestigkeit des Stiels und der Schale. Im Allgemeinen zeigen die verschiedenen Techniken, dass unterschiedliche Reifungsstadien für verschiedene Weinbergen und Sorten erkannt werden können. Messtechniken, die die gesamte Beere betrachten, wie 20 % und 70 % Kompression, sind anscheinend genauer für die Rebsorte Chenin. Andererseits können für die Sorte Cabernet franc die Techniken zur Messung der Konsistenz der Schale (Penetrometrie oder Zugfestigkeit) die Reifenzeiten unterscheiden. Aus den Ergebnissen geht hervor, dass der Parameter F-max gut angemessen für einen Vergleich beider Rebsorten. Diese Studie hat gezeigt, dass die mechanischen Eigenschaften der roten und weissen Trauben sehr unterschiedlich sind: die Schalen der Cabernet-Trauben sind widerstandsfähiger als Chenin. Um die Ursachen dieser Unterschiede zu verstehen, wird in der nahen Zukunft eine neue Untersuchung auf mikroskopischer und biochemischer Stufe weiter durchgeführt.

Riassunto ■ Evoluzione delle variazioni di proprietà meccaniche di uva dal Cabernet franc e Chenin (*Vitis vinifera* L.) durante la maturazione

In questo studio si presenta un'analisi comparativa delle proprietà meccaniche di due cultivar della Valle della Loira (Francia), differenti per colore e origine (Chenin e Cabernet). Questa analisi è stata fatta considerando l'evoluzione della consistenza degli acini a differenti stadi di maturazione. Sono stati utilizzati cinque metodi di indagine strumentale: compressione doppia al 20 %, compressione semplice al 70 %, penetrometria, trazione della buccia e trazione del pedicello. In generale il paragone mostra che si possono distinguere diversi stadi di maturazione così come le diverse cultivar e i differenti vigneti. Tecniche di misurazione che considerano caratteristiche globali dell'acino come la compressione al 20 % o al 70 % funzionano meglio sulla varietà Chenin. D'altro canto le tecniche di misurazione della consistenza della buccia (penetrometria o trazione della buccia) permettono di distinguere diversi stadi di maturazione nel caso del Cabernet franc. Considerando tutti i dati, il parametro F-max risulta di essere molto utile per paragonare le due cultivar. Questo studio dimostra che le proprietà meccaniche delle uve rosse e bianche sono molto diverse: le bucce delle uve Cabernet sono più resistenti di quelle del Chenin. Per capire le ragioni di tali differenze, continueremo le nostre indagini su una scala microscopica e biochimica nel prossimo futuro.



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



HAUSWIRTH

Maîtrise fédérale

BURSINS S.A.

Machines viticoles 021 824 11 29

Concessionnaire agréé **BUCHER**
vaslin



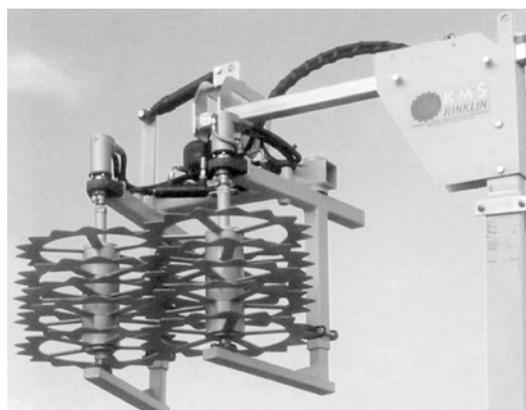
Cuverie inox
Tonnellerie Nadalié
Séateurs Felco

Alphatec



Optimiser la protection de vos cultures avec nous
1350 Orbe Tél: 024 442 85 40 alphatec@alphatec-sa.ch

DUVOISIN Puidoux



PRÉTAILLEUSES dès 60 kg, adaptations sur tous types de tracteurs ou chenillettes.

SÉCATEURS électriques ou pneumatiques.

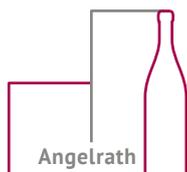
BROYEURS SEPPI-M pour sarments et herbe.

TRACTEURS HOLDER articulés à 4 roues motrices.

Importateur - Vente - Réparation - Pièces détachées

DUVOISIN & Fils SA – 1070 Puidoux-Gare
Machines viticoles et agricoles

Tél. 021 946 22 21 – Fax 021 946 30 59



Angelrath

FFortis

MATÉRIEL DE CAVE ET D'EMBALLAGE

FFortis & Angelrath Sàrl
2525 Le Landeron
T +41 32 751 37 95, contact@ffortis.ch



JACQUES ISELY

MATÉRIEL VITICOLE ET ARBORICOLE

Le spécialiste de l'armature



- Piquets métalliques
- Piquets bois imprégnés
toutes dimensions
- Fil nylon, BAYCO
(ne se tend qu'une seule fois)
- Amarres
- Engrais

Chemin de Jorattez 3 Tél. 021 653 67 66
1052 Le Mont-sur-Lausanne Fax 021 652 20 24
jacques.isely@bluewin.ch Natel 079 206 54 14
www.jacquesiselymaterielviticolearboricole.ch

PÉPINIÈRES VITICOLES

JEAN-CLAUDE

FAY

PÉPINIÈRES
VITICOLES

La Tronche
73250 FRETERIVE • FRANCE

TÉL. 00 33 479 28 54 18

PORT. 00 33 680 22 38 95

FAX 00 33 479 65 68 12

E-MAIL: jeanclaud.fay@wanadoo.fr

www.plants-de-vigne-fay.com

- Nombreuses références auprès des viticulteurs suisses depuis plus de 30 ans
- Possibilité de plantation à la machine
- Livraison assurée par nos soins à votre exploitation
- Plants traités à l'eau chaude
Suivant recommandations de vos services phytosanitaires ou correspondant à la norme ZPD4

VINALYTIK

Votre partenaire pour l'analyse des vins

«Au plus près de votre vin»

VINALYTIK

Franzosenstrasse 14 • CH-6423 Seewen-Schwyz
Tél. +41 41 819 34 68 • Fax +41 41 819 34 74
info@vinalytk.ch • www.vinalytk.ch

BCS

CULTIVEZ VOS PASSIONS...
... TRACTEURS BCS POUR TOUT USAGE!

SNOPEX
www.snopex.com

Distributeur pour la Suisse:
Via Motta 3 - 6828 Balerna ☎ sales@snopex.com
☎ 091 646 17 33 ☎ 091 646 42 07

JEAN-PAUL GAUD SA
BOUCHONS - CAPSULES - CAPSULES A VIS



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

Martin Auer Pépinières Viticoles 8215 Hallau

Tél. 052 681 26 27 • Fax 052 681 45 63
auer@rebschulen.ch • www.rebschulen.ch



Assortiment complet: Cépages de cuve et de table.
Porte-greffes de 34, 42, 50 et de 85 cm.
C'est le bon moment pour votre choix!

Pratiques d'irrigation des arboriculteurs de Nyon et environs

Jeanne GIESSER¹, Stéphane BURGOS², Philippe MONNEY³ et Dominique FLEURY²

¹Haute école du paysage, d'ingénierie et d'architecture (hepia)

²Ecole d'ingénieurs de Changins (EIC)

³Agroscope Changins-Wädenswil (ACW)

Renseignements: Jeanne Giesser, e-mail: jeanne.giesser@etu.hesge.ch

Le réchauffement climatique provoque un déficit en eau croissant et une augmentation de la demande en irrigation pour les plantes cultivées (Fuhrer et Jasper 2009). Il devient donc urgent d'entamer une réflexion sur les moyens d'optimiser l'irrigation pour économiser les ressources en eau, sans diminuer la qualité de la production. Des recherches (Anconelli *et al.* 2008; Naor 2006; Zegbe 2009) démontrent que ces objectifs sont réalisables. Les pratiques d'irrigation des arboriculteurs à l'échelle d'une région (Nyon et environs, VD) ont été analysées dans cette perspective. Différentes pratiques et options techniques ont été recensées et les raisons de ces choix sont examinées. Dans un deuxième temps, un essai au verger a étudié les effets de certaines de ces pratiques sur les quantités d'eau utilisées, l'évolution de l'état hydrique des sols, le grossissement et la qualité des fruits et le rendement.



Figure 1 | A gauche: goutteur. A droite: sondes Watermark®.

Enquête auprès des arboriculteurs

Cette enquête a été effectuée à l'aide d'un questionnaire auprès des vingt-six arboriculteurs compris dans le périmètre du Syndicat d'arrosage de Nyon et environs (SANE), représentant au total 138 parcelles. Les questions portaient sur leurs pratiques et leur opinion quant aux systèmes d'irrigation utilisés, aux équipements destinés au pilotage et aux systèmes de gestion de l'irrigation.

Pratiques

Depuis 2003, les quantités d'eau apportées par les arboriculteurs ont varié d'un facteur 1 à 27 selon l'année (fig. 2). Ces différences marquées soulignent la diversité des pratiques d'irrigation utilisées dans la région étudiée.

Les deux principaux systèmes d'irrigation sont le goutte-à-goutte (64 % des parcelles) et l'aspersion (33 %). Pour le premier, l'intervalle des apports est de 0,5 à 7 jours avec des doses de 0,7 à 25 mm. Pour le second, les intervalles sont en moyenne de 2,3 à 30 jours, à raison de 5 à 35 mm pour les systèmes sur et sous frondaison et de 25 à 68 mm pour le canon.

Les systèmes de pilotage pour les installations fixes sont automatisés (programmeur) sur 21 % des parcelles et le reste en pilotage manuel (43 % vanne volumétrique; 36 % enclenchement et arrêt manuels). Parmi les producteurs possédant un programmeur, certains modifient les consignes d'irrigation seulement lorsque les conditions climatiques changent de manière évi-

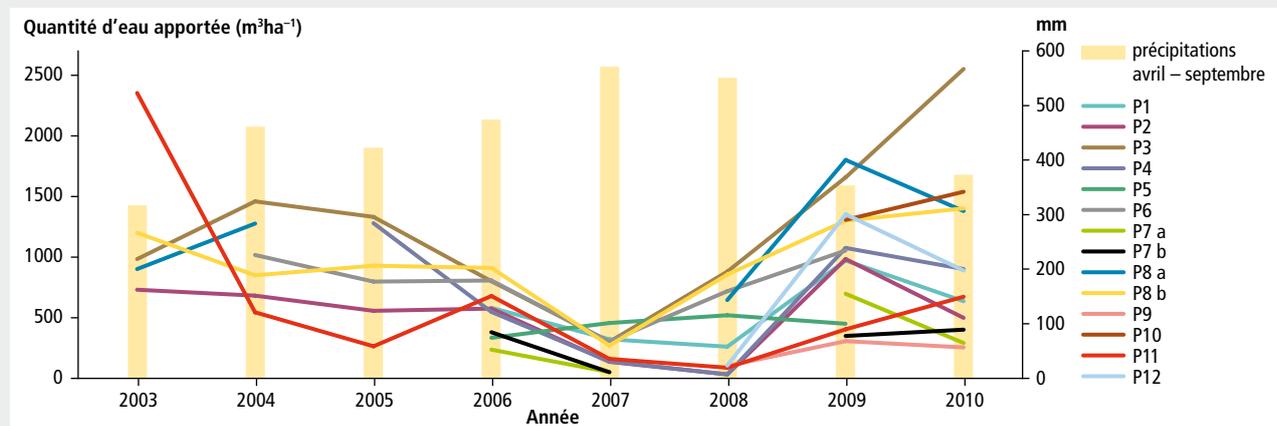


Figure 2 | Quantités d'eau consommées (m³/ha) de 2003 à 2010 par douze arboriculteurs. Les lettres (a et b) désignent des parcelles différentes du même producteur. Les précipitations sont représentées par leurs sommes (avril à septembre, mm).

dente et d'autres évaluent la situation de manière hebdomadaire et modifient les consignes si nécessaire.

La plupart des arboriculteurs estiment les besoins par des moyens empiriques (connaissance de la parcelle, observations du sol et des arbres: feuillage et grossissement des fruits). Seuls 20 % des vingt-cinq arboriculteurs ayant répondu à cette question utilisent des outils d'aide à la décision comme les sondes de mesure du potentiel matriciel du sol, avec des fortes variations de modalité d'utilisation et d'interprétation des données (tabl.1).

Opinions

Système de décision optimisée

Ce système comprend l'enregistrement automatique des données (d'humidité du sol par exemple), leur mise en forme graphique, un modèle d'interprétation pour établir les consignes d'irrigation et, éventuellement, un appui externe (conseil technique).

Les deux producteurs interrogés disposant d'un tel système (de type sonde Watermark®) se disent insatisfaits, l'un parce qu'il est difficile de gérer de manière optimale l'irrigation, même avec ce système, et l'autre parce qu'il faut l'étalonner et l'optimiser pour son propre verger.

Parmi les vingt-quatre arboriculteurs qui n'ont pas de système de décision optimisée, 67 % sont intéressés par son acquisition, 25 % ne sont pas intéressés et 8 %

n'ont pas répondu. D'une manière générale, les arboriculteurs s'y intéressent pour gagner en précision afin d'économiser de l'eau et d'améliorer la qualité de la production, de les aider dans leur décision et de gagner du temps.

Les producteurs, intéressés ou non par ce système, sont aussi retenus par le coût assez élevé du matériel. Ils s'interrogent sur sa fiabilité et la représentativité des mesures selon l'emplacement des sondes. Ils craignent le phénomène de décrochement en cours de saison (mesures aberrantes par perte de contact du capteur avec le sol ou valeur dépassant la plage de mesure de l'appareil) et aussi de ne plus avoir l'occasion de voir leurs parcelles (avec un système trop automatisé).

Système de pilotage automatisé

L'enquête fait également ressortir les raisons déterminantes pour installer un système de pilotage automatisé (fig.3). Le coût de l'eau n'arrive qu'en deuxième position car la plupart des producteurs adhérents du SANE jugent modéré le prix de l'eau facturé par leur syndicat, par rapport à leurs collègues alimentés par d'autres sociétés. La plupart des producteurs ont jugé par ailleurs l'argument «raréfaction des ressources en eau» peu préoccupant, en le plaçant en quatrième position en raison de l'abondance de la source d'approvisionnement du SANE (lac Léman) et des bonnes perfor-

Tableau 1 | Outils et moyens de mesure du potentiel matriciel du sol utilisés par les arboriculteurs

| Producteurs | Outils | Profondeurs de mesure | Zone de placement | Seuils de décision |
|-------------|--|---|--|--|
| 1 | 6 sondes Watermark avec boîtier Monitor enregistreur | En surface à 25 cm et sondes en profondeur à 50 cm | Zone sèche | Sur la base du modèle du logiciel Watergraph |
| 2 | Tensiomètres | 30 cm | Zone sèche | 20–30 cbar |
| 3 | Tensiomètres | En surface à 30 cm et en profondeur à 50 cm | Une partie en zone sèche et une partie en zone moyenne | En juin et 2–3 semaines avant la récolte le seuil de décision est de 40 cbar et entre deux de 50–60 cbar |
| 4 | 6 sondes Watermark avec boîtier Monitor enregistreur | En surface à 40 cm sous la butte et en profondeur à 60 cm | En zone moyenne (dans une parcelle avec arrosage par gaine enterrée) | Sur la base du modèle du logiciel Watergraph |
| 5 | Tensiomètres | 18–20 cm | Un en zone sèche et un en zone moyenne | |

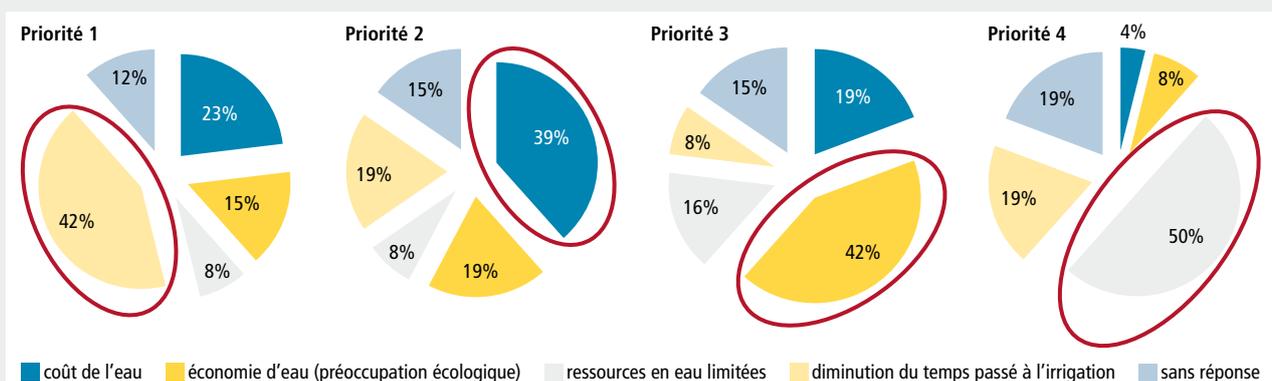


Figure 3 | Éléments qui pousseraient à la mise en place d'un système de pilotage automatisé.

mances du réseau de distribution. Cela démontre que, en l'absence de coût élevé de l'eau ou de ressources limitées, ces critères ne sont pas déterminants dans le choix des pratiques.

Suivi des vergers

Cinq arboriculteurs de l'enquête ayant une gestion de l'irrigation différente ont été suivis durant la saison 2011 sur une parcelle de 'Golden Delicious' greffée sur M9, irriguée au goutte-à-goutte et conduite en fuseau à la densité de 1500 à 2000 arbres/ha. Les variantes comparées sont l'usage ou non d'un programmeur et, pour ceux qui utilisent un programmeur, l'emploi ou non de sondes Watermark® pour l'aide à la décision (tabl. 2).

Le constat le plus intéressant est l'écart important dans les quantités d'eau utilisées d'un producteur à l'autre, lié au régime d'irrigation appliqué, en fonction

des caractéristiques techniques et méthodologiques de chacun. Les producteurs équipés d'un programmeur, et pour certains de sondes Watermark®, arrosent à des régimes plus élevés et consomment plus d'eau que les autres (tabl. 2 et 3). Les quantités d'eau apportées varient du simple au quintuple, en particulier pendant le grossissement cellulaire.

L'évolution de l'état hydrique du sol selon deux régimes d'irrigation différents est également intéressante à relever. Le premier système d'irrigation, dit à fréquence constante, maintient un potentiel matriciel plus ou moins constant (fig. 4). Le deuxième, dit à déficit constant, déclenche l'irrigation à un seuil considéré comme critique pour la culture. La figure 5 illustre les fluctuations d'humidité importantes que provoque ce mode de gestion.

Pour la période de grossissement cellulaire, les potentiels matriciels des parcelles ayant reçu le moins

Tableau 2 | Régime d'irrigation (fréquence, dose), moyens de gestion et de pilotage utilisés par les arboriculteurs

| Producteurs | Système de pilotage | Système de gestion | Fréquence durant la division cellulaire | Fréquence durant le grossissement | Dose par apport (l/arbre) |
|----------------|---------------------|--|---|-----------------------------------|---------------------------|
| 1_Grens | Programmeur | 6 sondes Watermark avec boîtier Monitor enregistreur | 1-2 fois par jour | 2-4 fois par jour | 4-8 |
| 2_Vich | Programmeur | 2 sondes Watermark en lecture directe | 1-2 fois par jour | 1-2 fois par jour | 2-4 |
| 3_Duillier | Programmeur | - | 1 fois par jour | 1 fois par jour | 9,2 |
| 4_Borex | Vanne volumétrique | - | Tous les 2-3 jours | Tous les 2-3 jours | 15 |
| 5_Petit-Eysins | Vanne volumétrique | - | 1 fois par semaine | 1 fois par semaine | 42,5 |

Tableau 3 | Quantités d'eau apportées par les producteurs durant la saison 2011 (l/arbre)

| Producteurs | 1_Grens | 2_Vich | 3_Duillier | 4_Borex | 5_Petit-Eysins |
|--------------------------------------|---------|--------|------------|---------|----------------|
| Période de multiplication cellulaire | 264 | 238 | 329 | 308 | 306 |
| Période de grossissement cellulaire | 732 | 298 | 368 | 154 | 127 |
| Période de maturation | 8 | 34 | 46 | 0 | 42 |
| Total | 1004 | 570 | 743 | 462 | 476 |

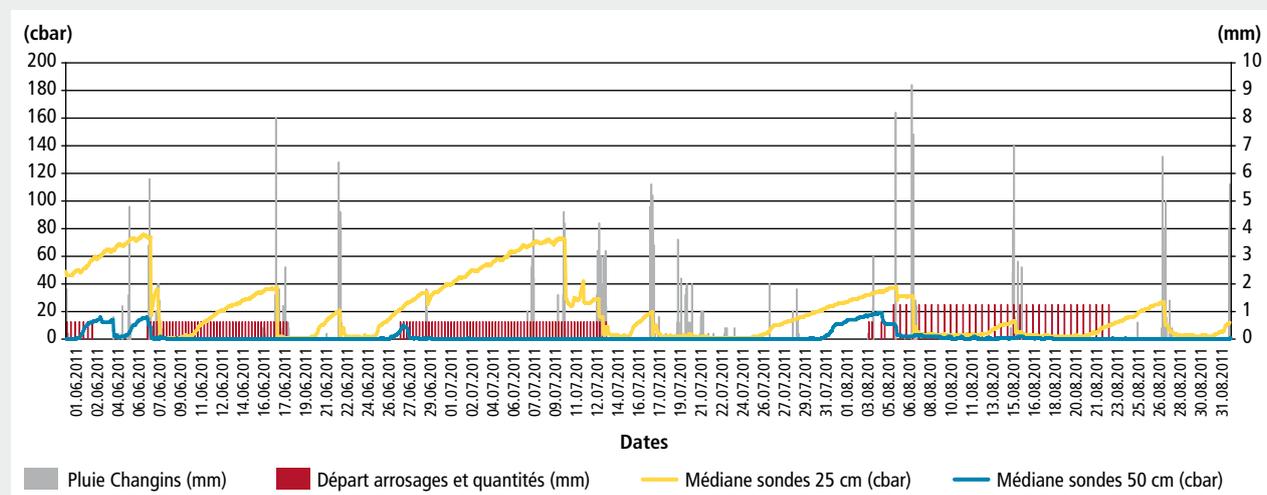


Figure 4 | Evolution de l'état hydrique du sol lors de l'application d'un régime à fréquence élevée et à petites doses (parcelle 1_Grens), de la période de grossissement cellulaire jusqu'à fin août.

d'eau dépassaient fréquemment le seuil de 60 cbar proposé pour une irrigation dite déficitaire (Thalheimer et Paoli 2004), soit environ 48 % du temps pour les sondes de profondeur et environ 34 % pour les sondes de surface. Dans les autres parcelles, les potentiels matriciels ne dépassent que rarement cette valeur (0 à 10 % du temps). En revanche, leurs potentiels matriciels étaient souvent inférieurs à 15 cbar, valeur au-dessous de laquelle le sol est considéré comme saturé.

Le calibre des pommes ne différait pas significativement à la récolte. En revanche, l'influence de l'irrigation est visible dans la croissance hebdomadaire des fruits. Un sol saturé (< 15 cbar) durant de longues périodes pénalise ce facteur, montrant l'influence négative d'irrigations exagérées. À l'inverse, un potentiel matriciel du sol supérieur à 60 cbar durant de longues périodes ne semble pas négatif pour autant qu'il ne dépasse pas 100–150 cbar. Lors de périodes de sécheresse importantes, comme du 16 au 26 août 2011, l'irrigation à déficit constant (4-Borex et 5-Petit-Eysins) mène à une élévation des potentiels matriciels, pénalisant la croissance hebdomadaire des fruits. Cela démontre l'efficacité d'une irrigation à fréquence élevée qui permet une meilleure réactivité lors de périodes sèches.

Concernant le rendement et la qualité des fruits à la récolte, aucun lien direct n'a pu être fait avec la gestion de l'irrigation.

Conclusions

- À l'échelle de la région concernée, les quantités d'eau d'irrigation varient fortement d'un arboriculteur à l'autre. Ces écarts peuvent logiquement être attribués aux différences de méthodes de gestion et à l'utilisation ou non d'équipements destinés à la régulation des apports.

- L'année de l'étude (2011), l'irrigation n'était pas un facteur limitant.
- Chez les producteurs dépourvus d'automates et d'équipements d'aide à la décision, l'irrigation à intervalle élevé a conduit à une consommation d'eau relativement faible. Cette pratique n'est pas recommandable pour autant, car ces apports assez massifs nuisent à l'efficacité des arrosages. Durant la seule période de sécheresse importante en 2011, les arrosages massifs et espacés ont nui à la croissance hebdomadaire des fruits.
- L'irrigation à fréquence élevée et régulière a conduit à une assez forte consommation d'eau durant le grossissement des fruits et à des engorgements en raison de rations journalières trop importantes. C'est néanmoins la meilleure manière de gérer les apports car elle permet de maintenir une zone idéalement humide autour des goutteurs et, en facilitant une bonne répartition de l'eau par capillarité, permet de faire face à des sécheresses marquées sans devoir régler la situation par des apports massifs. ■

Remerciements

Un grand merci à tous les producteurs qui ont participé à ce travail.

Bibliographie

- Anconelli S., Solimando D., Guidoboni G. & Mannini P., 2008. L'applicazione dello stress idrico controllato nell'irrigazione del melo. *Italus Hortus* 15, 34–41.
- Fuhrer J. & Jasper K., 2009. Besoins en irrigation en Suisse: Rapport final. Confédération suisse, DFE, ART, groupe de recherche Hygiène de l'air/climat, 75 p.
- Naor A., 2006. Irrigation scheduling and evaluation of tree water status in deciduous orchards. *Horticultural Reviews* 32, 112–165.
- Thalheimer M. & Paoli N. (Versuchszentrum Laimburg), 2004. Zur Bewässerung im Obstbau. *Obstbau Weinbau Mai*, 162–125.
- Zegbe J. A., 2009. El riego parcial de la raíz incrementa la productividad del agua en manzano en un ambiente semi-árido. *Revista Chapingo Serie horticultura* 15, 111–118.

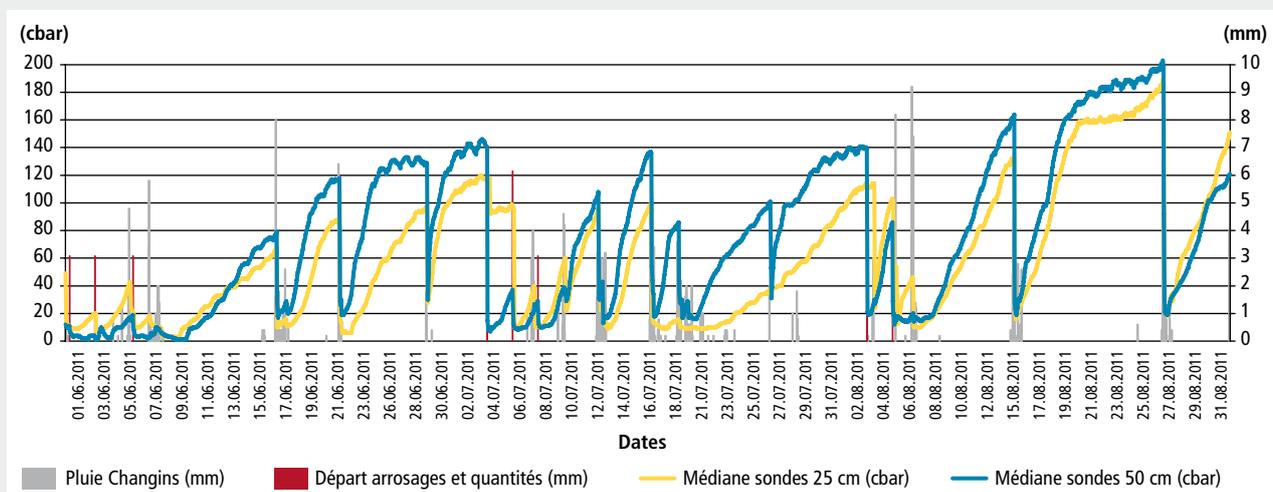


Figure 5 | Evolution de l'état hydrique du sol lors de l'application d'un régime à faible fréquence et à doses importantes (parcelle 4_Borex), de la période de grossissement cellulaire jusqu'à fin août.

Pépinières viticoles



FAVRE Daniel

Des plants de vignes soignés
pour vous satisfaire !

Ch. de LAPRA 17 1170 Aubonne

Tel. 021 808 72 27 Fax. 021 807 43 39 E-mail: favre.vitipep@bluewin.ch

La solution vraie et simple au problème:

Mauskiller U2

Pellets de gazéification très efficace et **rapide contre les campagnols**. Pas d'autocombustion, détonation, formation de fumée! N'est pas toxique pour les plantes ou les animaux qui mangent les rongeurs.

Seulement permis à des personnes qualifiées.

Schneider GRO SA

Industrie Birren 30 5703 Seon Tél. 062 893 28 83



VOTRE SPÉCIALISTE POUR:

- CUVES INOX 316
- TUYAUX À VIN
- MONTAGE DE RACCORDS
- PRODUITS ŒNOLOGIQUES
- PLAQUES «FILTROX»
- TERRES DE FILTRATION
- FILETS DE VIGNES



Gaz alimentaires
GOURMET

MESSER 
Messer Schweiz AG

CHS CUÉNOUD SA

www.cuenoud.ch

TÉL. 021 799 11 07 – FAX 021 799 11 32

Z

F. Zimmermann sa



www.zimmermannsa.ch

PIQUETS DE VIGNE

PIQUETS INTERMÉDIAIRES

- ZIGI R25
- ZIGI XL
- ZIGI 48/35
- ZIGI PRO
- OMEGA

**Galvanisés à chaud
100 microns**

Ecarteurs de fils
pour tous les piquets

PIQUETS DE TÊTE

- ZIGI R80
- ZIGI R60
- FER T

TOUT POUR LE PALISSAGE

Echelas-tuteurs, amarres, fils Crapo et Crapal, tendeurs, attaches et protections diverses pour les plantes

F. Zimmermann SA
1268 BEGNINS



Tél. 022 366 13 17 – Fax 022 366 32 53

AVIDOR VALAIS SA

FILTRE TANGENTIEL
DE DÉMONSTRATION

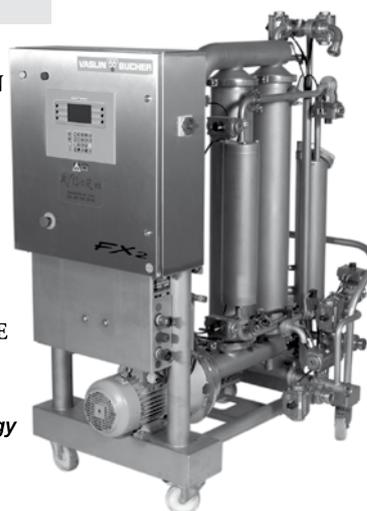
Prix imbattable

BUCHER FX2
24 m²

BUCHER FX3
36 m²

CADALPE
SEMI-AUTOMATIQUE
20 m²

Contactez Monsieur Bregy
pour un essai
ou une offre détaillée:
079 428 99 29



Gemmistrasse 147 • CH-3970 Salquenen/Salgesch
tél. 027 456 33 05 • fax 027 456 33 07
e-mail: avidorvs@bluewin.ch • www.avidorvalais.ch



PÉPINIÈRES VITICOLES

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



Sélection Valais



Moyens de manutention Technique de stockage



rollen, transportieren
stapeln, lagern
sicher aufbewahren
manutenion, sécurité
www.mapo.ch

70 ans
1942-2012



Des solutions pour vous faciliter la vie

MAPO SA - Z.I. des Larges Pièces C - 1024 Ecublens-Lausanne VD - tél.: 021 695 02 22
fax: 021 695 02 29 - ecublens@mapo.ch - www.mapo.ch

SOL • CONSEIL



**Analyses et conseils de fumure: notre
laboratoire accrédité et nos ingénieurs
sont à votre disposition!**

SOL-CONSEIL • Changins • CP 1381 • 1260 Nyon 1
Tél. 022 363 43 04 • Fax 022 363 45 17
E-mail: sol.conseil@acw.admin.ch
www.acw.admin.ch

Arbres fruitiers

du professionnel

**Pour la saison de plantation
automne 2012, les variétés
suivantes sont encore disponibles:**

| | |
|--------------------------|--|
| Ambassy* | FL-56 |
| Gravensteiner Rellstab | M27, J-TE-E* |
| Galmac* | J-OH-A* |
| Boskoop SH | J-TE-E*, M27 |
| Cox Korallo | J-TE-E* |
| Cox Lavera | NR 280, J-TE-E* |
| Rubinette, rosso* | J-TE-F*, J-22 |
| Galaxy Gala* | J-TE-E*, J-OH-A*, M9 VF, FL-56, M9, B-9 |
| Elshof* | M9, J-OH-A* |
| Milwa (Diwa)* | FL-56, J-OH-A* |
| Kiku 8* | M9 |
| Jonagored* Supra* | P-22*, J-TE-E*, NR 280 |
| Jonagold Novajo* | M9, J-TE-E*, M27 |
| La Flamboyante (Mairac)* | J-OH-A* |
| Golden Reinders* | M9, J-TE-E*, FL-56 |
| Braeburn Hillwell* | B-9, FL-56, M9 VF |
| Pinova* | J-OH-A* |
| Topaz* RT** | M9, J-TE-E*, J-OH-A* |
| Red Topaz* RT** | J-22, M9, J-OH-A*, J-TE-E* |
| Rubinola* RT** | J-TE-F* |
| Nela* RT** | J-TE-E* |
| Mira* RT** | J-22 |
| Ametyst* RT** | M9 |
| SIRIUS* RT** | J-TE-E* |
| ORION* RT** | P-22* |
| OPAL* RT** | M9, M9 VF, J-OH-A*, P-62, FL-56, NR 280 |
| Solaris* RT** | J-OH-A* |
| Karneval* RT** | J-OH-A*, M9, FL-56 |
| Admiral* RT** | J-TE-E*, J-TE-F*, M27, P-22* |

*Variétés protégées **RT = résistant à la tavelure

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

L'acidité totale mesurée dans les moûts: sous-estimée en toute conscience

Ágnes DIENES-NAGY et Fabrice LORENZINI, Station de recherche Agroscope Changins-Wädenswil ACW

Renseignements: Ágnes Dienes-Nagy, e-mail: agnes.dienes-nagy@acw.admin.ch tél. +41 22 363 43 34, www.agroscope.ch

Les résultats d'analyses des vendanges publiés sur www.agrometeo.ch/maturation ont parfois de quoi surprendre: la somme des teneurs en acides tartrique et malique, les deux principaux acides du raisin, donne en effet une valeur plus élevée que celle de l'acidité totale (tabl.1). Cette différence provient des méthodes d'analyse, car la mesure de l'acidité totale n'exprime pas la quantité totale d'acides. Appelée aussi acidité titrable, elle s'obtient en neutralisant les acides avec de la soude. Lors de cette opération, la majeure partie des acides réagissent, mais pas tous. La quantité d'acide est ainsi sous-estimée.

L'acidité du raisin mûr est constituée principalement par deux acides: l'acide tartrique et l'acide malique. La concentration des autres acides présents est très faible (acide citrique, acide gluconique, acide coumarique,...). Chimiquement, les acides ont la propriété de se dissocier en deux parties dans l'eau: l'une, chargée positive-

ment, comporte un ion d'hydrogène (proton) et l'autre, chargée négativement, le reste de la molécule (anion) (fig.1a). Les acides forts, comme l'acide sulfurique, se dissocient complètement dans l'eau. Les acides faibles, comme l'acide tartrique et l'acide malique, se trouvent en même temps sous forme dissociée et non dissociée. Dans une solution, les différentes formes sont en équilibre, leur concentrations sont déterminées par la constante de dissociation (pKa), qui est spécifique à chaque acide.

L'acidité d'une solution est aussi caractérisée par la valeur de son pH (potentiel hydrogène). On l'obtient en mesurant, à l'aide d'un pH-mètre, l'activité chimique des protons. Plus la valeur est petite, plus la solution est acide. Le point de neutralité se situe à pH 7. Le pH d'un moût est généralement situé entre 2,5 et 3,5 (tabl.1).



Installation de titration des moûts et des vins.

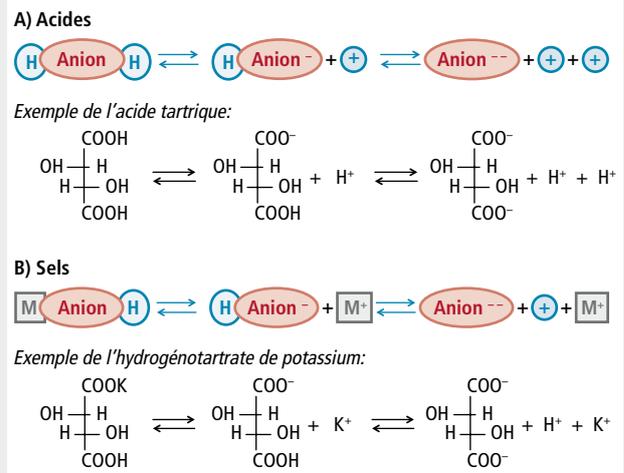


Figure 1a et b | Dissociation des acides (a) et des sels (b). H est l'atome d'hydrogène, + l'ion d'hydrogène positivement chargé (proton), M un atome de métal (par exemple: potassium, calcium), M⁺ est un ion métallique et - exprime la charge négative d'un anion.

Tableau 1 | Présentation des résultats du contrôle de maturation du raisin des domaines d'ACW 2011 sur www.agrometeo.ch/maturation

Domaine de Changins (VD) 2011

| CHASSELAS | | | | | | | | | |
|------------------|-----------------|--------------|-----------------|----------------|------|-------------------------|-----------------------|---------------------|------------------|
| Date Prélèvement | Poids moyen [g] | Réfr. [brix] | Ind. Réfr. [Oe] | Densité D20/20 | pH | Acidité totale [g/tart] | Acide tartrique [g/l] | Acide malique [g/l] | Indice de formol |
| 08.08.11 | 1.90 | 10.3 | 41.3 | 1.0441 | 2.74 | 18.6 | 8.3 | 11.2 | 9.1 |
| 15.08.11 | 2.20 | 12.3 | 49.6 | 1.0519 | 2.93 | 12.0 | 6.7 | 6.9 | 8.2 |
| 22.08.11 | 2.70 | 15.2 | 62.0 | 1.0640 | 3.09 | 8.7 | 6.4 | 4.6 | 8.2 |
| 29.08.11 | 2.60 | 16.6 | 68.0 | 1.0700 | 3.17 | 7.5 | 6.7 | 3.7 | 7.6 |
| 05.09.11 | 2.80 | 17.8 | 73.3 | 1.0754 | 3.27 | 6.1 | 5.8 | 2.7 | 8.1 |
| 12.09.11 | 2.80 | 17.8 | 73.3 | 1.0752 | 3.35 | 5.2 | 5.6 | 2.2 | 6.4 |
| 19.09.11 | n.d | 18.3 | 75.5 | 1.0770 | 3.39 | 4.3 | 3.7 | 1.8 | 6.3 |

Détermination de l'acidité totale et de la quantité d'acide tartrique et malique

Les analyses mesurent soit la quantité de protons, soit celle des anions.

Les secondes donnent la concentration de chaque acide séparément, par exemple l'acide tartrique ou l'acide malique, en utilisant des réactions spécifiques à chaque substance. Pour les deux acides, la totalité de l'anion est mesurée, indépendamment de sa forme dissociée ou non.

La quantité de protons est établie en titrant du moût avec une base forte. Pendant la mesure, la soude est ajoutée goutte à goutte à l'échantillon jusqu'à l'obtention d'un pH égal à 7, correspondant à la neutralité. L'acidité titrable se calcule ainsi à partir de la soude consommée. On obtient alors une valeur globale d'acidité sans distinction de la source du proton, d'où le nom trompeur d'acidité totale. Cependant, la quantité des protons libres titrés avec la soude n'est pas égale à celle des acides organiques présents. D'une part, un taux non négligeable (~7–10 %) de ces acides organiques n'est pas totalement dissocié à pH 7 et, d'autre part, le proton est parfois remplacé par un ion métallique, notamment potassium, sodium ou calcium (fig.1b). Dans les deux cas, la méthode de titration les ignore.

Les résultats d'Agroscope s'accordent avec la littérature selon laquelle l'acidité titrable (totale) n'indique que 70 à 80 % des acides organiques présents dans le raisin (fig. 2).

Une méthode inexacte qui a ses avantages

La technique de titration pour l'analyse de l'acidité totale est facile, rapide, peu coûteuse et couramment pratiquée dans les caves.

Le choix du point final de la titration est lié à la pratique. En Europe, c'est le bleu de bromothymol qui est utilisé comme indicateur pour signaler la neutralité, car il change de couleur aux environs de pH 7. La phénolphthaléine, utilisée comme indicateur notamment aux Etats-Unis, change de couleur à pH 8,4. Elle donne un résultat plus proche de la réalité, mais toujours inférieur à la valeur réelle. Les résultats obtenus avec les analyses européennes (pH 7) restent valables pour la caractérisation de l'acidité du moût et permettent de plus de comparer un millésime à l'autre depuis de nombreuses années. Un changement vers un pH à 8,4 engendrerait une rupture dans le suivi comparatif avec d'anciens millésimes.

Et pour le vin?

La même démarche s'applique à l'acidité des vins, à la nuance près que les acides acétique, lactique, succinique et sulfureux sont mesurés en plus des acides tartrique et malique. Leurs concentrations additionnées dépassent également la valeur de l'acidité totale titrable mesurée. ■

Bibliographie

- Boulton R., 1980. The relationships between total acidity, titrable acidity and pH in wine. *Am. J. Enol. Vitic.* 31 (1), 76–80.

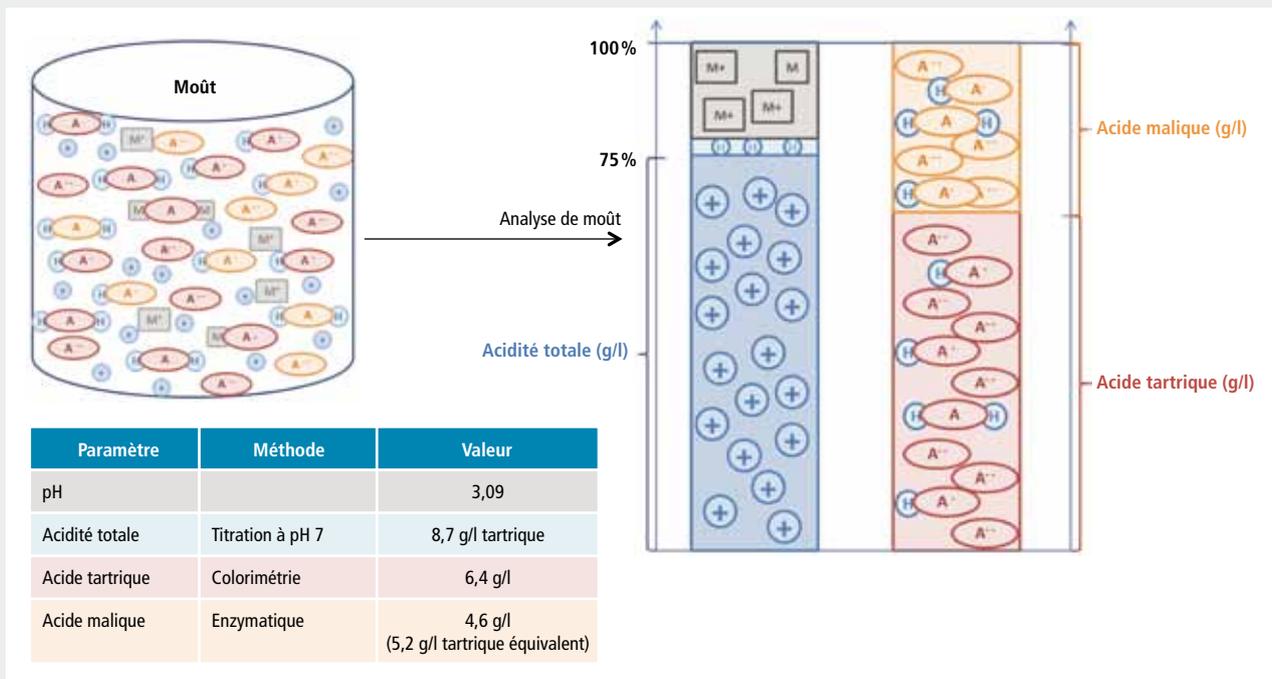


Figure 2 | Formes des acides et des sels dans le moût et leurs quantités mesurées par les différentes méthodes analytiques.

Exemple: Domaine de Changins 2011 Chasselas prélèvement le 22.08.2011. La valeur de l'acidité totale est donnée en g/l acide tartrique.

La valeur de la concentration de l'acide malique est donnée en g/l acide malique et en parenthèse en g/l acide tartrique (calcul selon les masses molaires pour la comparaison en pourcentage).

Perception des consommateurs et intérêt de l'étiquetage environnemental des vins

Frédérique JOURJON, Ronan SYMONEAUX, unité de recherche GRAPPE, Groupe ESA, 49000 Angers, France

Renseignements: Frédérique Jourjon, e-mail: f.jourjon@groupe-esa.com, tél. +33 2 41 23 5517, www.groupe-esa.com



Exemple d'étiquetage environnemental sur des productions de vins.

Quels enjeux pour un étiquetage environnemental des vins?

Depuis plusieurs années, la protection de l'environnement est devenue une priorité pour les pouvoirs publics et pour les filières agricoles. En Europe et dans le monde, des dispositifs d'affichage environnemental, tous secteurs et tous produits confondus, se multiplient depuis quelques années sur les produits. Plusieurs études réalisées dans différents pays montrent clairement que les consommateurs sont de plus en plus sensibles à une information environnementale et que la majorité des interrogés se déclarent favorables ou plutôt favorables à un affichage environnemental (Ernst et Young 2009; IPSOS 2010; Ethicity 2009). Les études préconisent l'utilisation de l'affichage environnemental comme élément de différenciation et comme nouvel argument compétitif. Au niveau européen, en juillet 2009, un sondage a montré que 72 % des Européens plébiscitaient un étiquetage carbone obligatoire des produits, tandis que seuls 15 % estimaient que cela devait se faire de manière volontaire.

Les productions de vin sous appellation d'origine protégée (AOP) sont soumises à des cahiers des charges spécifiques qui définissent les critères de qualité. Mais

il est à présent primordial que la qualité organoleptique des vins sous AOP s'associe à la qualité environnementale. En effet, dans une étude de Brugière (2009), l'image de la fabrication du vin, de la vigne à la mise en bouteille, vis-à-vis de l'environnement s'est dégradée en l'espace de dix ans.

Pendant, aucune étude ne semble avoir abordé l'évaluation conjointe de l'affichage environnemental et l'affichage sur la qualité des produits ni leur impact sur la perception des consommateurs, en particulier pour des produits à forte image de «qualité organoleptique» tels que le vin. Quel intérêt le consommateur porte-t-il aux informations environnementales dans le cas du vin? Les recherche-t-il, sont-elles un critère de choix ou une valeur ajoutée? Nous chercherons à apporter des informations objectives aux producteurs et distributeurs de vin sur l'opportunité d'un affichage des impacts environnementaux du produit vin.

Tendances observées auprès des consommateurs

L'objectif du travail mené par l'unité de recherche GRAPPE de l'ESA d'Angers est de fournir aux professionnels de la filière viticole des éléments objectifs sur l'opportunité de l'affichage ou étiquetage environnemental sur les vins, en particulier pour les vins d'appellation. Le travail a été mené à partir d'enquêtes réalisées auprès de consommateurs français, sur Internet et à la sortie des grandes surfaces et des cavistes, et s'appuie sur des travaux précédents (Wilson et Jourjon 2008; 2009) qui ont démontré la pertinence du concept d'implication du consommateur comme critère de segmentation des consommateurs. Les résultats portent sur un total de 502 enquêtes. Deux segmentations ont été effectuées, l'une sur le niveau d'implication des consommateurs vis-à-vis du vin en général et l'autre sur leur niveau d'implication dans l'environnement. Nous ne présentons ici que les grandes tendances obtenues à partir des résultats de cette enquête.

Concernant la perception des vins d'AOP, nos résultats montrent qu'elles conservent une bonne image et ne sont pas considérées par les consommateurs comme polluantes, alors que la production de vin en général est considérée, elle, comme ayant un impact sur l'environnement.

Spontanément, les consommateurs enquêtés ne recherchent pas, lorsqu'ils choisissent un vin, d'informations supplémentaires sur l'environnement; ils se concentrent sur les accords mets-vins, sur le prix et sur le cépage. De plus, ils sont en moyenne peu intéressés par un label environnemental; seuls les consommateurs identifiés dans notre enquête comme les plus impliqués dans l'environnement le réclament fortement. Dans l'ensemble, il ressort que les AOP ont une bonne image auprès des enquêtés qui donnent des notes supérieures aux critères «Qualité gustative», «Garantie d'origine», «Non produit en masse» et «Respect de l'environnement». Il ressort ainsi que **le souhait d'un affichage environnemental par les consommateurs ne se dégage pas de manière unanime**; seuls des consommateurs caractérisés dans notre étude comme les plus impliqués dans l'environnement le réclament activement

Nos résultats permettent également de conclure qu'un **label environnemental**, pour qu'il soit utilisé et compris par le consommateur, doit être plutôt sous la

forme **d'une lettre** (28 % des répondants) **ou d'une note globale** accompagnée des notes pour chaque critère pris en compte (25 % des répondants). Il doit aussi être placé sur la contre-étiquette du produit. Cependant, une vaste campagne d'information est à envisager pour faire connaître ce label et sa signification. En effet, au cours de notre étude, seul le label «AB» (Agriculture biologique) est clairement identifié par les consommateurs comme un label environnemental. Les labels officiels français «NF environnement» et européen «Ecolabel», de même que les indications d'empreintes CO₂ mises en place par la grande distribution, semblent souffrir d'un déficit de notoriété.

Cette étude est une première étape d'un travail plus ambitieux qui s'amorce aujourd'hui, et dont les résultats devront apporter des réponses aux professionnels de la filière viticole sur les enjeux et attentes des consommateurs en matière d'étiquetage environnemental, notamment dans le cas des vins d'AOP.

Ce travail a été mené en partenariat avec les Vignerons Indépendants de France. ■



SAVOURER



DÉCOUVRIR

Cépages

Ce beau livre, unique en son genre, donne une description précise et richement illustrée des 57 principaux cépages cultivés en Suisse. Le glossaire en images qui l'accompagne permet de guider l'amateur et le professionnel dans la reconnaissance des caractères distinctifs.

Français, allemand ou italien, 130 pages, CHF 57.-

Tél. +41 79 659 48 31 | antoINETTE.dumartheray@acw.admin.ch



AMTRA

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



APPRENDRE



ÉCHANGER

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 | antoINETTE.dumartheray@acw.admin.ch



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



DÉTERMINER

Flore des vignes

Ce petit livre de terrain présente les 33 plantes les plus fréquemment observées et leur impact (favorable, neutre ou indésirable) sur le vignoble.
Le CD joint aborde la gestion écologique de cette flore.

Français, allemand ou italien, 72 pages, CHF 50.-

Tél. +41 79 659 48 31 | antoINETTE.dumartheray@acw.admin.ch



GÉRER



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

Claude-Alain Carron: l'essence de la montagne

Originaire de Fully, Claude-Alain Carron grandit, avec ses huit frères et sœurs, dans une famille de maraîchers-arboriculteurs. S'il participe dès son jeune âge aux travaux de l'exploitation, en revanche l'école ne le passionne pas, même s'il a «de la facilité». Lui, il aime les fleurs: il opte donc pour un apprentissage d'horticulteur, qu'il clôt par un CFC avec mention bien et un prix de botanique aux examens finaux. Durant les années suivantes, il travaille comme indépendant dans l'entreprise familiale, doit régler quelques démêlés avec ses obligations militaires et fait encore des heures comme ouvrier agricole dans les vignes et les vergers d'abricotiers. «Mon but était de garder du temps libre pour l'escalade, les courses en montagne et les voyages.»

En 1990, Charly Rey l'engage comme auxiliaire, pour six à sept mois par année, dans le secteur des plantes médicinales et aromatiques (PMA) au Centre des Fougères, à Conthey. Il profite de ses longs congés hivernaux pour voyager dans des pays lointains et montagneux. Il fait ainsi plusieurs séjours en Inde, au Népal, en Afrique, en Amérique du Sud: «Ce sont les paysages qui m'attirent à la base, mais j'aime bien regarder comment vivent les gens. Finalement, l'humain reste le même, où qu'il se trouve... Ça m'intéresse aussi de voir les conditions de production agricole partout dans le monde.» Joignant le geste à la parole, Claude-Alain Carron devient membre fondateur et bénévole du Magasin du Monde à Fully. A Conthey, son activité finit par atteindre onze mois par an et, s'il perd un peu de sa chère indépendance, il gagne en autonomie dans son travail. Participant à l'élaboration et à la mise en valeur des essais, il rédige des articles scientifiques, siège à des commissions professionnelles et forme des stagiaires et des apprentis. Après 15 ans de statut d'auxiliaire, il devient «presque naturellement» employé permanent en 2005. Aujourd'hui, il poursuit sa formation par un brevet de contremaître/cultivateur de plantes vivaces à l'IAG de Grangeneuve.

Les PMA lui plaisent, car c'est un des rares secteurs de l'horticulture où on touche à tous les stades phénologiques des végétaux, de la semence au produit fini. La filière est petite en Suisse et tout le monde se connaît:



Claude-Alain Carron (photo C. Parodi, ACW)

«Les profs d'uni ont besoin des techniciens, les industriels connaissent les agriculteurs et vice versa.» Le principal marché des PMA est agroalimentaire, occasionnellement pharmaceutique et, de plus en plus, cosmétique. «Là, c'est gratifiant, car l'étude de plantes alpines à vocation cosmétique commence souvent par la domestication d'une plante sauvage et l'évolution est manifeste d'une année à l'autre, en termes d'amélioration et de rendement. Actuellement, ce secteur mobilise une part importante de notre activité, notamment pour le développement des produits. Comme l'industrie cosmétique est à cheval entre innovation et marketing, ces plantes doivent à la fois posséder des propriétés réelles et être... belles!»

S'il se dit toujours prêt au changement, Claude-Alain Carron apprécie aussi à leur juste valeur la recherche publique gratuite au service des agriculteurs et ses activités variées du champ au laboratoire, même s'il doit pour cela s'éloigner un peu des sommets.

Eliane Rohrer, Revue suisse de Viticulture, Arboriculture, Horticulture



**60 ans. Grâce à votre soutien.
Devenez donateur: www.rega.ch**

Des vins expérimentaux qui gagnent des médailles!

«*De la pratique dans l'enseignement!*», tel est le credo de notre école. Dans ce but, une collaboration s'est établie depuis 1999 avec la Cave Philippe Bovet de Givrins. Tout son Chardonnay est livré à l'EIC et vinifié en prestation. A la fin de l'élevage, quelques bouteilles sont conservées à l'école pour les cours, puis le solde est rendu et mis sous verre par la cave de Philippe Bovet, avec son étiquette.



Cuve et barriques abritant les différents essais de levures, représentant toutes les vinifications du Chardonnay 2009.

Au début, ce moût était séparé en deux lots, vinifiés par l'équipe de cave de l'EIC avec deux levures différentes afin de démontrer leur importance œnologique. Depuis 2006, j'ai pu réaliser tous les travaux de vinification avec le soutien de l'équipe de cave de l'EIC. Cette expérience est très profitable, et même nécessaire pour l'enseignant. En effet, la confrontation aux réalités du terrain permet de mieux juger et transmettre les pratiques de cave. De plus, avec des moûts

dont les sondages sont souvent supérieurs à 100°Oe, c'est un bel exercice de la théorie à la pratique de finir les sucres dans chaque vinification. Le nombre d'essais a aussi augmenté: de quatre LSA (levures sèches actives) différentes en 2006 à sept essais de levures chaque année, depuis le millésime 2007. Une quarantaine d'essais de levures ont ainsi été réalisés. Mentionnons deux résultats scientifiques à ces expérimentations. Le premier, surprenant: peu de différences organoleptiques entre les différentes variantes après six mois de bouteille. Le deuxième: l'impact de la levure sur la fermentation malolactique (FML) est très important. Des différences de plusieurs semaines sur la durée de la deuxième fermentation sont observées; nous avons même constaté des cas de FML inachevées, selon la LSA utilisée.

Nous remercions Philippe Bovet de la confiance qu'il témoigne en nous livrant toute sa récolte de Chardonnay, d'une qualité exceptionnelle. Rappelons le fameux adage: «*Le vin se fait à la vigne.*» Ainsi, notre défi est de restituer au viticulteur un vin de grande qualité. Ce challenge aussi est intéressant pour notre école. Au final, le résultat est au rendez-vous comme le montre le tableau 1.

Tableau 1 | Médailles obtenues par le Chardonnay de la cave Philippe Bovet, vinifié à Changins dans le cadre d'essais didactiques

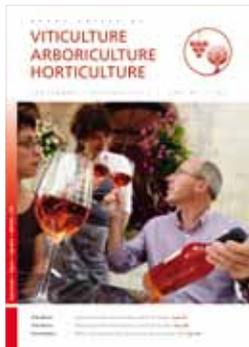
| Millésime | Concours |
|-----------|--|
| 2007 | Médaille Argent Chardonnay du monde 2009 |
| 2009 | Médaille Argent Chardonnay du monde 2011 |
| 2010 | Médaille Argent Sélection des vins vaudois 2012 |
| 2011 | Médaille Argent Grand Prix des vins suisses 2012 |

Pour le millésime 2012, un nouveau défi attend la microbiologie des vins de l'EIC. Le nombre de vinifications pour des travaux de Bachelor et différents projets de recherche ne laisse plus de disponibilités dans notre cave expérimentale de Changins pour ces essais de levures. Ceux-ci seront poursuivis directement dans des caves partenaires.

En conclusion, plus que les médailles obtenues, les gagnants sont les étudiants qui profitent de cette collaboration entre notre institution et des caves privées. ■

Serge Hautier, professeur de microbiologie des vins
 serge.hautier@eichangins.ch

www.revuevitiarbohorti.ch



REVUE SUISSE DE

VITICULTURE ARBORICULTURE HORTICULTURE



Abonnement simple de 6 numéros par an
papier **ou** électronique

Abonnement combiné papier **et** électronique

CHF 48.-

CHF 58.-

COMMANDE:

AMTRA

Tél. +41 (22) 363 41 53

E-mail: annelise.wuest@acw.admin.ch

www.revuevitiarbohorti.ch



NOS TIRÉS-À-PART

Viticulture Directives de fumure

CHF 7.-

Auch auf Deutsch
Anche in italiano

COMMANDE:

AMTRA

Tél. +41 (79) 659 48 31

E-mail: antoINETTE.dumartheray@acw.admin.ch

www.revuevitiarbohorti.ch



Les «Mauvaises Herbes» des Prairies Die Wiesenkräuter

Ouvrage bilingue, décrivant les
caractères botaniques et la valeur
fourragère de 93 plantes de prairie

CHF 10.-

Auch auf Deutsch

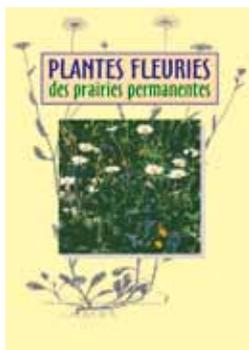
COMMANDE:

AMTRA

Tél. +41 (79) 659 48 31

E-mail: antoINETTE.dumartheray@acw.admin.ch

www.revuevitiarbohorti.ch



NOS COLLECTIONS

Plantes fleuries des prairies permanentes

CHF 18.-

Auch auf Deutsch

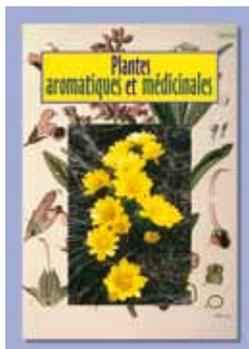
COMMANDE:

AMTRA

Tél. +41 (79) 659 48 31

E-mail: antoINETTE.dumartheray@acw.admin.ch

www.revuevitiarbohorti.ch



NOS COLLECTIONS

Plantes aromatiques et médicinales

CHF 20.-

COMMANDE:

AMTRA

Tél. +41 (79) 659 48 31

E-mail: antoINETTE.dumartheray@acw.admin.ch

www.revuevitiarbohorti.ch

mazout

Chauffage

refroidissement

bois

air

Ventilation

climatisation

eau

Sanitaire

gaz

géothermie

Un seul partenaire

solaire

Depuis 1853, nous concevons et réalisons des systèmes thermiques et des réseaux d'eau dans les bâtiments répondant à toutes les attentes.

De la villa à l'immeuble en passant par les commerces et les industries, notre équipe relève tous les défis. Actifs sur la partie Vaudoise de l'arc lémanique, nous vous conseillons et vous assistons très volontiers.

Nous gérons tous les types d'énergies quel que soit le projet. Chez **Von Auw SA**, vous trouverez 75 professionnels attentifs à vos besoins de chaud, de froid ou d'installations sanitaires.

Von auw SA

bureau technique • installations • entretien

1028 PRÉVERENGES • Route de Genève 3 • Tél. 021 804 83 00 • Fax 021 804 83 01 • www.vonauw.ch

Wenger

TECHNOLOGIE DE BOISSONS SA

VOTRE PARTENAIRE POUR:

- Traitement de boissons
- Adjuvants de filtration
- Désinfection
- Barriques et tronc conique – cuves
- Technologie de bouchage

SERVICE
QUALITÉ
SÉCURITÉ



*Votre satisfaction
est notre vocation*

Rte de Granges 50
1616 Attalens

Tél. 021 947 44 10

Fax 021 947 44 11

info@wengertechnologie.ch

wengertechnologie.ch