

# VITICULTURE ARBORICULTURE HORTICULTURE



NOVEMBRE - DÉCEMBRE 2010 | VOL. 42 | N° 6



**Arboriculture**

Maturité du Luizet et qualité des eaux-de-vie d'abricot **Page 342**

**Viticulture**

Rôle déterminant des stilbènes dans la résistance au mildiou de la vigne **Page 352**

**Viticulture**

Comportement du Pinot noir dans les conditions du vignoble valaisan **Page 376**



Le groupe Bourquin offre toutes les prestations de services en matière de carton: des emballages et présentoirs en carton ondulé et compact – façonnés sur mesure et imprimés individuellement ou en grandes quantités aux formats standard.

**BOURQUIN**  **BRIEGER**  **WEBER**   
VERPACKUNGEN VERPACKUNGEN VERPACKUNGEN

**BRIEGER**   
EMBALLAGES

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

...un étui extérieur carré, fidèle aux  
normes postales. Ça t'intéresse?

**Emballage de vin  
bipartite cherche:**

Moi, bipartite, cherche contenu  
bipartite pour envoi commun. Suis  
simple et fonctionnel, un emballage  
typique avec élément intérieur pour  
bouteilles de vin. Pas du genre  
à expérimenter. Ne présente aucun  
danger – sécurité testée par la  
poste. Blague à part: avec moi, pas  
de supplément «fragile» à payer,  
même jusqu'à 12 bouteilles.  
Ça t'intéresse?

**Emballage portatif  
avec fenêtres cherche:**

Moi, emballage de vin, bonne nature,  
ch... (7 à 7,5 dl) qui

# Agrarcenter

Tout simplement  
parfait

Tous les outils de mulching de la marque Perfect satisfont aux exigences élevées que requiert une production arboricole moderne. Une faible hauteur de construction, une technique simple et robuste ainsi qu'un vaste programme de produits avec de multiples variantes d'équipement achèveront de vous convaincre.

**Broyeuse à disques**

**Broyeur à fléaux**

**Agrarcenter –  
moins de risques,  
plus de profit**

**GVS Agrar**

GVS-Agrar AG, CH-8207 Schaffhausen  
Tél. 052 631 19 00, Fax 052 631 19 29  
info@gvs-agrar.ch, [www.gvs-agrar.ch](http://www.gvs-agrar.ch)

▲▲▲▲ amw.ch AC 09/1.09

# Sommaire

Novembre – Décembre 2010 | Vol. 42 | N° 6



## Photographie de couverture:

Ces vingt dernières années, la consommation de spiritueux est restée relativement stable en Suisse, mais la production indigène a cédé progressivement la place aux produits d'importation, notamment au whisky et à la vodka. Les produits suisses n'ont pourtant rien à leur envier (voir l'éditorial et l'article de Ducruet *et al.* en p. 342). (Photo Carole 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.amtra.ch](http://www.amtra.ch)

## Rédaction

Judith Auer (directrice et rédactrice en chef), Eliane Rohrer et Sibylle Willi. Tél. +41 22 363 41 54, fax +41 22 363 41 55, E-mail: [eliane.rohrer@acw.admin.ch](mailto: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), C. Brigueat (directeur EIC), Dominique Barjolle (directrice Agridea Lausanne)

## Publicité

Inédit Publications SA, Serge Bornand  
Rue des Jordils 40, CP 135, 1025 Saint-Sulpice, Tél. +41 21 695 95 67

## Préresse

Inédit Publications SA, 1025 Saint-Sulpice

## 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.

## Service des abonnements

	Abonnement annuel
Suisse	CHF 43.–
France	(Euros) 34.–
Autres pays	CHF 49.–

## Renseignements et commandes

Cathy Platiau, Agroscope Changins-Wädenswil ACW,  
1260 Nyon 1, Suisse  
Tél. +41 22 363 41 51, fax +41 22 363 41 55  
E-mail: [cathy.platiau@acw.admin.ch](mailto:cathy.platiau@acw.admin.ch), [www.amtra.ch](http://www.amtra.ch)

## Versement

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

## Commande de tirés-à-part

Vous trouverez la liste et les prix de nos tirés-à-part sous [www.amtra.ch](http://www.amtra.ch).  
Tous nos tirés-à-part peuvent être commandés en ligne sur le site [www.agroscope.ch](http://www.agroscope.ch), publications, shop.

## 341 Editorial

### Arboriculture

## 342 Maturité du Luizet et qualité des eaux-de-vie d'abricots

Julien Ducruet, Cyrielle Coutant, Min Wang, Pascal Deneulin, Dominique Fleury, Alexandre Defayes, Daniel Baumgartner et Danilo Christen

### Viticulture

## 352 Rôle déterminant des stilbènes dans la résistance au mildiou de la vigne

Katia Gindro, Virginia Alonso-Villaverde, Francine Voinesco, Jean-Laurent Spring et Olivier Viret

### Viticulture

## 360 Influence des propriétés mécaniques des baies de Cabernet Franc sur l'évolution et l'extractibilité des anthocyanes

Imen Zouid, René Siret, Emira Mehinagic, Chantal Maury et Frédérique Jourjon

### Viticulture

## 370 Perception des attributs du terroir par les consommateurs de vin

Ronan Symoneaux et Isabelle Maitre

### Viticulture

## 376 Comportement du Pinot noir dans les conditions du vignoble valaisan

Vivian Zufferey, Jean-Laurent Spring, Thibaut Verdenal, Olivier Viret, Claude Parvex, Michel Pont et Guillaume Favre

### Actualités

## 386 Eclaircissage des pommes par ombrage des arbres – I. Efficacité de l'éclaircissage

Katharina Kockerols, Albert Widmer, Michael Gölles et Esther Bravin

### Actualités

## 391 Production de pommes: la recette ne couvre pas les coûts de production

Esther Bravin, Markus Leumann et Jacques Dugon

## 393 Portrait

## 395 Page de l'EIC

## 396 Table des matières 2010



**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](http://www.serex-plastic.ch)

**20 ans Arban Personal S.A.**

Les bases de notre bénéfice mutuel et de notre succès commun:

- 20 ans** de connaissances approfondies de la branche
- 20 ans** de compétence en ressources humaines
- 20 ans** de confiance
- 20 ans** de loyauté
- 20 ans** d'expérience
- 20 ans** de service à nos clients

Nous tenons à vivre ces valeurs aujourd'hui et demain



**Arban Personal AG**  
Eichholzstrasse 4  
CH-3084 Wabern/Bern  
+41 31 960 47 47  
info@arban.ch  
[www.arban.ch](http://www.arban.ch)

WERTVOLLE KONTAKTE IN DER GANZEN SCHWEIZ



**HAUSWIRTH**  
Maîtrise fédérale  
**BURSINS S.A.**

**Machines viticoles 021 824 11 29**

Concessionnaire agréé **BUCHER**  
vaslin



**Cuverie inox  
Tonnellerie Nadalié  
Sécateurs Felco**

## La qualité des eaux-de-vie suisses soutient la concurrence



**Danilo Christen**  
Groupe de recherche arboriculture  
Agroscope ACW

Nos ancêtres chercheurs, les alchimistes, ont posé les jalons de la fabrication des eaux-de-vie, il y a déjà plusieurs siècles. Pendant très longtemps, seules des matières premières traditionnelles ont été distillées comme le raisin, les céréales et les pommes de terre. La distillation des fruits a pris son essor à la fin du XIX<sup>e</sup> siècle seulement.

Durant ces vingt dernières années, la consommation de spiritueux est restée relativement stable en Suisse, avec 1,6 litre d'alcool pur par habitant et par année. La production indigène ayant chuté drastiquement pendant ce laps de temps, les produits d'importation, notamment le whisky et la vodka, constituent actuellement 85 % de cette consommation.

La plate-forme DARF (Destillate Agroscope Régie fédérale des alcools) a été créée par divers représentants de la branche de la distillation – la Régie fédérale des alcools, Agroscope Changins-Wädenswil ACW et les hautes écoles – dans le but de développer des stratégies pour assurer l'avenir de l'industrie de la distillation. Cette plate-forme veut ainsi contribuer à la compétitivité des distillats suisses en soutenant les produits de haute qualité, en organisant des formations continues et en faisant la promotion des distillats en tant que produits de plaisir.

Agroscope ACW travaille depuis des années dans ce domaine et la qualité des produits a toujours été une préoccupation importante dans ses projets. Depuis 2007, M<sup>me</sup> Sonia Petignat-Keller, responsable à ACW de la recherche et du développement en distillation, coordonne la plate-forme DARF et dirige les différents projets proposés. La qualité des produits reste primordiale pour elle, mais il s'agit à l'avenir d'intégrer encore mieux les consommateurs dans la détermination de cette qualité. De plus, une nomenclature appropriée va être établie pour les eaux-de-vie de fruits, comme cela existe pour le vin ou le kirsch (Roue des arômes de la cerise, [www.agroscope.ch](http://www.agroscope.ch)). Celle-ci permettra une description objective de la qualité sensorielle des distillats en employant un vocabulaire commun.

Depuis 2003, l'«eau-de-vie d'abricot du Valais» a obtenu une Appellation d'origine contrôlée (AOC). L'abricotine AOC doit être produite en Valais majoritairement avec la variété Luizet. Un vaste projet a été mis en place pour suivre la qualité tout au long de la chaîne de transformation des abricots, depuis le verger, puis lors de la distillation et enfin jusqu'aux consommateurs. Ce projet réunit toute la filière de la distillation (Agroscope ACW, Ecole d'ingénieurs de Changins, Office d'arboriculture et de cultures maraîchères du Valais, Laboratoire cantonal du Valais, Interprofession des eaux-de-vie du Valais et Régie fédérale des alcools) et a pour objectif d'évaluer l'influence de la maturité des abricots à la récolte sur la qualité, l'intérêt gustatif et la composition chimique d'abricotines issues de Luizet (voir l'article de Ducruet *et al.* en p. 342). Au même titre que pour d'autres eaux-de-vie à base de fruits, cette étude montre que la qualité finale de l'abricotine est fortement influencée par la qualité des fruits à la récolte, et notamment par leur maturité.

Ces produits de très haute qualité permettent à nos eaux-de-vie d'être appréciées comme «produits de plaisir» et soutiennent sans rougir la comparaison avec les produits d'importation... toujours avec la modération requise bien entendu !

# Maturité du Luizet et qualité des eaux-de-vie d'abricots

Julien DUCRUET<sup>1</sup>, Cyrielle COUTANT<sup>1</sup>, Min WANG<sup>1</sup>, Pascale DENEULIN<sup>1</sup>, Dominique FLEURY<sup>1</sup>, Alexandre DEFAYES<sup>3</sup>, Daniel BAUMGARTNER<sup>4</sup> et Danilo CHRISTEN<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Ecole d'ingénieurs de Changins EIC, 1260 Nyon

<sup>2</sup>Station de recherche Agroscope Changins-Wädenswil ACW, Centre de recherche Conthey, 1964 Conthey

<sup>3</sup>Laboratoire cantonal du Valais, 1951 Sion

<sup>4</sup>Station de recherche Agroscope Changins-Wädenswil ACW, 8820 Wädenswil

Renseignements: Julien Ducruet, e-mail: julien.ducruet@eichangins.ch, tél. +41 22 363 40 57



La variété Luizet entre à plus de 90 % dans l'élaboration de l'Abricotine AOC. (Photo © OCA-VS)

## Introduction

L'«Abricotine» ou «eau-de-vie d'abricot du Valais», sous AOC depuis 2003, doit contenir au moins 90 % d'abricots de la variété Luizet. Afin d'assurer la qualité du produit, le cahier des charges de l'AOC précise que *le fruit doit être à maturité optimale, de texture tendre, se liquéfiant autour du noyau* (OFAG 2002). Le chef de culture utilise donc la vue, le toucher et son

expérience pour déclencher le début de récolte. Bien qu'efficace et non destructive, cette pratique reste empirique, difficile à reproduire et à mesurer. En arboriculture, les méthodes de suivi «traditionnelles» consistent à mesurer la couleur de fond, la fermeté (pénétrömètre), la teneur en sucre (réfractomètre) et l'acidité (titrage) (Lichou et Audubert 1989). Ces méthodes destructives demeurent lourdes à mettre en place pour le praticien.

En œnologie (Ribereau-Gayon *et al.* 1998) comme en distillation (Gössinger *et al.* 2003), il est admis que la qualité du vin ou des eaux-de-vie dépend essentiellement de la qualité des fruits, et notamment de leur maturité. En retardant la récolte, il est possible d'augmenter le taux de sucre des fruits, et donc les rendements en distillat, mais surtout d'améliorer le profil aromatique des fruits et le potentiel qualitatif des eaux-de-vie. En revanche, le dépassement de la date optimale de récolte peut poser des problèmes sanitaires ou apporter des notes de fruits confits trop intenses, dépréciant ainsi les eaux-de-vie. Leur qualité dépend également des arômes qui sont constitués de plusieurs centaines de molécules, dont les composés volatils (Lurol *et al.* 2007). Une analyse globale avec un «nez électronique» (SMartNose®, Zesiger 2010) de ces composés volatils, présents parfois en infime quantité, permet de dégager des profils aromatiques qui caractériseront la qualité des eaux-de-vie.

Cette étude a pour but d'évaluer l'influence de la maturité des abricots à la récolte sur la qualité, l'intérêt gustatif et la composition chimique d'abricotines issues de Luizet. A notre connaissance, aucune étude de ce genre n'a été réalisée sur l'abricot. La maturité des abricots a été évaluée par des méthodes traditionnelles (évaluation visuelle, mesures physico-chimiques) et comparée à la composition et à la qualité sensorielle des eaux-de-vie.

## Matériel et méthodes

### Protocole expérimental

#### Matériel végétal et prélèvement des fruits

Les abricots (variété Luizet) utilisés pour la distillation provenaient d'un site de plaine (Martigny, alt. 470m,

plantation 1978) et d'un site de coteau (Saxon, 650m, plantation 2000). Sur chaque site, huit abricotiers représentatifs (charge, état sanitaire) ont été récoltés, le 20 juillet 2009 en plaine et le 27 juillet 2009 sur le coteau.

Pour chaque site, 55 à 60 kg d'abricots ont été répartis à la main en trois maturités différentes (sur-mûr, optimal et pré-mûr; fig.1) selon des critères subjectifs

**Résumé** Ce projet étudie le lien entre la maturité des abricots à la récolte (variété Luizet) et la qualité chimique et organoleptique des eaux-de-vie d'abricots obtenues. Les résultats montrent qu'une plus grande maturité des abricots est intéressante puisqu'elle permet d'augmenter significativement les rendements en éthanol et de diminuer les taux de méthanol des eaux-de-vie. En parallèle, des profils de composés aromatiques ont été établis avec un nez électronique. Ces analyses ont mis en évidence des profils très différents, principalement selon la maturité des abricots, mais aussi selon les sites de culture (plaine et coteau). La prolongation de la maturité a une limite, puisqu'un panel de 187 consommateurs a globalement préféré les eaux-de-vie issues d'abricots de maturité optimale, devant les sur-mûrs, puis les pré-mûrs. Une corrélation linéaire multiple a permis d'expliquer 64,7 % des notes attribuées par le panel en tenant compte à la fois du taux de sucre, de la couleur et de la fermeté des fruits.



Figure 1 | Répartition manuelle des abricots en trois stades de maturité différents: sur-mûr, optimal et pré-mûr.

(tabl.1). Les fruits des trois maturités ont ensuite été distribués aléatoirement en trois répétitions homogènes, pesés et stockés à 4°C, au maximum 15h avant d'être transformés.

#### Fabrication et fermentation des purées d'abricot

Les purées ont été réalisées en écrasant les abricots à la main directement dans des bidons de 60l. L'ajustement du pH des purées à 3,2 a été effectué avec un mélange d'acide phosphorique/lactique (Baldinger), afin d'éviter toute dérive microbienne. L'enzymage et le levurage ont été réalisés à raison de 100g/100kg de purée (mélange Gärquick, Baldinger), après réhydratation dans dix fois le volume d'eau à 37°C. Lors de ces opérations, de la glace carbonique a été utilisée pour stabiliser les lots et prévenir toute oxydation. Un dénoyautage avec aération a été effectué après 72h de fermentation. En fonction des lots, la fermentation alcoolique (FA) a duré entre 12 et 14 jours: la fin de cette étape a été identifiée par un suivi régulier de la densité des moûts d'abricot.

#### Distillation

Les lots de purées d'abricot ont été distillés dès la fin de la FA, avec un alambic d'une capacité de 25l (Holstein) équipé d'une colonne de rectification de quatre plateaux, chauffé au bain-marie électrique. Les trois répétitions d'une maturité d'abricot étaient distillées le même jour. Entre deux lots, l'alambic était entièrement rincé à l'eau claire. Les têtes du distillat ont été coupées à 300ml, le cœur a été interrompu lorsque la densité de l'eau-de-vie atteignait une densité de 60% vol. et les queues n'ont pas été distillées. Les cœurs ont ensuite été réduits à 40% vol. par adjonction d'eau distillée et mis en bouteille.

**Tableau 1 | Caractéristiques des abricots Luizet récoltés à trois stades de maturité différents**

Maturité	Visuelle	Tactile	Pédoncule
Pré-mûr	Encore vert autour du pédoncule	Dur	Reste accroché à l'abricot
Optimal	Orange pâle à orange	Plus souple	Se détache de l'abricot
Sur-mûr	Orange à orange soutenu	Très mou, la chair est déjà liquéfiée	Se détache très facilement, tombe dans la main

#### Mesures de qualité

##### Analyse des abricots

Les paramètres suivants ont été mesurés à la récolte sur vingt fruits par lot prélevés aléatoirement: taux de sucre (% Brix, réfractomètre ATAGO C.O. LTD), acidité (meq/100ml de jus, titrimètre Metrohm, 7185, Titrino), fermeté (indice Durofel ID, Durofel, COPA-Technologie S.A./CTIFL) et couleur (composante «a» des mesures de couleur, Minolta Chroma METER CR-400).

##### Analyses des eaux-de-vie

**Rendement:** le rendement en alcool (%) d'une eau-de-vie est la quantité d'alcool absolu (Aa) obtenue pour 100kg de fruits fermentés. Seul le cœur de la distillation est pris en compte dans ce calcul.

**Analyse des composés volatils:** les principales substances volatiles des 18 eaux-de-vie d'abricot Luizet ont été analysées par GC-MS par le Laboratoire cantonal valaisan (MSDA 2007). En parallèle, des profils aromatiques globaux ont été réalisés avec un nez électronique (SMartNose® SA, Marin-Epagnier, Suisse). Un millilitre de distillat a été prélevé dans un vial et chauffé à 40°C pendant vingt minutes. Les gaz constituant l'espace de tête (headspace) ont ensuite été transférés sans séparation dans l'injecteur à l'aide d'une seringue. Après ionisation, les molécules chargées ont été séparées en fonction de leur rapport m/z (m: masse atomique, z: charge) et détectées par MS. Pour le standard interne, de l'éthanol (10%) a été utilisé et trois répétitions par échantillon ont été réalisées.

**Dégustation:** les eaux-de-vie ont été appréciées par un test hédonique réunissant un panel de 187 consommateurs amateurs. Les échantillons (assemblage des trois répétitions) ont été présentés selon un ordre aléatoire, évalués à l'aveugle et notés selon une échelle de notation non structurée (Norme NF V 09-016), traduite ensuite en note sur 10.

##### Analyses statistiques

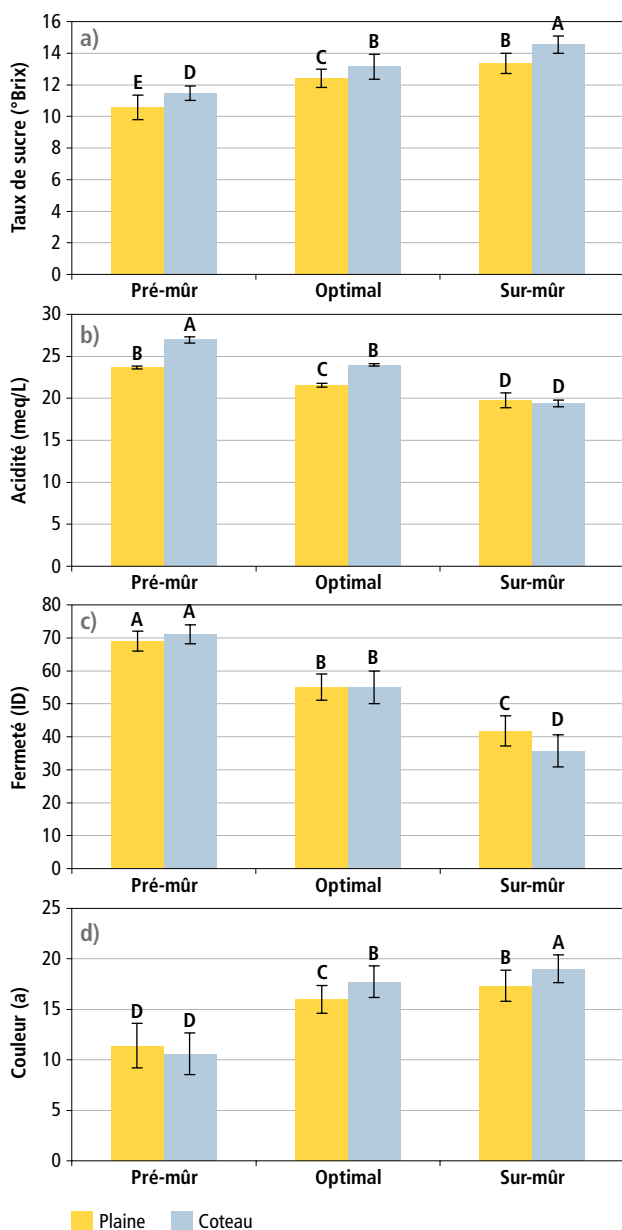
Le logiciel XLStats2009 a été utilisé pour les analyses de variance, les tests LSD de Fisher, l'Analyse Factorielle Multiple (AFM) et l'Analyse de Fonction Discriminante (AFD). Les données des profils aromatiques ont été analysées à l'aide du logiciel statistique SMartNose®. Les paramètres physico-chimiques des abricots et l'appréciation des eaux-de-vie par les consommateurs ont été reliés par régression linéaire multiple (MiniTab 15). Les résultats de la dégustation ont été saisis avec le logiciel Fizz (Biosystèmes) et analysés par le package FactomineR sous R (R Development Core Team, 2007).



## Résultats et discussion

### Qualité des abricots à la récolte

Les paramètres physico-chimiques des abricots évoluent logiquement de façon significative selon la maturité des fruits (fig. 2). Les sucres solubles et l'intensité de la couleur orangée augmentent, alors que la fermeté et l'acidité diminuent. La répartition manuelle des abricots en trois maturités a donc été correcte (fig. 1).

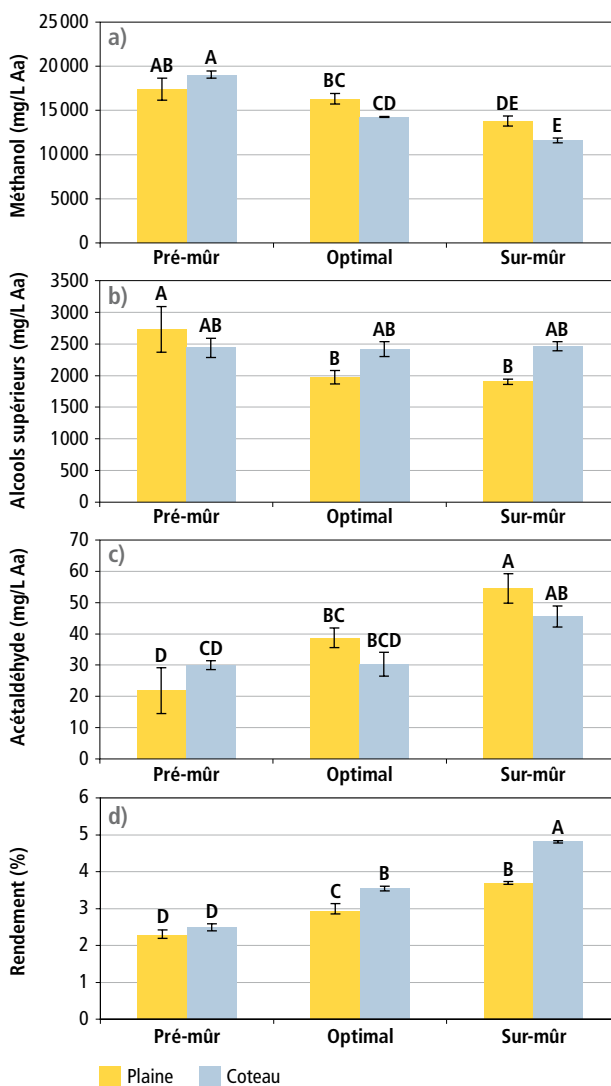


**Figure 2** | Influence de la maturité des abricots (pré-mûr, optimal, sur-mûr) et du site de production (plaine, coteau) sur : (a) la teneur en sucre (°Brix), (b) l'acidité (meq/l), (c) la fermeté (Indice Durofel) et (d) la couleur (valeur a\*) des abricots. Les valeurs correspondent à la moyenne de vingt fruits séparée à  $P < 0,05$  d'après le test LSD de Fisher.

### Qualité des eaux-de-vie

#### Méthanol

Le taux de méthanol dans les eaux-de-vie diminue significativement avec la maturité des abricots (fig. 3a.), de 21 % pour la plaine et de 39 % pour le coteau, entre les classes «pré-mûr» et «sur-mûr». Le site de production des fruits n'a par contre pas d'influence. >



**Figure 3** | Influence de la maturité des abricots (pré-mûr, optimal, sur-mûr) et du site de production (plaine, coteau) sur les teneurs en substances volatiles (mg/l d'alcool absolu) des eaux-de-vie d'abricots : (a) méthanol, (b) alcools supérieurs, (c) acétaldéhyde et (d) rendement en alcool. Les valeurs correspondent à la moyenne de trois répétitions séparée à  $P < 0,05$  d'après le test LSD de Fisher.

Ces taux de méthanol sont globalement trop élevés et dépassent la limite tolérée de 12000mg/l d'alcool absolu. Sur le plan sanitaire, ces valeurs sont acceptables puisqu'elles ne dépassent pas la limite légale de 20000mg/l. Ces résultats peuvent être en partie liés à la proportion des coupes de têtes et de queues de distillation. Toutefois, comme pour les marcs de fruits, il semblerait utile d'adapter la limite de tolérance à 15000 mg/l d'alcool absolu pour les eaux-de-vie d'abricots.

### Alcools supérieurs

Dans les eaux-de-vie de l'essai, les alcools supérieurs les plus importants sont le 3-méthyl-1-butanol et le 2-méthyl-1-butanol, représentant à eux seuls 66 à 72 % des alcools supérieurs totaux (fig.3b). La quantité totale d'alcools supérieurs est similaire entre les sites de production et entre les trois maturités d'abricots. Les alcools supérieurs sont essentiellement produits au cours de la FA (Silva et Malcata 1999) et leur concentration dans le distillat dépend de la quantité d'acides aminés présents dans les moûts de fruits (Winterova *et al.* 2008). Ces alcools sont déterminants pour le profil aromatique des eaux-de-vie (DaPorto 2002), à qui ils confèrent un goût et une odeur forts et piquants (Silva et Malcata 1999).

### Acétaldéhyde

La teneur en acétaldéhyde des eaux-de-vie augmente significativement avec la maturité des abricots (fig.3c). La composition des eaux-de-vie de cette étude est assez variable d'une répétition à l'autre: la maîtrise des facteurs influençant la teneur en acétaldéhyde est difficile, lors de la fermentation ou lors de la distillation (coupes). L'acétaldéhyde est produit durant la FA par oxydation de l'éthanol (Baumes 2000; Soufferos *et al.* 2004). A faible concentration, ce composé volatil peut conférer un caractère fruité aux eaux-de-vie mais, en teneur trop élevée, il apporte un goût et une odeur âcres.

### Rendement en alcool

Le rendement en alcool des eaux-de-vie issues d'abricots «sur-mûrs» est intéressant (3,7 % pour la plaine et 4,8 % pour le coteau) et dépasse significativement celui obtenu à partir de fruits «pré-mûrs» (2,3 et 2,5 %; fig.3d). Le site de production des abricots influence le rendement en alcool absolu, sauf avec les abricots pré-mûrs.

### Analyse des composés volatils

Une analyse de fonction discriminante (AFD) a été réalisée pour comparer l'impact de la maturité des abricots et du site de production sur les arômes des distillats. Cette AFD a permis une très bonne discrimination des deux facteurs (fig.4). Le premier axe F1 permet de séparer les stades de maturité des abricots, tandis que le deuxième axe F2 sépare les sites de production. Une matrice de confusion, réalisée pour une validation croisée du modèle, a permis de classer correctement à 100 % les différentes variantes. Afin d'expliquer les différences de profils, une analyse des corrélations entre les facteurs et les variables a été réalisée et a permis de mettre en évidence les unités de masses atomiques (UMA) fortement corrélées aux axes de l'AFD. Les UMA 60, 61, 73, 88 et 110 ont été fortement corrélées ( $R > 0,7$ ) à l'axe de maturité F1, l'UMA 96 se corrélant ( $R > 0,6$ ) à l'axe du site F2.

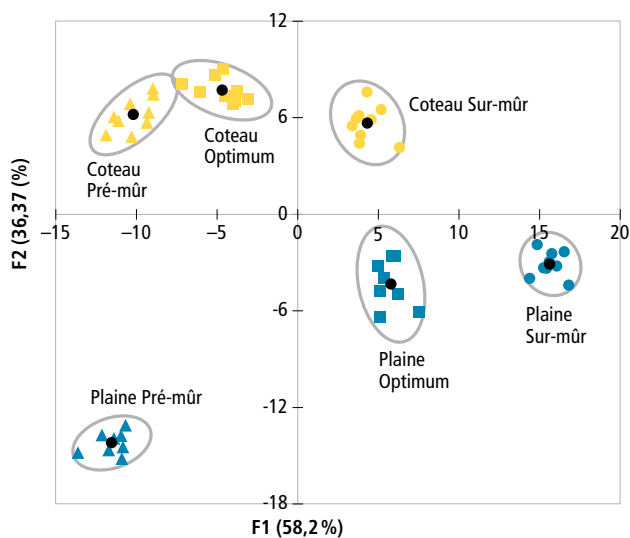


Figure 4 | Carte factorielle obtenue par analyse factorielle discriminante (AFD) des analyses de composés volatils réalisées au «nez électronique» SMartNose®, visant à discriminer les eaux-de-vie en fonction de la maturité des abricots (pré-mûr, optimal, sur-mûr) et du site de production (coteau, plaine).

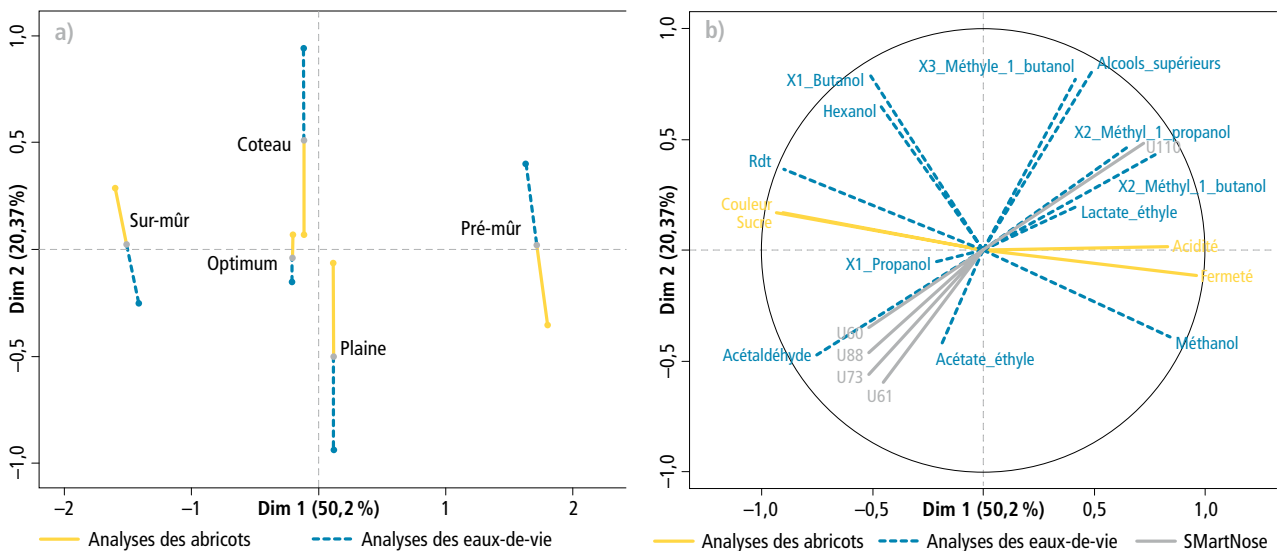
### Qualité des abricots et qualité des eaux-de-vie

Une Analyse Factorielle Multiple (AFM) a été réalisée sur les deux groupes de variables (paramètres des fruits et des eaux-de-vie) (fig.5a et b). Les modalités de maturité et de site de production figurent sur le premier plan factoriel (fig.5a). Pour chaque modalité, le point

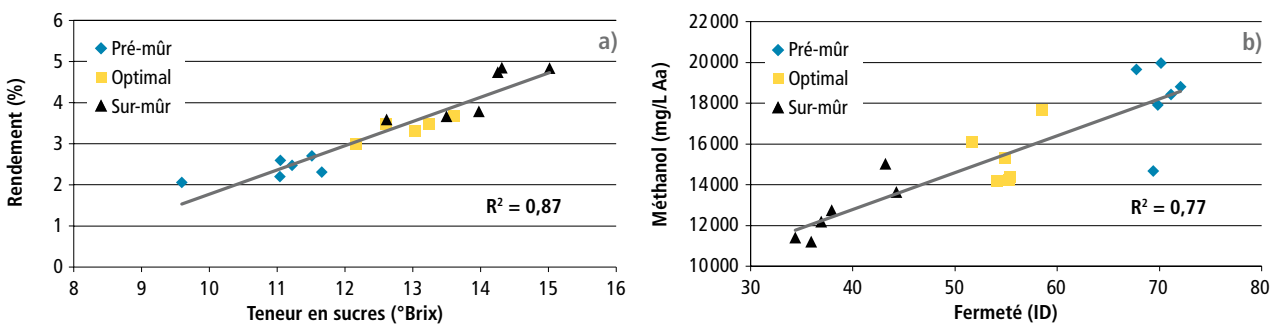
moyen et les points partiels (positionnement relatif des paramètres des abricots et des eaux-de-vie) sont représentés. La première dimension (axe horizontal) représente 50,2% de la diversité des eaux-de-vie. Les différentes maturités s'alignent parfaitement le long de cet axe allant du sur-mûr au pré-mûr, en totale conformité avec la différenciation des eaux-de-vie par les paramètres analytiques.

La deuxième dimension (axe vertical) représente 20,37% des données et permet de différencier les eaux-de-vie selon leur site de production. La partition plaine/coteau est très nette avec les paramètres d'analyse des eaux-de-vie et presque nulle avec les paramètres des fruits, dont les points partiels se rapprochent du 0 de l'axe vertical.

Le graphique des variables (fig. 5b) permet d'illustrer les corrélations existant entre les différents paramètres. L'angle formé entre les variables peut s'interpréter comme un coefficient de corrélation. La relation entre le rendement et le taux de sucre est confirmée par le calcul du coefficient de corrélation (fig. 6a), tout comme pour le taux de méthanol et la fermeté des fruits (fig. 6b). Cet alcool indésirable est issu de la dégradation des pectines contenues dans les fruits. La maturité des fruits et plus particulièrement la perte de fermeté sont liées à l'activité des enzymes pectolytiques. Le lien entre la quantité de pectine contenue dans la matière première et la teneur en méthanol de l'eau-de-vie a déjà été mis en évidence sur poire (Garcia-Llobodanin *et al.* 2008; Gössinger *et al.* 2003).



**Figure 5** | Carte factorielle obtenue par analyse multifactorielle (AMF) des mesures physico-chimiques des abricots et des analyses des eaux-de-vie provenant de maturités (pré-mûr, optimal, sur-mûr) et de sites de production (coteau, plaine) différents: (a) graphique des facteurs «maturité» et «site de production», (b) graphique des variables mesurées.



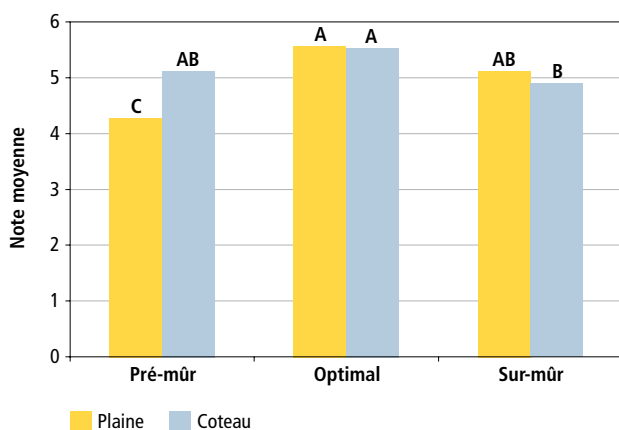
**Figure 6** | (a) Corrélation entre la teneur en sucre moyenne (°Brix) des lots d'abricots et le rendement en alcool obtenu lors de leur distillation. (b) Corrélation entre la fermeté moyenne (indice Durofel) des lots d'abricots et le taux de méthanol des eaux-de-vie.

### Test de préférence

L'échelle non normative utilisée pour les 187 panelistes a été traduite en notes. Le test hédonique réalisé a révélé une préférence significative des consommateurs pour les eaux-de-vie issues d'abricots de maturité «optimale», quel que soit le site (fig. 7). L'eau-de-vie «pré-mûr/plaine» est la moins appréciée. Les eaux-de-vie issues d'abricots sur-mûrs sont globalement bien notées.

Les notes attribuées aux eaux-de-vie ne sont donc pas linéairement corrélées avec l'un ou l'autre des paramètres physico-chimiques déterminant la maturité des abricots. Par contre, une régression linéaire multiple incluant le sucre, la couleur et la fermeté permet tout de même d'expliquer 64,7 % des notes:

$$\text{Note} = 0,1758 * \text{couleur} + 0,0511 * \text{fermeté} + 0,1476 * \text{sucre} - 2,2134$$



**Figure 7 |** Influence de la maturité des abricots (pré-mûr, optimal, sur-mûr) et du site de production (plaine, coteau) sur les appréciations hédoniques des eaux-de-vie. Les valeurs correspondent à la note moyenne attribuée par les consommateurs (N = 187, traduction sur 10 de l'échelle non normative), séparée à P < 0,05 d'après le test LSD de Fisher.

### Remerciements

Un grand merci aux participants de ce projet: C. Coutant, P. Deneulin, J. Ducruet, D. Fleury et M. Wang, Ecole d'ingénieurs de Changins; D. Christen, C. Camps, S. Petignat-Keller et D. Baumgartner, Agroscope Changins-Wädenswil (ACW); J. Morand, interprofession des eaux-de-vie du Valais; A. Defayes, laboratoire cantonal du Valais; N. Berthod et J. Rossier, Office cantonal d'arboriculture du Valais; F. Etter et M. Gilliéron, Régie fédérale des alcools; B. Lucciarini, producteur.

### Bibliographie

Apostolopoulou A., Flouros A., Demertzis P. & Akrida-Demertzi K., 2005. Differences in concentration of principal volatile constituents in traditional Greek distillates. *Food Control* **16**, 157–164.

### Conclusions

- L'augmentation de la maturité des abricots a une influence très positive sur la composition des eaux-de-vie, puisqu'elle accroît significativement les rendements en éthanol et diminue les taux de méthanol.
- Le panel de 187 consommateurs a globalement préféré les eaux-de-vie d'abricots de maturité optimale, suivies de près par les sur-mûrs, puis les pré-mûrs.
- La qualité organoleptique des eaux-de-vie est un paramètre très complexe, non directement lié à la maturité du fruit. Une corrélation linéaire multiple permet toutefois d'expliquer 64,7 % des notes attribuées par le panel, en tenant compte à la fois du taux de sucre, de la couleur et de la fermeté des fruits.
- Les profils aromatiques ont fortement varié selon la maturité des abricots et le site de production. Les composés volatils responsables de la discrimination entre les stades de maturité des abricots doivent être identifiés à l'avenir, afin de pouvoir les relier à la préférence des consommateurs.

Baumes R., 2000. Los constituyentes volátiles de la etapa fermentativa.

*In:* C. Flanzy (Ed.), *Eonologia: Fundamentos científicos y tecnológicos*, AMV, Mundi-Prensa, Madrid, 147–158.

Da Porto C., 2002. Volatile composition of grappa low wines using different methods and conditions of storage on an industrial scale. *Int. J. Food Sci. Technol.* **37**, 395–402.

García-Llobodanin L., Ferrando M., Güell C. & López F., 2008. Pear distillates: influence of the raw material used on final quality. *Eur. Food Res. Technol.* **228**, 75–82.

Gössinger K., Sämman M., Baumann H., Patzl R. & Vogl W., 2003. Investigations into the determination of the optimum harvest date for 'Williams Christ' pears for distilling purposes. *Mitteilungen Klosterneubur* **53**, 184–194.

**Summary****Ripening stage of Luizet and quality of apricot distillates**

This project aimed to relate the ripening stage of apricot (cv. Luizet) at harvest and the chemical and sensory quality of the apricot distillates obtained. Results showed that a higher ripening of the apricots significantly enhanced ethanol yield and decreased methanol level in the distillates. In parallel, aromatic compounds profiles were established through electronic nose. These analyses evidenced various profiles, principally depending on the apricot ripening level and at a minor degree on the orchard location (valley and hillside). However, the prolongation of fruit ripening isn't illimited: a panel of 187 consumers globally preferred the distillates from apricots harvested at optimal ripening stage, then from over-ripe fruits and finally from unripe fruits. A multilinear correlation explained 64.7 % of the preferences of the panel considering the soluble solid content, the color and the firmness of the fruits.

**Key words:** apricot, ripening stage, distillate quality, sensory.

**Zusammenfassung****Fruchtreife von Luizet und Qualität von Aprikosendestillaten**

Das Ziel dieses Projektes war Beziehungen zwischen dem Reifegrad von Aprikosen (Sorte Luizet) bei der Ernte und der chemischen und sensorischen Qualität von Aprikosendestillaten zu finden. Die Resultate zeigten, dass überreife Früchte die Ethanol-Ausbeute signifikant erhöhen und den Methanol-Gehalt im Destillat reduzieren. Das aromatisches Profil, gemessen mit einer elektronische Nase, wurde stark durch die Fruchtreife und in geringem Masse durch den Standort (Tal und Bergzone) beeinflusst. Überreife Früchte wurden aber bezüglich der sensorischen Qualität in ihrer Beurteilung eingeschränkt. Ein 187-köpfige Konsumentenpanel bevorzugte Destillate aus der optimalen Fruchtreife, gefolgt von überreifen Früchten und letztlich von unreifen Früchte. Eine multilinere Korrelation erklärte 64,7 % der Panelpräferenzen mit dem Zuckergehalt, der Farbe und der Festigkeit der Früchte.

**Riassunto****Maturazione della varietà Luizet e qualità delle acquaviti di albicocche**

Questo progetto si propone di trovare una relazione tra lo stato di maturazione delle albicocche alla raccolta (varietà Luizet) e la qualità chimica ed organolettica delle acquaviti ottenute. I risultati dimostrano che l'aumento della maturazione delle albicocche è interessante, poiché essa permette di aumentare in modo significativo la resa in etanolo e di diminuire i tassi di metanolo nelle acquaviti. Parallelamente sono stati stabiliti dei profili di composti aromatici con l'ausilio di un naso elettronico. Queste analisi hanno evidenziato dei profili molto diversi, in particolare a livello di maturazione delle albicocche, ma anche a livello dell'ubicazione delle parcelle (pianura e collina). L'aumento della maturazione ha un limite, dato che un panel di 187 consumatori ha globalmente preferito le acquaviti ottenute da albicocche di maturazione ottimale, seguite da quelle sovra-mature e da quelle sotto-mature. Una correlazione lineare multipla ha permesso di spiegare il 64,7% dei voti attribuiti dal panel, tenendo conto sia del tasso zuccherino, sia del colore e della consistenza dei frutti.

Lichou J. & Audubert A., 1989. L'abricotier. Ctif, Bayeux, 354–359.  
 Lurol S., Hilaire C., Lichou J. & Jay M., 2007. Pêche-Abricot, de la récolte au conditionnement. Outils pratiques. Ctif Ed., 114 p.  
 Manuel suisse des Denrées alimentaires, 2007. Analyse des composés volatils des eaux-de-vie de fruits par GC, Méthode MSDA n° 896.1, Office fédéral de la santé publique.  
 Office fédéral de l'agriculture, 2002. Cahier des charges de l'appellation d'origine contrôlée Abricotine. Registre des appellations d'origine et des indications géographiques, décision du 6 novembre 2002, 5 p.  
 Ribereau-Gayon P., Glories Y., Maujean A. & Dubourdieu D., 1998. Traité d'œnologie. Tome II. Chimie du vin, stabilisation et traitements, Dunod, Paris, 214–227.

Silva M. L. & Malcata F. X., 1999. Effect of time of grape pomace fermentation and distillation cuts on the chemical composition of grape marc. *Z. Lebensm. Unters. Forsch. A.* **208**, 134–143.  
 Soufferos E. H., Mygdalia A. S. & Natskoulis P., 2004. Characterization and safety evaluation of the traditional Greek fruit distillate «Mouro» by Xavor compounds and mineral analysis. *Food Chem.* **86**, 625–636.  
 Winterova R., Mikulikova R., Mazac J. & Havelec P., 2008. Assessment of the Authenticity of Fruit Spirits by Gas Chromatography and Stable Isotope Ratio Analyses. *Czech. J. Food Sci.* **26**, 368–375.  
 Zesiger T., 2010. SMart Nose®, le premier nez électronique utilisant la spectrométrie de masse. Adresse: <http://www.smartnose.com/FR/products.html> [28 septembre 2010].

## À votre service sur La Côte depuis 1994

Comme PELLENC,  
engagez-vous pour l'avenir  
de la planète en faisant  
l'acquisition d'un outil  
Green-Technology.



**NOUVEAU**



**72 à 101 CV**

# CLAAS

**Tracto-Jardin** Sàrl

Olivier  
**MONACHON**



Rte de l'Etraz 15 • CH-1267 VICH • Tél. 022 364 16 32

**www.tracto-jardin.ch**

CAEB propose une solution  
idéale pour valoriser  
vos sarments de vigne  
ou vos résidus de taille  
en bioénergie.



## 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



**PR•FILER®**

# Pour des nuits sans soucis!

**Pour un contrôle absolu  
du mildiou**

**Nouvelle matière active au mode  
d'action unique**

**Effet performant et durable contre le  
mildiou de la vigne**

**Protection inégalée des vignes pendant  
la phase critique aux alentours de la  
floraison**



Bayer CropScience

Bayer (Schweiz) AG · CropScience · 3052 Zollikofen · Téléphone: 031 869 16 66 · [www.bayercropscience.ch](http://www.bayercropscience.ch)

Profiler contient Fluopicolide et AI-Foséthyle. Observer les risques de danger et les mesures de sécurité sur les emballages.

# Rôle déterminant des stilbènes dans la résistance au mildiou de la vigne

Katia GINDRO, Virginia ALONSO-VILLAVERDE, Francine VOINESCO, Jean-Laurent SPRING et Olivier VIRET,  
Station de recherche Agroscope Changins-Wädenswil ACW, 1260 Nyon

Renseignements: Katia Gindro, e-mail: katia.gindro@acw.admin.ch, tél. +41 22 363 43 74



Sporulation du mildiou sur fleurs de Chasselas avant la floraison.

## Introduction

Le mildiou [*Plasmopara viticola* (Berk. et M. A. Curtis, de Bary)] est une des principales maladies de la vigne. Sur les 58 dernières années, dans certaines conditions climatiques, ce pathogène cosmopolite a provoqué en Suisse des dégâts économiques importants presque une année sur deux. Selon les conditions climatiques, la lutte nécessite l'application préventive de huit à dix traitements fongicides. Une manière de réduire le nombre de fongicides est de disposer d'un système d'aide à la

décision basé sur la mesure des paramètres météorologiques (Viret *et al.* 2001). La large majorité des cépages cultivés est très sensible au mildiou. Depuis 1996, ACW sélectionne avec succès des cépages résistants par hybridation traditionnelle avec des géniteurs possédant des caractéristiques de résistance aux maladies fongiques. L'introduction de mécanismes de résistance au mildiou nécessite de recourir au patrimoine génétique d'espèces sauvages américaines de *Vitis* ou même d'autres espèces de la famille des *Vitaceae*, comme *Muscadinia rotundifolia*. Les mécanismes de résistance au sein du



genre *Vitis* sont complexes et impliquent notamment des molécules constitutives (produites de façon permanente) et induites (phytoalexines) agissant comme fongicides. La vigne peut produire diverses réponses aux infections causées par le mildiou, incluant la synthèse de callose dans les stomates (Gindro *et al.* 2003), l'induction de peroxydases (Kortekamp et Zyprian 2003), ainsi que des mécanismes impliqués dans les processus de lignification. Toutefois, la production de phytoalexines stilbéniques est une des réponses majeures aux infections fongiques de la vigne (Langcake 1981; Pezet *et al.* 2003; Gindro *et al.* 2006). Différents stilbènes synthétisés à la suite de stress biotiques ou abiotiques ont été caractérisés, tels que l' $\epsilon$  et la  $\delta$ -viniférine, ou encore le pterostilbène. Jusqu'à présent, les études se sont focalisées soit sur la production quantitative des stilbènes, soit sur des observations microscopiques des processus d'infection après inoculation avec *P. viticola*. Toutefois, aucun résultat n'a été publié sur l'effet des stilbènes sur les cellules de la plante et sur celles du mildiou, durant le processus d'infection.

Le but de ce travail est d'identifier le lien existant entre le processus d'infection au niveau cellulaire et l'accumulation des molécules stilbéniques, sur la plante hôte comme sur le pathogène, en travaillant sur trois génotypes de vigne et sur la Muscadine (*Muscadinia rotundifolia*), considérée comme immune au mildiou.

## Matériel et méthodes

### Matériel biologique et conditions de culture

Des plants greffés de deux cépages de *Vitis vinifera* L, soit le Chasselas sensible (ancien cépage) et le Solaris résistant [Merzling x (Saperavi severneyi x Muscat ottonel)], ainsi que le clone numéro 2091 (Gamaret x Bronner), obtenu par Agroscope ACW, et *Muscadinia rotundifolia* cv. Carlos (amicalement fourni par l'INRA de Montpellier, F) ont été cultivés en serre selon les indications de Gindro *et al.* (2003). Le mildiou utilisé pour les inoculations a été prélevé dans une parcelle de vigne non traitée à Perroy (VD). Les sporanges ont été aspirés à la surface des feuilles infectées et stockés dans des cryo-tubes à  $-80^{\circ}\text{C}$  jusqu'à l'utilisation (Gindro et Pezet 2001). Le mildiou a été régulièrement multiplié en case climatisée (photopériode de 16 h de jour ( $22^{\circ}\text{C}$ ), 8 h d'obscurité ( $18^{\circ}\text{C}$ ) et 60 % d'humidité relative) sur des boutures de Chasselas.

### Microscopie

Des feuilles détachées ont été infectées à l'aide de gouttes d'une suspension contenant  $2 \times 10^4$  sporanges/ml selon la méthode décrite par Gindro *et al.* (2003).

### Résumé

Des feuilles de différents cépages de vigne (*Vitis vinifera* L.), sensibles (Chasselas) ou résistants au mildiou (Solaris et 2091), ainsi que d'une espèce immune (*Muscadinia rotundifolia*) ont été infectées avec du mildiou (*Plasmopara viticola*). Les échantillons ont été analysés par différentes méthodes microscopiques et évalués quant à leur capacité à synthétiser des composés toxiques pour le mildiou (phytoalexines stilbéniques), spécifiquement aux sites des infections. Sur le Chasselas, les résultats ont montré que le mildiou produit des structures d'infections fonctionnelles (haustoria) et peut achever son cycle de développement. En effet, ce cépage sensible ne synthétise que de la picéide, molécule non toxique pour le mildiou. Par contre, le cycle de développement est interrompu sur les cépages résistants. Sur Solaris et 2091, l'arrêt du développement du mildiou intervient après la formation d'haustoria, et est corrélé à la forte production respectivement de  $\delta$ -viniférine et de pterostilbène localisée sous les gouttes d'infection. Chez la Muscadine, le mildiou est bloqué déjà au moment de la pénétration (pas de formations d'haustoria fonctionnels). La production de stilbènes se fait exactement sur les sites d'infection, à des concentrations au moins vingt fois supérieures à celles des cépages décrits précédemment. Le rôle essentiel des stilbènes dans la résistance au mildiou de *Vitis* spp. est discuté.

A 24 et 72 heures après infection (hpi), des échantillons ont été prélevés sous la zone des gouttes. Ces échantillons ont été observés soit par microscopie optique équipée d'une caméra digitale, soit par microscopie électronique à transmission (MET) sur des coupes ultrafines (épaisseur  $0,08 \mu\text{m}$ ). Des observations ont été réalisées sur du matériel végétal non infecté qui servait de témoin.

Le développement de *P. viticola* a été suivi au microscope à fluorescence selon la méthode de Díez-Navajas *et al.* (2007). Des sections correspondant à la surface des gouttes d'infection ont été placées durant une minute dans une solution aqueuse de bleu d'aniline (0,2 % dans 5 % de  $\text{NaHCO}_3$ ) et observées au moyen d'un microscope à épifluorescence Leica (filtre Leitz A (UV), excitation 340 nm, émission 380 nm, stop filtre LP 430 nm).

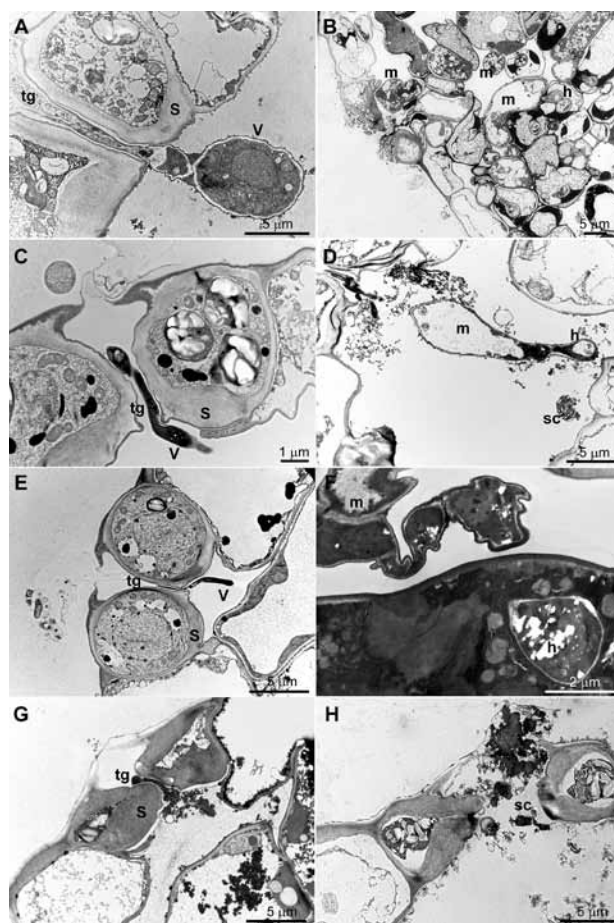
### Analyse des stilbènes

A différents temps après l'inoculation, des échantillons de feuilles correspondant à la surface des gouttelettes de suspension ou aux zones nécrotiques en développement ont été prélevés à l'aide d'un scalpel à raison de trois répétitions par feuille (trois feuilles par cépage analysé). Les fragments de feuilles ont été pesés et placés dans des tubes de 1,5 ml contenant 50  $\mu$ l de méthanol. Les tubes ont ensuite été agités à 60 °C durant 10 min et refroidis 5 min dans la glace. Les stilbènes (picéide, resvératrol,  $\epsilon$  et  $\delta$ -viniférine, pterostilbène) ont été analysés par chromatographie (HPLC) (Pezet *et al.* 2003). Les résultats sont exprimés en  $\mu$ mol/mg de poids frais (PF). Des échantillons témoin ont été traités de la même manière en l'absence du pathogène.

### Résultats et discussion

Dans cette étude, le développement du mildiou a été suivi sur les feuilles des quatre cépages étudiés au niveau ultrastructural et analytique (accumulation de stilbènes), entre 24 et 72 heures après infection (hpi). Le Chasselas présente les caractéristiques classiques d'un cépage sensible au mildiou, avec la germination des zoospores, la pénétration du tube germinatif à travers les stomates, la formation d'une vésicule sous-stomatique, la production des structures infectieuses proprement dites (haustoria = suçoirs à nutriments) (fig.1) et la colonisation complète du mésophylle foliaire jusqu'à la sporulation (fig.2A-C). Parallèlement à ce développement, le Chasselas produit et accumule rapidement de la picéide en grande quantité (245  $\mu$ mol/mg PF), un composé stilbénique non toxique pour le mildiou (fig.3A), quelle que soit la concentration de ce dernier (Pezet *et al.* 2004a). L'intégrité des cellules est maintenue au cours du développement du pathogène, contrairement aux autres cépages observés. En effet, chez Solaris, le développement du mildiou est très vite limité à la région supérieure du mésophylle, avec une très faible production d'haustoria. Le mycélium est rapidement détruit, parallèlement à l'extrusion du contenu cellulaire de la plante aux sites de formation des haustoria (fig.1D), eux-mêmes rapidement détruits. En fluorescence, ce phénomène se traduit par une fluorescence plus intense à l'extrémité des hyphes ayant produit un haustorium (fig.2E). Ceci coïncide avec la synthèse de différents stilbènes, dont la  $\delta$  et  $\epsilon$ -viniférine (respectivement 73 et 322  $\mu$ mol/mg PF) (fig.3B), dont les concentrations sont respectivement trois et cinq fois plus élevées que l'ED<sub>50</sub> (quantité de produit permettant une inhibition de 50% du développement du pathogène) déterminée pour ces mêmes

molécules (Pezet *et al.* 2004a). Ceci pourrait en partie expliquer la déstructuration cellulaire observée, ainsi que l'apparition de plages nécrotiques sur les sites d'infection (fig.2F). Toutefois, le potentiel de synthèse des viniférines chez Solaris peut décroître au cours du temps et il n'est pas rare d'observer des sporulations de mildiou en fin de saison. Avec le clone 2091, une rapide désorganisation des membranes cellulaires et des organelles a lieu chez le champignon comme dans la plante, sans extrusion du contenu cellulaire (fig.1E, 1F).

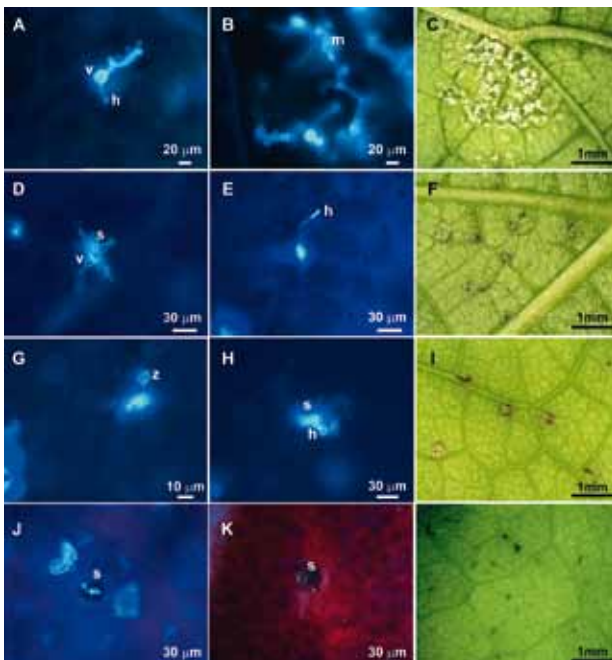


**Figure 1** | Développement de *Plasmopara viticola* sur différentes espèces de *Vitaceae*, 24 (A, C, E, G) et 72 (B, D, F, H) heures après infection, observé au microscope électronique à transmission.

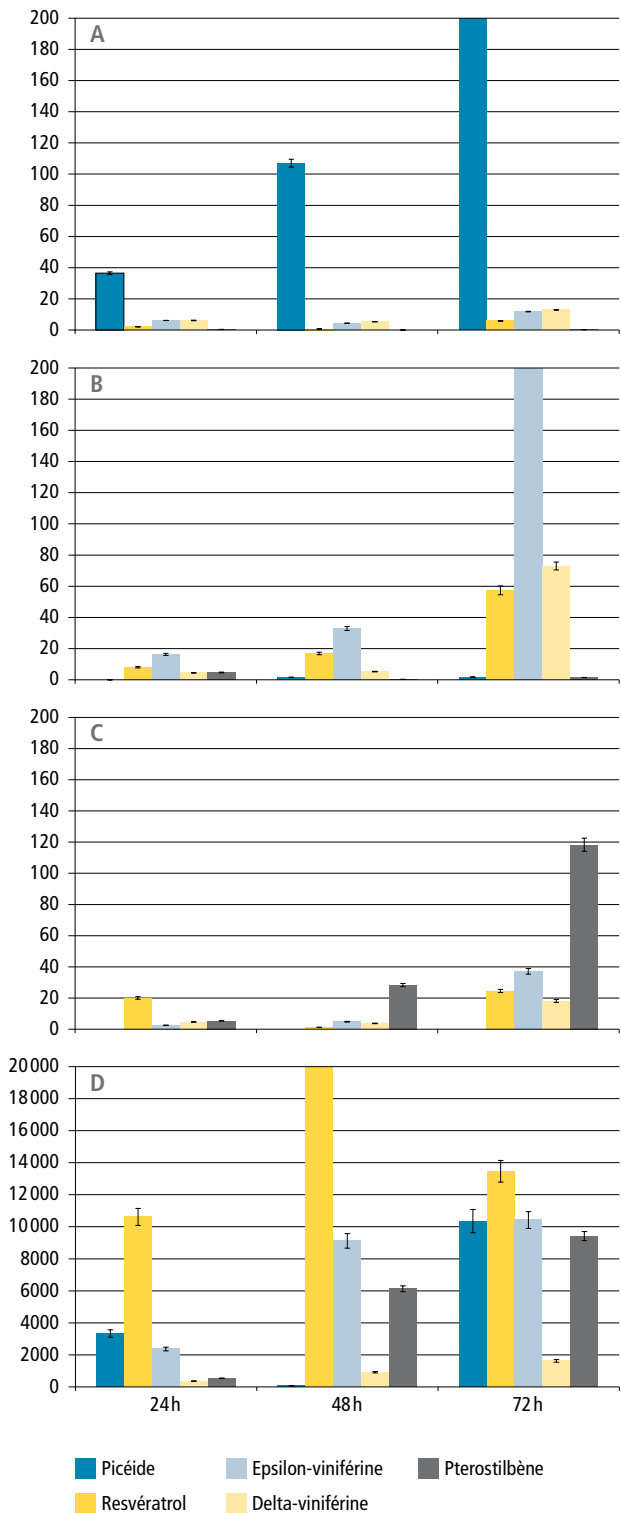
A: Chasselas, pénétration du tube germinatif et formation de la vésicule sous-stomatique. B: Chasselas, développement mycélien dans le mésophylle et formation des haustoria. C: Solaris, pénétration du tube germinatif et formation de la vésicule sous-stomatique atypique. D: Solaris, déstructuration du contenu cellulaire de la plante et de l'haustorium. E: 2091, pénétration du tube germinatif et formation de la vésicule sous-stomatique atypique. F: 2091, désorganisation du contenu cellulaire de l'haustorium et de la cellule végétale infectée. G: *Muscadinia rotundifolia*, pénétration du tube de germination sans formation de vésicule. H: *Muscadinia rotundifolia*, destruction totale du contenu cellulaire de la plante et du mildiou et expulsion par le stomate. h: haustorium, m: mycélium de mildiou, s: stomate, sc: sécrétion cellulaire, tg: tube germinatif, v: vésicule sous-stomatique.

Ceci limite le développement du mildiou à la première couche cellulaire du mésophylle et la production d'haustorium à un seul par site d'infection (fig. 2G, 2H). Très rapidement après formation de l'haustorium, ce cépage produit une très forte concentration de pterostilbène. De ce fait, la désorganisation cellulaire peut être due à l'effet très toxique du pterostilbène sur les structures membranaires. En effet, Pezet et Pont (1990) ont pu montrer qu'à faible concentration déjà, le pterostilbène induit la coagulation du contenu cellulaire et la désorganisation des organelles et des membranes en moins de 30 minutes. Dans le cas du cépage 2091 (fig. 3C), cette concentration (118  $\mu\text{mol}/\text{mg}$  PF) est dix fois supérieure à l' $\text{ED}_{50}$  déterminée pour cette même molécule par Pezet *et al.* (2004a), ce qui expliquerait la désorganisation cellulaire observée et l'inhibition totale du développement du mildiou, ainsi que l'apparition rapide de nécroses, quel que soit le stade phénologique de la plante.

Chez la Muscadine, le processus d'infection est stoppé avant même le développement de structures d'infection. Juste après la pénétration du tube germinatif, les structures cellulaires du mildiou et de la plante sont détruites, avec une extrusion rapide du matériel



**Figure 2 | Développement de *Plasmopara viticola* sur différentes espèces de *Vitaceae*, 24 et 72 heures après infection (hpi) au microscope à fluorescence et à la loupe binoculaire. A, D, G, J: développement du mildiou 24 hpi respectivement sur Chasselas, Solaris, 2091 et *Muscadinia rotundifolia*. B, E, H, K: développement du mildiou 72 hpi respectivement sur Chasselas, Solaris, 2091 et *M. rotundifolia*. C, F, I, L: aspect des zones d'infection 72 hpi respectivement sur Chasselas, Solaris, 2091 et *M. rotundifolia*. h: haustorium, m: mildiou, s: stomate, v: vésicule sous-stomatique, z: zoospore. La barre d'échelle correspond à 10  $\mu\text{m}$ .**



**Figure 3 | Quantification des stilbènes 24, 48 et 72 heures après infection par *Plasmopara viticola* de quatre différentes espèces de *Vitaceae*. A: Chasselas. B: Solaris. C: 2091. D: *Muscadinia rotundifolia*. L'axe Y représente la quantité de stilbènes exprimée en  $\mu\text{mol}/\text{mg}$  PF. Les barres d'erreur correspondent à l'écart-type de trois répétitions.**

cytoplasmique cellulaire au travers des stomates (fig.1H). Comparativement aux trois autres cépages étudiés, *M. rotundifolia* (fig.3D) produit, 72 heures après l'infection, 42 fois plus de picéide que le Chasselas ( $1,04 * 10^4 \mu\text{mol/mg PF}$ ), 32 et 22 fois plus d' $\epsilon$  et  $\delta$ -viniférine que le Solaris (respectivement  $1,04 * 10^4$  et  $1,6 * 10^3 \mu\text{mol/mg PF}$ ) et 80 fois plus de pterostilbène que le cépage 2091 ( $9,4 * 10^3 \mu\text{mol/mg PF}$ ). Ce phénomène expliquerait l'apparition de nécroses très ponctuelles aux sites d'infection (fig. 2L). Comme décrit précédemment par Pezet *et al.* (2004b), la  $\delta$ -viniférine et le pterostilbène sont considérés comme les plus toxiques vis-à-vis du mildiou mais, généralement, le pterostilbène est absent ou en trop faible concentration pour avoir un effet significatif. L'inhibition totale du développement du mildiou observée chez la Muscadine peut être précisément due à la production immédiate de très hautes concentrations de stilbènes toxiques, avant même que les structures d'infection se forment. D'autres travaux ont montré que les mécanismes de résistance de la vigne n'étaient déclenchés qu'avec la formation d'haustoria fonctionnels (Díez-Navajas *et al.* 2008). Toutefois, notre travail établit que la synthèse des stilbènes peut débuter avant la formation des structures d'infections. La présence de ce mécanisme chez *M. rotundifolia* pourrait signifier que la formation des haustoria n'est pas l'étape-clé pour l'établissement de la biotrophie, et la reconnaissance de l'hôte.

## Conclusions

- Les cépages résistants au mildiou réagissent très rapidement aux infections en produisant des concentrations très élevées de stilbènes toxiques aux sites d'infection.
- Plus le développement du mildiou est stoppé rapidement, plus la réaction est localisée aux sites d'infection. La synthèse des stilbènes se fait rapidement à de très hautes concentrations, empêchant le mildiou d'établir des structures d'infection fonctionnelles.
- La production de stilbènes est un des mécanismes de défense les plus efficaces contre le mildiou. Les cépages résistants ne les synthétisent pas tous de la même façon ni dans les mêmes quantités.
- La synthèse massive de pterostilbène semble déterminante pour maintenir le niveau de résistance des cépages au mildiou dans le temps.
- La formation d'haustoria fonctionnels n'est pas l'étape-clé de l'induction des mécanismes de résistance au mildiou chez la vigne.
- L'utilisation du patrimoine génétique de *Muscadinia rotundifolia* dans le programme de sélection de cépages résistants aux maladies fongiques d'ACW, en collaboration avec l'INRA de Colmar, est une piste à poursuivre afin d'augmenter le niveau de résistance des nouvelles obtentions. ■

### Remerciements

Nous tenons à remercier Eric Remolif et Sevan Kuyumcuyan pour toute l'aide apportée durant ces expérimentations, ainsi que la fondation *Juana de Vega* (Espagne) pour son soutien financier.

### Bibliographie

- Díez-Navajas A. M., Wiedemann-Merdinoglu S., Greif C. & Merdinoglu D., 2008. Nonhost versus host resistance to the grapevine downy mildew, *Plasmopara viticola*, studied at the tissue level. *Phytopathology* **98**, 776–780.
- Díez-Navajas A. M., Greif C., Poutaraud A. & Merdinoglu D., 2007. Two simplified fluorescent staining techniques to observe infection structures of the oomycete *Plasmopara viticola* in grapevine leaf tissues. *Micron* **38**, 680–683.
- Gindro K., Pezet R. & Viret O., 2003. Histological study of the responses of two *Vitis vinifera* cultivars (resistant and susceptible) to *Plasmopara viticola* infections. *Plant Physiol. Biochem.* **41**, 846–853.
- Gindro K., Spring J.L., Pezet R., Richter H. & Viret O., 2006. Histological and biochemical criteria for objective and early selection of grapevine cultivars resistant to *Plasmopara viticola*. *Vitis* **45**, 191–196.
- Gindro K. & Pezet R., 2001. Effects of long-term storage at different temperatures on conidia of *Botrytis cinerea* Pers.: Fr. *FEMS Microbiol. Lett.* **204**, 101–104.
- Kortekamp A. & Zyprian E., 2003. Characterization of *Plasmopara*-resistance in grapevine using in vitro plants. *J. Plant Physiol.* **160**, 1393–1400.
- Langcake P., 1981. Disease resistance of *Vitis* spp. and the production of the stress metabolites resveratrol,  $\epsilon$ -viniferin,  $\delta$ -viniferin and pterostilbene. *Physiol. Plant Pathol.* **18**, 213–226.
- Pezet R., Perret C., Jean-Denis J. B., Tabacchi R., Gindro K. & Viret O., 2003.  $\delta$ -viniferin, a resveratrol dehydrodimer: one of the major stilbenes synthesized by stressed grapevine leaves. *J. Agric. Food Chem.* **27**, 5488–5492.
- Pezet R., Gindro K., Viret O. & Richter H., 2004a. Effects of resveratrol, viniferins and pterostilbene on *Plasmopara viticola* zoospore mobility and disease development. *Vitis* **43**, 145–148.
- Pezet R., Gindro K., Viret O. & Spring J.-L., 2004b. Glycosylation and oxidative dimerization of resveratrol are respectively associated to sensitivity and resistance of grapevine cultivars to downy mildew. *Physiol. Mol. Plant Pathol.* **65**, 297–303.
- Pezet R. & Pont V., 1990. Ultrastructural observations of pterostilbene fungitoxicity in dormant conidia of *Botrytis cinerea*. *J. Phytopathol.* **129**, 19–30.
- Viret O., Bloesch B., Tailens J., Siegfried W. & Dupuis D., 2001. Prévision et gestion des infections du mildiou de la vigne (*Plasmopara viticola*) à l'aide d'une station d'avertissement. *Rev. suisse Vitic., Arboric., Hortic.* **33** (2), 1–XII.

**Summary****Effectiveness of stilbenes in resistant *Vitaceae***

Leaves of different *Vitis vinifera* L. cultivars, susceptible (Chasselas) or resistant to downy mildew (Solaris and 2091), as well as the immune *Muscadinia rotundifolia* were inoculated with *Plasmopara viticola*. Samples were examined by microscopy for their ability to synthesize toxic compounds towards downy mildew at infection sites (stilbenic phytoalexins). In the susceptible Chasselas, *P. viticola* completes its life cycle with the production of functional haustoria as the cultivar produces mainly the non toxic piceide. The development of downy mildew is different in each of the other three resistant grape cultivars. In Solaris and 2091, the development is stopped after the formation of haustoria and is correlated to the synthesis of respectively  $\delta$ -viniferin and pterostilbene. In *M. rotundifolia*, downy mildew development stops immediately after germ tube penetration (without functional haustoria formation). Stilbenes are here produced exactly at the infection sites. Their concentration is at least 20 times higher than in the three other cultivars. The relevant role of stilbenes in mildew resistance of *Vitis* spp. is discussed.

**Key words:** downy mildew, epifluorescence microscopy, grapevine, leaf, stilbenes, stomata, resistance, ultrastructure.

**Zusammenfassung****Rolle der Stilbene in Mehltau-resistenten Rebsorten**

Blätter verschiedener mehlttauresistenter Rebsorten (Solaris und die neue Züchtung von ACW, Nummer 2091), verglichen mit der anfällige Sorte Chasselas und der immune Sorte *Muscadina rotundifolia* wurden mit Mehltau (*Plasmopara viticola*) infiziert. Die Proben wurden mittels verschiedener mikroskopischer Verfahren untersucht, um die biochemischen natürlichen Abwehrmechanismen gegen Mehltau (Stilbenphytoalexine) an der Infektionsstelle zu untersuchen. Auf der empfindlichen Sorte Chasselas vollendet der Mehltau seinen Entwicklungszyklus, indem Piceid (ein nicht toxisches Molekül) aus Resveratrol synthetisiert wird und funktionelle Infektionsstrukturen wie Haustorien gebildet werden. Auf den resistenten Rebsorten wird der Mehltauzyklus unterbrochen. Bei den Sorten Solaris und 2091 wird die Entwicklung des Mehltaus, in Verbindung mit der starken Produktion von  $\delta$ -Viniferin und Pterostilbene, nach der Ausbildung von Haustorien unterbrochen. Bei *Muscadinia* wird der Mehltau bereits beim Eindringen gehemmt ohne Ausbildung von funktionellen Haustorien. Die Produktion von Stilbenen ist an der Infektionsstelle lokalisiert und mindestens 20 Mal konzentrierter als bei den anderen Rebsorten. Die wesentliche Rolle der Stilbene bei der Resistenz von *Vitis* spp. wird diskutiert.

**Riassunto****Ruolo determinante degli stilbeni nella resistenza della vite a *Plasmopara viticola***

Foglie di diversi vitigni (*Vitis vinifera*) sensibili (Chasselas), oppure resistenti alla peronospora (Solaris e 2091) e la varietà immune *Muscadinia rotundifolia* sono state infettate con la peronospora (*Plasmopara viticola*). I campioni sono stati sottoposti a vari metodi di analisi microscopica per valutarne la capacità di sintetizzare composti tossici per la peronospora (fitolessine stilbeniche), in modo specifico sui siti dell'infezione. I risultati hanno evidenziato che la peronospora può portare a termine il proprio ciclo di sviluppo sul Chasselas inducendo la produzione di piceide, una molecola non tossica per il fungo, e producendo strutture d'infezioni funzionali (haustoria). Sui vitigni resistenti il ciclo è invece interrotto. Sulle varietà Solaris e 2091, l'interruzione dello sviluppo della peronospora avviene dopo la formazione di haustoria ed è correlata con la forte produzione di  $\delta$ -viniferina, rispettivamente di pterostilbene sotto le gocce d'infezione. Nella *Muscadinia*, la peronospora è bloccata già al momento della penetrazione (nessuna formazione di haustoria funzionali). La produzione di stilbeni avviene esattamente sui siti dell'infezione, con concentrazioni almeno venti volte superiori a quelle degli vitigni precedentemente descritti. Il ruolo svolto degli stilbeni per la resistenza alla peronospora da *Vitis* spp. è discusso.



La pépinière romande à votre disposition

# 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

**FELCO**<sup>®</sup>  
SWISS  MADE



## VENDANGEZ MALIN!

FELCO SA  
CH-2206 Les Geneveys-sur-Coffrane  
T +41 328 581 466 / F +41 328 571 930  
felcosuisse@felco.ch • www.felco.ch

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



Tracteur équipé de la *préailleuse Binger*

# LOEFFEL

Tracteur à roues et à chenilles hydrostatique,  
adaptable à vos vignes, pentes à 70%  
Construction et recherche mécanique viticole  
[www.loeffel-fils.com](http://www.loeffel-fils.com)

**Les Conrardes 13-2017 Boudry**  
Tél. 032 842 12 78 - Fax 032 842 55 07

**Analysez vous-mêmes vos vins!**

Pour déterminer simplement et rapidement:

- la valeur pH
- l'acidité totale
- l'acide sulfureux libre
- l'acide sulfureux total
- des réductones
- l'alcool
- etc.

Hügli-Labortec AG  
Hauptstr. 2, 9030 Abtwil  
Tél. 071 311 27 41 - Fax 071 311 41 13  
info@hugli-labortec.ch, www.hugli-labortec.ch



... selon la nature, authentique et noble: Bouchon en liège\*  
**SWISSCORK EXCEL NATUR.** Identification du vin de qualité!

**www.swisscork.ch**

info@swisscork.ch • Tél. 055 648 40 30 • Fax 055 648 40 37  
(\*écologiques et recyclables à 100%)

## 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  
Mail: [contact@dupenloup.ch](mailto:contact@dupenloup.ch)

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

**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](mailto:info@oeno-pole.ch)

**OENO PÔLE**  
Au service de la qualité

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

# Influence des propriétés mécaniques des baies de Cabernet Franc sur l'évolution et l'extractibilité des anthocyanes

Imen ZOUID, René SIRET, Emira MEHINAGIC, Chantal MAURY et Frédérique JOURJON

UPSP GRAPPE, UMT VINITERA, Ecole supérieure d'agriculture, rue Rabelais 55, BP 30748, F-49007 Angers Cedex 01, France

Renseignements: Frédérique Jourjon, e-mail: f.jourjon@groupe-esa.com, tél. +33 241 23 55 55



Cabernet Franc du Pays de la Loire (F).



Mesure des propriétés mécaniques du raisin.

## Introduction

La qualité des vins rouges dépend essentiellement de la qualité du raisin et des techniques de vinification adoptées. Elle est déterminée particulièrement par les composés phénoliques, notamment les anthocyanes qui sont responsables de la couleur rouge (Cheynier *et al.* 1994). Les anthocyanes s'accumulent dans la pellicule de la baie au niveau des vacuoles des cellules hypodermiques (Amrani Joutei et Glories 1995; Boos et

Davies 2009). La diffusion, depuis la pellicule, de ces composés vers le milieu liquide dépend de la tendance des parois cellulaires à les laisser passer. La perméabilité de la pellicule est liée à la structure des cellules et du tissu cellulaire. Un des phénomènes permettant la diffusion des anthocyanes est la dégradation des polymères pariétaux. La perte de la fermeté du fruit au cours de la maturation et de la dégradation des pectines a été particulièrement étudiée. En effet, on associe le ramollissement de beaucoup de fruits à une perte



de fermeté et à des modifications structurales des parois cellulaires. Cependant, il est difficile d'expliquer les mécanismes mis en jeu et le lien avec les différents phénomènes physiologiques impliqués dans la modification des parois au cours de la maturation. Dans ce contexte, des investigations basées sur l'utilisation de techniques objectives pour mesurer les propriétés mécaniques et rhéologiques des baies de raisin peuvent être utiles. De nombreux travaux menés sur différents fruits tels que la tomate et la pomme ont montré des corrélations significatives entre l'évolution de la texture, la composition chimique et la qualité organoleptique (Bourne 2002; Mehinagic *et al.* 2004; Van Linden 2007). Sur le raisin, les travaux sont plus limités: de récents travaux ont étudié l'évolution des propriétés mécaniques de la baie en relation avec la maturation ou/ et le type de terroir (Le Moigne 2008; Rolle *et al.* 2008; Maury *et al.* 2009; Torchio *et al.* 2010). Cependant, plus d'informations sur la contribution du comportement rhéologique du raisin à la diffusion des composés phénoliques sont requises. Ce dernier point constitue l'objectif de ce travail.

## Matériel et méthodes

### Origines des échantillons étudiés

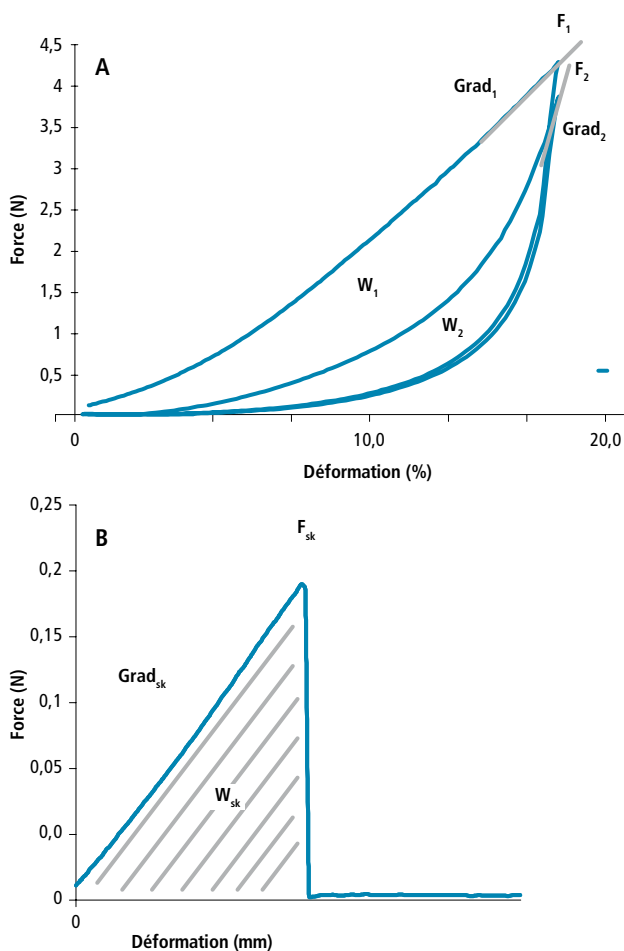
Des raisins de Cabernet Franc ont été prélevés hebdomadairement du 10 septembre au 8 octobre 2007 (cinq stades de maturation respectivement codés C, D, E, F et G). La première date (10 septembre) correspond à 21 jours après mi-véraison, et la dernière date (8 octobre) correspond à la vendange. Afin de prendre en compte une part de la variabilité liée à l'origine du matériel végétal, des baies provenant de trois parcelles différentes (1, 2 et 3) dans le Val de Loire (France) ont été sélectionnées. Les parcelles géographiquement proches sont cependant caractérisées par des types de sol différents. Le sol de la parcelle 1 est à dominante argileuse, celui de la parcelle 2 est plutôt sableux tandis que la parcelle 3 possède un sol du type arénacé vert. Afin de prendre en compte l'hétérogénéité de la parcelle et de suivre le développement général du raisin, 450 baies, avec leurs pédicelles, ont été prélevées aléatoirement sur chaque parcelle et à chaque stade de maturation. Les baies ont ensuite été divisées en trois lots: le premier, composé de 50 baies, destiné à l'étude des propriétés mécaniques mesurées par double compression; le deuxième, composé de 30 baies, pour une mesure de pénétration sur baie et le troisième, composé de 300 baies, pour l'étude de l'extractibilité des anthocyanes de la pellicule de raisin. >

### Résumé

La qualité des vins rouges dépend de nombreux facteurs relatifs à la qualité de la matière première et aux techniques de vinification employées. Elle est déterminée en grande partie par les composés phénoliques, plus particulièrement les anthocyanes qui sont responsables de la couleur rouge. Leur extraction à partir de la baie de raisin s'effectue, au cours des procédés de vinification, essentiellement pendant la phase de macération. Leur libération dans le milieu liquide est notamment conditionnée par la dégradation des polysaccharides des parois végétales de la baie de raisin. Ce travail vise à mieux comprendre la contribution, au cours de la maturation, des propriétés mécaniques de la baie de raisin à l'extractibilité des anthocyanes. Les propriétés mécaniques des baies ont été déterminées par des mesures de double compression et de pénétration. En parallèle, l'évolution de l'extractibilité des anthocyanes en milieu hydroalcoolique au cours de la maturation a été déterminée. Les résultats ont montré des différences significatives en termes de propriétés mécaniques et d'extractibilité des anthocyanes des baies de raisin pendant la maturation. Un modèle de régression linéaire multiple a été établi pour expliquer l'évolution de l'extractibilité des anthocyanes, en utilisant les propriétés mécaniques des baies de raisin comme variables. Nos résultats montrent que le potentiel d'extraction des anthocyanes peut être lié et prédit par les propriétés mécaniques des baies de raisin. À terme, ces résultats permettraient de fournir aux professionnels de la filière un outil d'aide à la décision afin de mieux piloter les itinéraires de vinification en fonction du potentiel qualitatif des raisins.

### Double compression

La mesure de double compression est réalisée avec une machine universelle de texture de type MTS, Synergie 200. Les baies sont placées en position équatoriale entre deux plateaux et compressées à hauteur de 20 %, à une vitesse de 50 mm.min<sup>-1</sup> (fig.1A). Les courbes de force en fonction de la déformation sont analysées et huit paramètres ont été extraits pour chaque mesure: la force maximale de la 1<sup>re</sup> compression (**F<sub>1</sub>**) en Newton (N), la force maximale de la 2<sup>e</sup> compression (**F<sub>2</sub>**) (N), le travail lié au 1<sup>er</sup> et 2<sup>e</sup> cycle de compression (**W<sub>F1</sub>** et **W<sub>F2</sub>**) respectivement en mJ, la pente de la 1<sup>re</sup> compression (**Grad<sub>1</sub>**) et celle de la 2<sup>e</sup> compression (**Grad<sub>2</sub>**) en N/mm. Deux paramètres complémentaires en sont déduits: la **cohésion** qui est le rapport entre **W<sub>F2</sub>** et **W<sub>F1</sub>** et le caractère **gommeux** qui est le produit entre **F<sub>1</sub>** et la **cohésion**.



**Figure 1** | (A) Courbe type de double compression Force/Déformation obtenue à partir des baies de raisin de Cabernet Franc. (B) Courbe type de pénétrométrie Force/Déformation obtenue à partir des baies de raisin de Cabernet Franc.

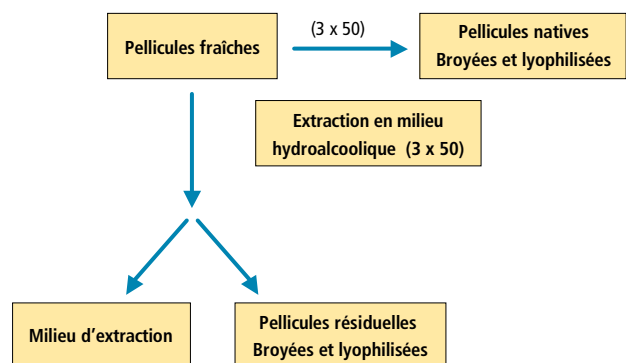
### Pénétrométrie

Le test de pénétrométrie a été effectué sur les baies de raisin selon Maury *et al.* (2009). La mesure s'effectue sur les baies en position équatoriale à une vitesse de 8 mm/min à une profondeur de 2 mm avec une sonde de 0,16 mm de diamètre. Les courbes force/déformation (fig. 1B) ont pu être analysées et trois paramètres ont été extraits: la force à la rupture (**F<sub>sk</sub>**) en N; l'énergie nécessaire pour pénétrer la baie (**W<sub>sk</sub>**) en mJ et la pente associée à la force à la rupture (**Grad<sub>sk</sub>**) en N/mm, correspondant au module de Young selon Letaief *et al.* (2008).

### Extraction en milieu hydroalcoolique

Les pellicules issues de 50 baies sont placées dans des flacons hermétiques contenant 150 ml de solution modèle composée de 12 % EtOH, 3 g/l d'acide tartrique, 100 mg/l de SO<sub>2</sub> (Fournand *et al.* 2006). Le pH est ensuite ajusté à 3,5 et les flacons sont rendus inertes avec de l'azote et placés à une température constante de 20 °C pendant sept jours. A la fin de la macération, les liquides d'extraction ainsi que le matériel végétal résiduel ont été récupérés séparément. Toutes les expérimentations d'extraction ont été réalisées en triplicata. Le récapitulatif du matériel végétal étudié est rapporté dans la figure 2.

Le broyat lyophilisé obtenu à partir des pellicules initiales (40 mg), ainsi que celui obtenu à partir des pellicules résiduelles de l'extraction en solution modèle, sont soumis à une extraction avec 2 ml de méthanol et 2 x 2 ml d'acétone/eau/TFA (70/30/0,05, v/v/v). Les surnageants collectés et réunis, soit 8 ml, sont alors évaporés à 30 °C pendant trois heures. Les extraits secs sont repris dans 1,5 ml de méthanol/eau/HCl (10/89/1, v/v/v). L'analyse et la quantification des anthocyanes libres par CLHP selon Le Moigne (2008) sont réalisées sur l'en-



**Figure 2** | Récapitulatif du protocole utilisé avec le matériel végétal étudié pour la détermination de l'extractibilité des anthocyanes.

semble des échantillons et sur les extraits des solutions modèles. Le taux d'extraction des anthocyanes est calculé en faisant le rapport des quantités extraites dans le milieu de macération divisées par les quantités initialement présentes dans le matériel végétal.

### Traitements des données

Des analyses statistiques telles que des tests LSD (Least Significant Differences), une ANOVA à deux facteurs ainsi qu'une analyse de la régression multiple ont été réalisées à l'aide du logiciel Statgraphics® Plus 5.0.

## Résultats

### Propriétés mécaniques de la baie de raisin

Selon l'ANOVA, des différences significatives à un seuil de 5 % entre les dates de maturité et les parcelles pour tous les paramètres de la double compression sont observées (tabl.1). Le comportement rhéologique des baies de raisin déterminé par la double compression montre, au cours de la maturation, de légères variations qui restent cependant significatives. Les valeurs de tous les paramètres ( $F_1$ ,  $F_2$ ,  $W_{F1}$ ,  $W_{F2}$ ,  $Grad_1$ ,  $Grad_2$  et **gommeux**), à l'exception de la **cohésion**, diminuent au cours de la maturation. On note aussi une légère aug-

**Tableau 1 | Valeurs de Fisher et probabilités associées des analyses de variance à deux facteurs (date et parcelle) sur les variables de la double compression**

Para-mètres	Date		Parcelle		Date x Parcelle	
	F-ratio	p-value	F-ratio	p-value	F-ratio	p-value
$F_1$	9,88	< 0,001	7,38	< 0,001	2,28	< 0,05
$F_2$	8,98	< 0,001	7,09	< 0,001	2,52	< 0,05
$Grad_1$	4,29	< 0,01	5,41	< 0,01	2,48	< 0,05
$Grad_2$	6,30	< 0,001	3,95	< 0,05	1,77	ns
$W_{F1}$	7,70	< 0,001	13,33	< 0,001	2,32	< 0,05
$W_{F2}$	7,05	< 0,001	10,95	< 0,001	2,25	< 0,05
<b>Cohésion</b>	3,35	< 0,01	9,47	< 0,001	3,88	< 0,001
<b>Gommeux</b>	7,98	< 0,001	6,71	< 0,01	2,52	< 0,05

**Tableau 2 | Valeurs de Fisher et probabilités associées des analyses de variance à deux facteurs (date et parcelle) sur les variables de la pénétration**

Para-mètres	Date		Parcelle		Date x Parcelle	
	F-ratio	p-value	F-ratio	p-value	F-ratio	p-value
$F_{sk}$	2,81	< 0,05	1,11	ns	0,71	ns
$Grad_{sk}$	16,21	< 0,001	10,49	< 0,001	1,16	ns
$W_{sk}$	0,85	ns	6,22	< 0,01	0,37	ns

mentation de la valeur de ces paramètres au moment de la date de vendange (date G). Selon Coombe et Phillips (1980), le ramollissement de la baie est dû à la diminution de l'élasticité du péricarpe. La fermeté de la baie dépend essentiellement de la pression de la turgescence et de la structure des parois cellulaires (Du Plessis 2008; Goulao et Oliveira 2008). Les mesures de la double compression ont, au travers de nos résultats, montré que les propriétés rhéologiques des baies évoluent pendant la maturation et qu'elles sont également dépendantes du type de parcelle d'où proviennent les baies analysées.

La pénétration permet de mesurer la capacité de la pellicule à se déchirer et donc de fournir d'éventuelles informations en lien avec la libération des composés phénoliques de la pellicule. Plusieurs auteurs ont utilisé cette technique dans le but de suivre la maturation ou bien de différencier les cépages.

Le paramètre module de Young ( $Grad_{sk}$ ) permet de différencier les stades de maturation étudiés pour chaque parcelle (tabl.2). Les valeurs de ce dernier diminuent au cours de la maturation (respectivement 0,38–0,33, 0,37–0,28 et 0,38–0,30 N/mm pour les parcelles 1, 2 et 3). Ces résultats sont en accord avec les travaux de Vargas *et al.* (2001) qui ont montré que le gradient ou le coefficient d'élasticité peut être considéré comme un bon indicateur de la texture de la baie pour le cépage Thompson.

L'ensemble de ces résultats montrent l'intérêt d'apprécier l'évolution des propriétés mécaniques des baies par des méthodes complémentaires (double compression et pénétration). En effet, chaque technique permet d'appréhender différemment le comportement mécanique de la baie. L'étude simultanée des propriétés mécaniques des baies à l'aide de ces deux méthodes physiques a permis une interprétation globale de la perte de fermeté de la baie au cours de la maturation.

### Evolution et extractibilité des anthocyanes de la pellicule au cours de la maturation

Cette partie du travail a pour objectif d'étudier, au cours de la maturation des raisins, l'évolution quantitative et qualitative des anthocyanes au sein de la pellicule ainsi que leur extractibilité en solution modèle hydroalcoolique. Le suivi de la quantité des anthocyanes libres au sein des pellicules a été effectué par chromatographie CLHP. En intégrant la totalité des anthocyanes libres absorbant à 520 nm, des différences significatives sont observées entre les différentes dates

et les parcelles. Les formes libres des anthocyanes diminuent légèrement à la date de vendange. Ces résultats sont en accord avec les travaux de Vicens (2007). Le suivi de la richesse en anthocyanes des raisins est un critère de qualité appelé «maturité phénolique». Il a souvent été observé que les baies riches en composés phénoliques ne produisent pas nécessairement des vins aussi riches en composés phénoliques, d'où l'intérêt de déterminer leur extractibilité.

Dans notre étude, une évolution significative du taux d'extraction des anthocyanes calculé par rapport aux quantités initialement présentes a été observée durant la phase de maturation. En effet, on note une augmentation de ce ratio au cours des deux premières semaines de l'étude (dates C et D) (fig.3). Le pourcentage d'extraction atteint son maximum à la date D pour toutes les parcelles puis diminue de la date E à la date F pour augmenter de nouveau à la date G.

#### Paramètres mécaniques de la baie et extractibilité des anthocyanes

Dans le but de déterminer des liens potentiels entre les propriétés mécaniques et l'extractibilité des composés phénoliques de la baie de raisin, la capacité des variables de la texture à décrire l'évolution du pourcentage d'extraction des anthocyanes de la pellicule a été évaluée. Pour cela, le pourcentage d'extraction constitue la variable à évaluer à l'aide d'un modèle de régression à variables multiples. Les variables explicatives dans ce cas sont la texture et le degré Brix.

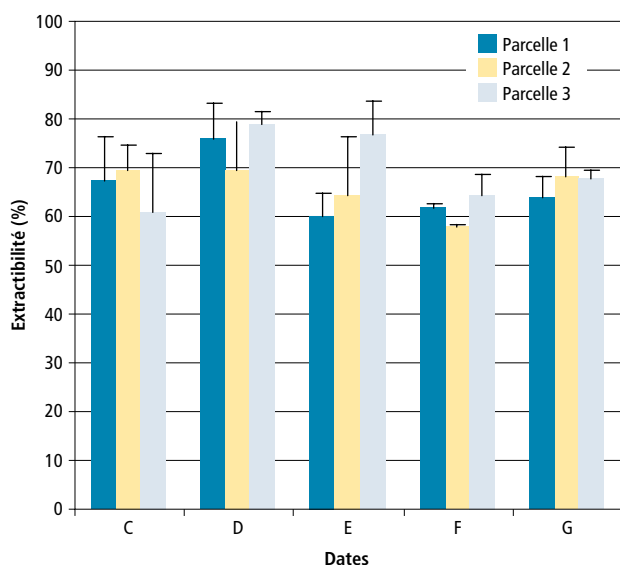


Figure 3 | Evolution des pourcentages d'extraction des anthocyanes libres au cours de la maturation.

Le meilleur modèle prédictif du pourcentage d'extraction des anthocyanes de la pellicule (fig. 4) est significatif au seuil de 0,01 avec un coefficient de corrélation de 82 %:

$$EY(AT) = 902,68 \times W_{sk} - 900,86 \times F_{sk} + 317,57 \times Grad_{sk} + 91,39 \times W_1 - 223,98 \times W_2 + 103,74 \times Grad_1 - 6,17 \times \text{°Brix} + 211,46.$$

Cela nous permet de confirmer en premier lieu les liens entre les propriétés mécaniques des baies et l'extractibilité des anthocyanes de la pellicule. Il semble aussi que les raisins ayant un module de Young  $Grad_{sk}$  élevé, et donc un caractère spongieux, permettent plus facilement la diffusion des anthocyanes de la pellicule dans des solutions modèles hydroalcooliques. Pour confirmer ce premier résultat, il semble donc important de travailler sur un réseau de parcelles plus important pendant plusieurs millésimes. Les relations entre les propriétés mécaniques des baies et l'extractibilité des anthocyanes de la pellicule ont été mises en évidence.

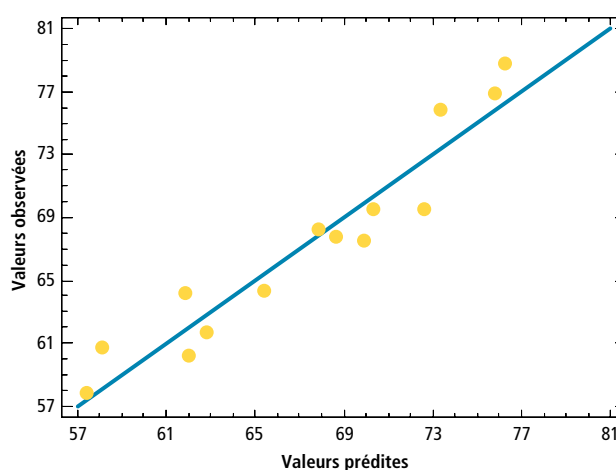


Figure 4 | Valeurs observées du pourcentage d'extraction des anthocyanes par rapport aux valeurs prédites.

## Conclusions

- Ce travail vise à mieux comprendre la contribution, au cours de la maturation, des propriétés mécaniques de la baie de raisin à l'extractibilité des anthocyanes.
- Un modèle de régression linéaire multiple a été établi pour expliquer l'évolution de l'extractibilité des anthocyanes, en utilisant les propriétés mécaniques des baies de raisin comme variables.
- Nos résultats montrent que le potentiel d'extraction des anthocyanes peut être lié et prédit par les propriétés mécaniques des baies de raisin.
- A terme, ces résultats permettraient de fournir aux professionnels de la filière un outil d'aide à la décision pour mieux piloter les itinéraires de vinification en fonction du potentiel qualitatif des raisins et notamment de la mesure de leurs propriétés texturales.

## ■ Links between mechanical properties of grape berries during ripening and extractability of their skin anthocyanins

### Summary

The understanding of the mechanical behavior of winegrapes during ripening and its impact on the release of anthocyanins is important for wine quality control. The characterization of the mechanical properties of grape berries appears to be an essential parameter for understanding grape ripening, owing to its key role regarding the main compounds responsible for wine quality such as anthocyanins. Nevertheless, few studies have been conducted on wine grape texture analyses. The evolution of the mechanical properties of Cabernet Franc grapes belonging to three different vineyards during ripening was studied by performing rheological tests (compression and puncture tests) and correlating these changes with their degree of ripeness and with skin anthocyanin extractability. Results show that differences in the easiness of anthocyanin extraction could be linked to differences in the mechanical behavior of berries and that the extraction yield of anthocyanins from grapes could be predicted by their rheological properties.

**Key words:** ripening, compression, puncture test, anthocyanins extractability, grapes.

## Bibliographie

- Amrani Joutei K. & Glories Y., 1995. Tanins et anthocyanes: localisation dans la baie de raisin et mode d'extraction. *Rev. franc. Enol.* **153**, 28–31.
- Boss P. K. & Davies C., 2009. Molecular biology of anthocyanin accumulation in grapes berries. *In: Grape molecular physiology of biotechnology*, éd. Springer Netherlands, 263–292.
- Bourne M. C., 2002. Food texture and viscosity, concept and measurement, 2nd ed. London Academic Press, Elsevier, 487 p.
- Cheynier V., Souquet J., Kontek A. & Moutounet M., 1994. Anthocyanin degradation in oxidising grape musts. *J. Sci. Food Agric.* **66**, 283–288.
- Coombe B. G. & Phillips P. E., 1980. Development of the grape berry. III. Compositional changes during veraison measured by sequential hypodermic sampling. UCD Grape and Wine Continental Symposium. University of California, Davis.
- Du Plessis B. W., 2008. Cellular factors that affect table grape berry firmness. Master Thesis, Stellenbosch University.
- Fourmand D., Vicens A., Sidhoum L., Souquet J. M., Moutenet M. & Cheynier V., 2006. Accumulation and extractability of grape skin tannins and anthocyanins at different advanced physiological stages. *J. Agric. Food Chem.* **54**, 7331–7338.
- Goulao L. F. & Oliveira C. M., 2008. Cell wall modifications during fruit ripening: when a fruit is not the fruit. *Trends Food Sci. Technol.* **19**, 4–25.
- Le Moigne M., 2008. Recherche de mesures innovantes pour suivre la qualité du raisin de Cabernet Franc pendant la maturation. Thèse de doctorat, de l'Université d'Angers, 254 p.
- Letaief H., Rolle L. & Gerbi V., 2008. Assessment of the grape skin hardness by a puncture test. *J. Sci. Food Agric.* **88**, 1567–1575.
- 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. *J. Texture Studies* **40**, 511–535.
- Mehinagic E., Royer G., Bertrand D. & Jourjon F., 2004. Prediction of the sensory quality of apples by physical measurements. *Postharvest Biology and Technology* **34**, 257–269.
- Rolle L., Torchio F., Zeppa G. & Gerbi V., 2008. Anthocyanin extractability assessment of grape skins by texture analysis. *J. Int. Sci. Vigne Vin* **42**, 157–162.
- Torchio F., Cagnasso E., Gerbi V. & Rolle L., 2010. Mechanical properties, phenolic composition and extractability indices of Barbera grapes of different solids contents from several growing areas. *Anal. Chim. Acta* **660**, 183–189.
- Van Linden Veerle, 2007. Identification of fruit parameters responsible for impact-bruising of tomatoes. Thèse n° 732, Faculté Bio-ingénieurswetenschappen Van de K. U. Leuven, 167 p.
- Vargas A., Perez J., Zoffoli J.P. & Perez A., 2001. Comparación de variables de textura en la medición de firmeza de bayas de uva Thompson seedless. *Cien. Inv. Agr.* **28**, 37–42.
- Vicens A., 2007. Etude de l'évolution des composés phénoliques et des polysaccharides pariétaux de la pellicule de raisin pendant la maturation – Impact sur leur extractibilité en milieu hydroalcoolique. Thèse de doctorat, de l'Université Montpellier II, 194 p.

**Zusammenfassung****Einfluss der mechanischen Eigenschaften der Cabernet-Franc-Trauben auf das Reifen und die Extrahierbarkeit von Anthocyanen**

Die Qualität der Rotweine hängt von zahlreichen Faktoren ab, die mit der Qualität des Rohstoffs und den angewandten Weinbereitungstechniken in Beziehung stehen. Sie wird grösstenteils durch die Phenol-Verbindungen bestimmt, und besonders durch die Anthocyanine, die für die rote Farbe verantwortlich sind. Deren Auszug aus den Trauben findet während der Weinbereitung statt, das heisst hauptsächlich während der Mazeration, und ihre Freisetzung im flüssigen Milieu ist vor allem durch die Degradation der Polysaccharide in der Beerenfruchtschale bedingt. Diese Arbeit zielt darauf, den Anteil der mechanischen Eigenschaften der Trauben zur Extraktionsfähigkeit der Anthocyanine während der Reifungsphase besser zu verstehen. Die mechanischen Eigenschaften der Beeren sind durch Messungen der doppelten Kompression und der Penetrometrie bestimmt worden. Parallel dazu ist die Entwicklung der Extraktionsfähigkeit der Anthocyanine im hydroalkoholischen Milieu im Verlauf der Reife definiert worden. Die Ergebnisse haben signifikante Unterschiede bezüglich der mechanischen Eigenschaften und der Extraktionsfähigkeit der Anthocyanine der Beeren während der Reife gezeigt. Es wurde ein Modell der mehrfachen linearen Regression erstellt, um die Entwicklung der Extraktionsfähigkeit der Anthocyanine zu erklären, indem man die mechanischen Eigenschaften der Beeren als Variable nutzt. Unsere Ergebnisse zeigen, dass das Extraktionspotenzial der Anthocyanine möglicherweise durch die mechanischen Eigenschaften der Beeren bedingt ist und vorausgesagt werden kann. Auf Dauer würden diese Ergebnisse den Fachleuten des Berufszweiges gestatten, bei ihren Entscheidungen über ein Hilfsmittel zu verfügen, das Ihnen erlaubt, den Verlauf der Weinbereitung gemäss dem qualitativen Potenzial der Trauben besser zu steuern.

**Riassunto****Proprietà meccaniche delle bacche di Cabernet Franc durante la maturazione: relazione con l'evoluzione degli antociani e la loro estraibilità in soluzione idroalcolica**

La qualità dei vini rossi dipende da numerosi fattori relativi alla qualità della materia prima e alle tecniche di vinificazione adottate. In larga misura è legata ai composti fenolici e in particolare agli antociani, responsabili del colore rosso, la cui estrazione dalle bacche avviene essenzialmente durante la vinificazione, nella fase di macerazione. La loro diffusione nel mezzo liquido è particolarmente condizionata dalla degradazione dei polisaccaridi delle pareti vegetali dell'acino. Il lavoro mira a meglio comprendere l'effetto delle proprietà meccaniche della bacca e l'estraibilità degli antociani durante la maturazione. Le proprietà meccaniche delle bacche sono state determinate per doppia compressione e penetrometria. Parallelamente è stata determinata l'evoluzione dell'estraibilità degli antociani in soluzione idroalcolica durante la maturazione. I risultati mostrano, in termini di proprietà meccaniche e di estraibilità degli antociani dalla bacca durante la maturazione, delle differenze significative. Per spiegare l'evoluzione dell'estraibilità degli antociani è stato messo a punto un modello di regressione lineare multiplo utilizzando le proprietà meccaniche delle bacche come variabili. I nostri risultati rivelano che il potenziale di estrazione degli antociani può essere legato e stimato sulla base delle proprietà meccaniche dell'acino. In conclusione, questi risultati permetteranno di fornire uno strumento utile a supporto dei tecnici nelle scelte di vinificazione in funzione del potenziale qualitativo delle uve.

**Martin Auer Pépinières Viticoles 8215 Hallau**

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

**Assortiment complet: Chasselas, Pinot noir**Toutes spécialités, porte-greffes (33, 42, 50 cm), raisins de table.  
Demandez notre brochure en couleur sur les variétés.**C'est le bon moment pour votre choix!**

Service de plantation à la machine. Tubes de protection TUBEX



**Flavy FX**
**De nombreux utilisateurs  
en Suisse****La filtration tangentielle Bourbes et Vins****La solution "2 en 1" pour filtrer toute l'année.**

Fort de son expertise en filtration des vins, Bucher Vaslin développe la technique de filtration tangentielle pour le traitement des bourbes pendant les vendanges.

Bourbes et Vins sont ainsi traités avec le même filtre, pour un fonctionnement toute l'année. Cette nouvelle solution "2 en 1" présente plusieurs atouts : une valorisation du produit fini, un gain économique indéniable et une réelle valeur ajoutée pour la cave.

bb communication ouverte - 10496


**Nos concessionnaires agréés :****Avidor Valais**3960 Sierre  
Tél. 027/456 33 05**Gigandet SA**1853 Yverne  
Tél. 024/466 13 83**J. Jacques Hauswirth**1183 Bursins  
Tél. 021/824 11 29**Bucher Vaslin - Philippe Besse**CH-1787 Mur/Vully - Tél. 079/217 52 75  
philippe.besse@buchervaslin.com**BUCHER**  
vaslin[www.buchervaslin.com](http://www.buchervaslin.com)  
Votre réussite est notre priorité**Pépinières Viticoles - Ph. Rosset**

- Toutes variétés sur divers porte-greffes.
- Plantation de vos vignes à la machine.
- TUBEX, 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](mailto:rossetp@domainerosset.ch) - [www.domainerosset.ch](http://www.domainerosset.ch)



**PLANTS DE VIGNES**  
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



**CLIMAT GESTION**

CLIMAT GESTION SA [www.cgsa.ch](http://www.cgsa.ch)  
Rte de Merdesson | 1955 St-Pierre-de-Clages  
Tél: 027 395 12 08 | Fax: 027 395 21 08 | [www.cgsa.ch](http://www.cgsa.ch)

**Pépinières viticoles**



**Héli Dutruy**  
Ch. du Lac 2  
1297 Founex  
Tél. 022 776 16 39  
Fax 022 776 64 24

Depuis 3 générations, nous participons à l'évolution du vignoble suisse par:

- \*\*\* la production de plants de vignes de haute qualité \*\*\*
- \*\*\* la sélection des meilleurs clones et souches de cépages nobles \*\*\*
- \*\*\* la production de nos propres porte-greffes \*\*\*
- \*\*\* un service digne de ce nom. \*\*\*

## Vigne & Cave AVIDOR Sàrl

ZI Prés-de-Bamps C  
Route des Artisans  
1072 Forel-Lavaux  
info@vigneetcave.ch  
www.vigneetcave.ch

**Christophe Légeret**  
Tél. : 021 946 52 00  
Fax : 021 946 30 28  
Mobile: 079 438 45 80

**Horaires** Magasin: Lu-Ve: 0730 - 1200 (après-midi sur rdv)  
Atelier: Lu-Me: 0730 - 1800

### DÉMO CHENILLETTE GRIZZLY PERSONNALISÉE



## 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





Pépinières

viticoles

**Pierre Richard**  
Le Closelet  
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.
- Plantation machine.
- Location tarrière.
- Location arrache souches.

E-mail: pepiniere.richard@hispeed.ch



**NOUVEAU F3010** **VINITECH SIFEL** **TROPHÉE BRONZE 2010**



Le seul sécateur au monde disposant de 4 têtes interchangeables à demi ouverture réglable.

  
Light

  
Medium

  
Maxi

**CERCLE DES AGRICULTEURS**  
15 Rue des Sablières  
1242 SATIGNY Suisse  
Tél : (+41) 022 30 61 010  
Fax : (+41) 022 30 61 011





Des plantes de qualité pour un meilleur rendement

**Deux nouveaux framboisiers robustes et profitables**

# TulaMagic®

Le nouveau framboisier d'été avec de très gros fruits à l'arôme fin. Mûri 10 jours plus tôt que Tulameen.

# Himbo-Top®



Framboisier d'automne, nouvelle qualité. Très gros fruits, arôme typique. Très robuste et lucratif.

# Hauenstein Rafz

BAUMSCHULEN



Hauenstein SA · Pépinières · 8197 Rafz  
Tél. 044 879 11 22 · Fax 044 879 11 88  
info@hauenstein-rafz.ch · www.hauenstein-rafz.ch





## PÉPINIÉRISTES!

Pour vos cires et paraffines, ainsi que pour tout votre matériel, passez dès maintenant vos commandes à

### Jean-François Kilchherr

## Fournitures pour pépiniéristes

Grand-Rue 8  
1297 Founex

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

Catalogue sur demande



Emballages en gros  
Matériel de cave



Attacheuse de branches à fruits à agrafes  
Disponible dans vos Landi, Agro-centre, Agrol

Rue de la Gare 20    Tél 032 751 37 95  
2525 Le Landeron    Fax 032 751 31 44  
www.angelrath.ch    info@angelrath.ch

**CUVES EN STOCK**  
Support à barrique 225 lt. dès 172.-

**GROUPEMENT CARTON**  
POUR FIN JANVIER  
CONTACTEZ-NOUS



Equipement de cave et de vigne - Filtres - Pompes à vin  
Cuves inox Standard, sur mesures et polyester - Pressoirs  
Emballages carton (poste) - Caisses bois - Rubans adhésifs

# Perception des attributs du terroir par les consommateurs de vins

Ronan SYMONEAUX et Isabelle MAITRE, GROUPE ESA – Unité GRAPPE, Ecole supérieure d'agriculture, rue Rabelais 55, BP 30748, F-49007 Angers Cedex 01, France

Renseignements: Ronan Symoneaux, e-mail: r.symoneaux@groupe-esa.com, tél. +33 241 23 55 55



La perception des attributs du terroir, notamment par le biais de l'étiquette, a été examinée à l'aide d'une analyse conjointe auprès de 134 consommateurs.

## Introduction

La connaissance du ressenti des consommateurs est un enjeu important pour la filière du vin. L'écoute, la compréhension des clients sont des gages de réussite pour la commercialisation des produits. La typicité d'un vin, son image, sa connaissance font probablement partie des facteurs déterminants de l'acte d'achat. Si les marques agro-alimentaires ont bâti leur image sur leur savoir-faire individuel, les produits d'Appellation d'origine ont acquis une notoriété sur les savoir-faire collec-

tifs et les notions de typicité, de terroir. Celles-ci interviennent probablement de façon significative dans la construction de l'acte d'achat (Skuras et Vakrou 2002) et peuvent également jouer un rôle sur la perception sensorielle du consommateur (Wilson *et al.* 2007, 2008; Symoneaux *et al.* 2004).

Comment ces différentes spécificités d'un type de vin: sensorielles, historiques, géographiques, analytiques, techniques influencent-elles l'appréciation finale du consommateur et son acte d'achat? Quel est l'impact d'un discours sur le terroir auprès des

consommateurs? Comment rendre efficace la communication autour du terroir? Les objectifs de ce travail sont triples:

- tester l'intérêt de messages inscrits sur la bouteille, faisant référence aux attributs du terroir et leur impact sur la perception des qualités intrinsèques du vin
- les comparer à l'impact de ceux autour de l'appellation
- étudier la performance d'un message commercial expliquant aux consommateurs ce qu'est le terroir.

## Matériel et méthodes

### Analyse conjointe

Elle permet de comprendre la «structure de préférence» des consommateurs (Sanchez et Gil 1997; Moskowitz *et al.* 2004; Moskowitz et Silcher 2006). Dans le cas du vin, différents aspects de la qualité influencent l'appréciation globale: sa qualité perçue (toutes les informations données sur le vin y contribuent) et sa qualité ressentie lors de la dégustation. Selon les individus, tel ou tel élément de la qualité aura plus ou moins d'importance, le consommateur les hiérarchisant. L'analyse conjointe mesure non seulement l'importance de chaque facteur dans la décision générale, mais aussi l'influence des différents niveaux de chaque facteur dans la formation de la préférence générale. Cette méthode est utilisée en marketing sur les différents attributs du *mix marketing* mais très rarement en intégrant une variable sensorielle, notamment une dégustation.

### Plan expérimental de l'analyse conjointe

Trois facteurs à trois niveaux ont été définis.

Le premier facteur permet d'étudier l'impact des **caractéristiques sensorielles** du vin (SENSO). Trois vins sensoriellement très différents ont été proposés aux consommateurs pour étudier à quel point leurs caractéristiques organoleptiques les influencent lors de la consommation du produit. Ces vins ont ainsi été sélectionnés au sein de l'appellation Saumur Champigny et proviennent du même cépage (Cabernet franc). Le Panel expert «vin» du laboratoire GRAPPE a dégusté les vins et confirmé les caractéristiques sensorielles de ceux-ci:

- un vin fruité (FRUIT): Saumur Champigny Réserve 2006 – Cave des Vignerons de Saumur
- un vin puissant (PUIS): Saumur Champigny Les Poyeux 2005 – Cave des Vignerons de Saumur
- un vin boisé (BOIS): Saumur Champigny Emotions 2005 – Cave des Vignerons de Saumur.

**Résumé** ■ Le concept de «Terroir» dans la filière viticole intègre plusieurs dimensions: sol, territoire, savoir-faire, etc. Cette notion est relativement complexe et difficilement compréhensible par tous les consommateurs. Les professionnels utilisent ce concept mais sans réellement connaître son impact sur les consommateurs. L'objectif de ce travail est de mesurer l'influence d'une communication faisant appel aux attributs du terroir (le sol, la parcelle et le cépage) sur l'appréciation des vins, en intégrant également la notion de l'appellation et les caractéristiques sensorielles des vins. La méthode d'analyse conjointe utilisée a permis d'explorer les interactions entre les informations écrites sur les bouteilles et le vin. Cent trente-quatre consommateurs ont participé à ce projet. Selon les dégustateurs, les messages écrits sur l'étiquette et l'appellation ont une influence importante sur la perception des consommateurs. Il a été possible d'identifier différentes sensibilités. Dans certains cas, l'étiquette, et plus encore l'appellation, ont une forte influence sur la perception du vin.

**L'appellation d'origine contrôlée** est par définition un élément important dans la définition du terroir. Aussi, nous avons souhaité faire varier celle-ci sur les étiquettes pour mesurer son importance dans l'appréciation du produit par le consommateur. Trois niveaux ont ainsi été définis:

- Vins du Val de Loire (VDL)
- Saumur (SAU)
- Saumur Champigny (SCH).

Enfin, pour présenter les attributs du **terroir** aux consommateurs, le nom du vin sur l'étiquette et les informations sur la contre-étiquette ont été adaptés en intégrant soit une information liée aux terroirs (le sol ou la parcelle), soit une information liée au cépage et aux caractéristiques sensorielles induites. Pour cela, l'étiquette sur le devant de la bouteille comportait un nom (respectivement Les Tuffeau, Les Pouches, Cabernet franc) cohérent avec les messages présentés sur la contre-étiquette. Les trois niveaux identifiés faisaient donc référence à trois attributs du terroir et à la typicité des vins: l'impact des caractéristiques du sol, la notion d'espace délimité, proche de la notion d'unité terroir de base (Morlat 1989) et le lien au cépage puisque

certains vins rouges du Val de Loire sont monocépages, ce qui leur confère une certaine typicité sensorielle. Les messages proposés étaient les suivants:

- Les Tuffeau (**sol**): c'est son sol de calcaire tendre si particulier qui donne son caractère à cette cuvée. Egalement appelée pierre de tuffe ou tuffeau, cette roche rassemble des conditions idéales et apporte richesse et structure au vin.
- Les Pouches (**parcelle**): cette cuvée est issue exclusivement de la parcelle dénommée Les Pouches. Niché au cœur de la région, c'est un minuscule vignoble de 6 hectares. Ses qualités uniques en font une parcelle rare et étonnante donnant naissance à des vins remarquables.
- Cabernet franc (**sensoriel**): ce vin présente une belle robe rouge rubis. Au nez, les parfums intenses de fruits rouges frais (cerise, framboise) se mêlent aux notes douces d'épices. En bouche, il révèle son ampleur et sa richesse et associe ses tanins soyeux à des arômes fruités. Servi légèrement frais, il accompagnera délicieusement les charcuteries et les fromages de la région.

Idéalement, le plan d'expériences découlant de ces trois variables à trois niveaux est un plan à vingt-sept produits. Mais, compte tenu de la mise en place d'une dégustation par des consommateurs, un bloc incomplet équilibré a été utilisé afin de réduire le nombre de produits tout en permettant de mesurer l'impact des différents facteurs et niveaux sur la perception des vins. Les consommateurs ont donc été confrontés à onze produits différents composés de couples vins et bouteilles différents (tabl. 1).

**Tableau 1 | Liste des onze trios présentés aux consommateurs**

Produit	Type de vin	Attributs du terroir	Appellation
1	Puissant	Parcelle	Val de Loire
2	Puissant	Senso	Saumur
3	Boisé	Parcelle	Saumur
4	Puissant	Sol	Val de Loire
5	Puissant	Parcelle	Saumur Champ
6	Boisé	Senso	Saumur Champ
7	Fruité	Senso	Saumur
8	Boisé	Senso	Val de Loire
9	Boisé	Sol	Saumur
10	Fruité	Parcelle	Val de Loire
11	Fruité	Sol	Saumur Champ

Afin de mesurer l'impact d'un discours commercial «vantant» ou présentant le terroir, une communication sur le terroir a été envoyée à la moitié des consommateurs après la première dégustation. Cette communication s'intitulait «Le terroir: une richesse issue de la diversité des sols et des savoir-faire des vignerons» et présentait les différents attributs du terroir. Elle a également été donnée à lire à cette moitié de dégustateurs en début de deuxième session pour être sûr qu'ils en aient pris connaissance.

### Consommateurs et conditions de dégustation

Cent trente-quatre consommateurs de vins angevins âgés de 20 à 70 ans, 52 femmes et 82 hommes, ont participé à cette expérimentation. Il leur était demandé: «*Nous allons vous fournir de manière successive différents vins rouges, accompagnés de leur bouteille, afin que vous puissiez connaître le vin que vous dégustez. Nous vous demanderons de bien vouloir goûter chaque vin et de prendre connaissance de l'étiquette et de la contre-étiquette qui l'accompagnent, afin d'évaluer ensuite l'ensemble du produit selon votre appréciation globale.*» Ils devaient évaluer simultanément la bouteille et le verre de vin l'accompagnant sur une échelle hédonique à onze points.

Les dégustations ont eu lieu dans la salle d'analyse sensorielle de l'ESA dans des cabines de dégustation en lumière blanche. Les vins étaient servis en verres INAO. Comme indiqué précédemment, les consommateurs ont participé deux fois à l'expérimentation: une première fois en juin 2008 sans information préalable et une deuxième fois en décembre 2008 avec une information sur le terroir envoyée puis présentée à la moitié des consommateurs.

## Résultats

### Impact des différentes variables sans communication (session 1)

De manière classique, lors d'un test de consommateurs, la première analyse se fait avec tous les consommateurs confondus en observant la moyenne d'appréciation pour chaque produit. La figure 1 montre que, tous consommateurs confondus, il y a peu de différence entre les trios «vin-étiquette-appellation». Le vin boisé, présenté avec une bouteille faisant référence au cépage et avec Saumur Champigny inscrit sur la bouteille a été un peu plus apprécié mais sans que ce soit significatif.

La méthode de l'analyse conjointe permet cependant de zoomer sur les différentes variables et les différents niveaux et de détailler l'impact de chacun sur l'appréciation des consommateurs. Cette analyse montre que ces différentes variables n'ont pas la même importance dans la construction de la perception. Le facteur *Appellation* pèse 46 % dans l'appréciation, le facteur *Vin* 41 % et le message *Terroir* ou *Sensoriel* indiqué sur la bouteille seulement 12 % lorsque l'on s'intéresse à tous les consommateurs simultanément. L'impact de l'information présente sur l'étiquette paraît ainsi peu important pour l'ensemble des consommateurs, tandis que l'appellation et les qualités intrinsèques du vin les influencent fortement.

Cet effet se manifeste dans les différences d'appréciation entre les différents niveaux (fig. 2). Le Saurmur Champigny (SCH) est plus performant que le Saurmur (SAU) et que le vin du Val de Loire (VDL). Le vin boisé (BOIS) est plus apprécié que le puissant (PUIS) et

le fruité (FRUIT). On observe peu d'influence de ce qui est écrit sur l'étiquette.

Ces résultats étant obtenus de l'analyse de tous les consommateurs, et partant du principe que les consommateurs peuvent avoir des appréciations différentes, nous avons utilisé une Classification Ascendante Hiérarchique (méthode de Ward) et la distance euclidienne au carré pour regrouper les consommateurs ayant des appréciations similaires. Cette analyse a mis en évidence quatre groupes de 23 à 38 consommateurs.

L'analyse conjointe permet à nouveau de détailler le comportement de chacun des groupes et d'observer que les consommateurs ne sont finalement pas sensibles aux mêmes critères. L'influence de chaque niveau au sein de chaque groupe est beaucoup plus importante que lors du traitement tous consommateurs confondus. Les écarts d'utilité (fig. 3) entre les différents niveaux sont plus forts que précédemment (fig. 2).

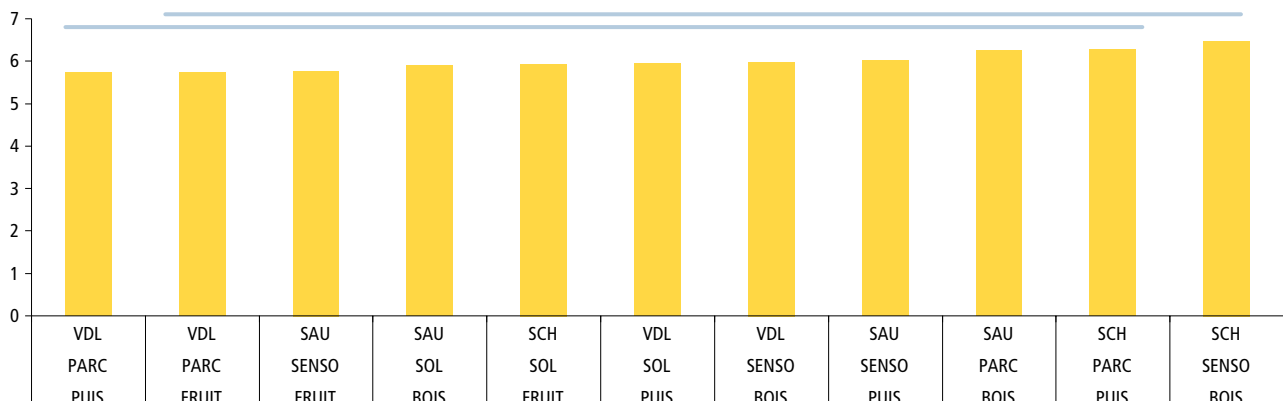


Figure 1 | Moyenne par vin tous consommateurs confondus (n = 134). Les deux traits au-dessus représentent la significativité du test LSD à 5 %.

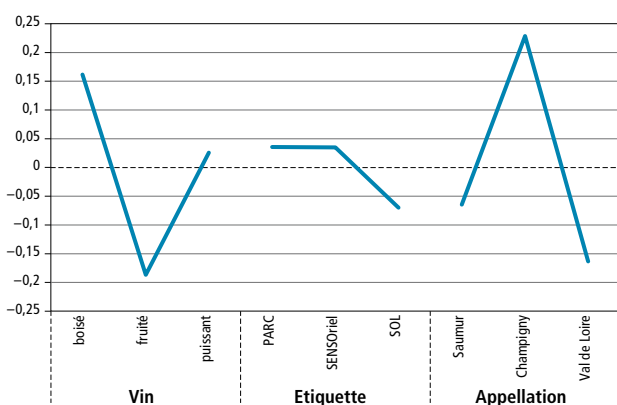


Figure 2 | Utilités calculées pour chaque niveau avec tous les consommateurs.

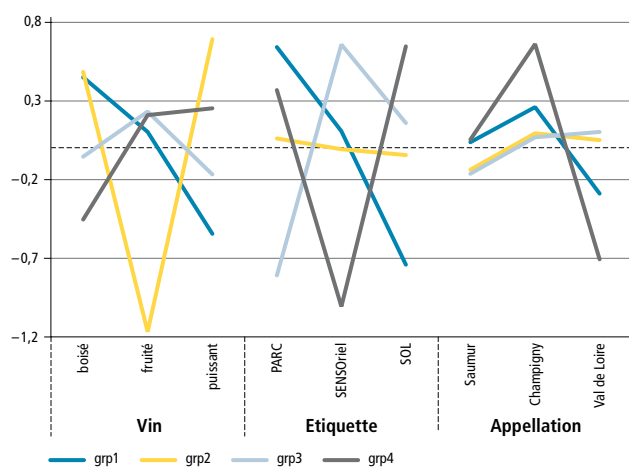


Figure 3 | Utilités par niveau et par groupe homogène.

Le groupe 1 (n = 38) préfère les vins avec une étiquette sur la parcelle et le goût boisé. Ces consommateurs sont très sensibles à l'information sur l'étiquette et aux caractéristiques du vin plutôt qu'à la notion d'appellation. Le groupe 2 (n = 36) préfère les vins puissants ou boisés et est insensible aux deux autres types d'informations. Ce sont des consommateurs qui se concentrent sur les qualités intrinsèques des vins. Le groupe 3 (n = 37) préfère les vins avec une étiquette centrée sur l'aspect sensoriel du produit; ces consommateurs ont accordé moins d'importance aux caractéristiques des vins et à l'appellation. Le groupe 4 (n = 23) préfère les vins avec une étiquette sur la parcelle ou le sol et l'appellation Saumur Champigny. Ces derniers consommateurs ont rejeté le vin boisé et semblent plus sensibles aux notions de terroir.

Ainsi, les consommateurs se montrent sensibles aux informations sur le terroir, les différents niveaux (parcelle, sol et sensoriel) étant finalement très diversement appréciés. L'appellation indiquée sur la bouteille apporte également de la valeur au vin, indépendamment de sa qualité intrinsèque. L'appellation Saumur Champigny est mieux perçue que l'appellation Saumur et «vin du Val de Loire». Enfin, la typicité du vin influence également l'appréciation des consommateurs, certains appréciant des caractéristiques sensorielles que d'autres rejettent.

### Impact de la communication sur le terroir (session 1 vs session 2)

Comme indiqué précédemment, la moitié des consommateurs a reçu une information sur le terroir avant la deuxième dégustation. Il a été demandé à ces consommateurs de relire cette note avant la dégustation.

A l'issue de cette deuxième dégustation, une analyse de la variance a montré que l'information avait eu un impact sur le comportement des consommateurs. Les consommateurs qui n'ont pas reçu d'information n'ont pas changé leur comportement ( $P_{\text{Interaction Communication} \times \text{Session}} = 0,83$ ), tandis que les autres ont légèrement modifié leur notation lors de la deuxième dégustation ( $P_{\text{Interaction Communication} \times \text{Session}} = 0,09$ ): ces consommateurs ont baissé leurs notes pour les produits munis d'une «information sensorielle» sur l'étiquette.

Malheureusement, étant donné les faibles effectifs (n < 38) des clusters réalisés après la première dégustation, il n'a pas été possible de zoomer sur les clusters de consommateurs de la partie précédente.

## Conclusions

- L'analyse conjointe est une méthode adaptée pour étudier l'impact de différents facteurs sur la perception des vins par les consommateurs, dans ce cas celui du terroir.
- Sa principale limite réside dans le nombre important de produits à tester pour valider les hypothèses mais l'utilisation d'un bloc incomplet équilibré contourne en partie ce problème.
- En revanche pour valider l'impact des messages sur l'étiquette sans dégustation, cette méthode est vraiment pertinente et sera prochainement examinée; il sera alors possible d'évaluer un plus grand nombre d'échantillons sans risque de fatigue sensorielle.
- L'impact des informations présentes sur la bouteille est très variable selon les consommateurs. L'étiquette, et plus encore l'appellation, ont une forte influence sur la perception du vin. Ces résultats doivent être validés avec un nombre accru de consommateurs pour pouvoir mieux étudier les sous-groupes obtenus et faire un lien notamment avec la notion d'implication de ces consommateurs dans le monde du vin (Wilson *et al.* 2008).
- Dans les conditions du test: la communication présentant «le terroir» a eu un impact limité. Cela mérite d'être exploré à nouveau, soit en testant un autre type de communication car celui-ci n'était peut-être pas assez «commercial», soit en envisageant une exposition répétée aux messages de communication pour renforcer cet impact.
- D'une manière générale, ce travail permet de démontrer l'intérêt de ce genre de démarche couplant l'approche sensorielle et l'approche «marketing» pour mieux comprendre les perceptions des consommateurs. Les résultats permettent de proposer des pistes pour aider les professionnels du vin à mieux orienter la communication vers les consommateurs, en particulier sur les attributs liés au terroir. ■

### Remerciements

Nous remercions l'interprofession des vins du Val de Loire et la région Pays de la Loire pour leur soutien financier à la réalisation de ce projet, de même que la société Alliance Loire, son responsable Recherche et Développement et sa responsable Marketing pour leur investissement dans ce projet, l'apport à la réflexion, la mise à disposition des vins et des étiquettes.

**Summary** ■ **Perception of «terroir's» attributes by wine consumers**  
 The «terroir» concept in wine includes several dimensions: soil, territory, know-how, etc. This very complex notion needs to be clarified for most of the consumers. Wine professionals use this concept without knowing its real impact on consumers' perception. This work aimed to measure the effect of a «Terroir» attributes oriented communication on the wine appreciation in comparison to intrinsic wine characteristics (fruity, astringent, woody) and to protected designation of origine (Loire Valley, Saumur, Saumur Champigny). Conjoint analysis proved to be interesting to explore interactions between wine sensory properties and information written on the bottle, like communication or appellation. 134 consumers took part to this project. Depending on consumers, information and appellation may have a strong influence on wine appreciation. Several sensitivities have been identified. For some consumers, label and moreover appellation are very important.

**Key words:** conjoint analysis, wine, sensory analysis, price, protected designation of origin.

**Zusammenfassung** ■ **Wahrnehmung der Merkmale des «Terroirs» durch Weinkonsumenten**  
 Das Konzept des «Terroirs» beinhaltet in der Weinbranche mehrere Ebenen: Boden, Gebiet, Know-how, etc. Dieser Begriff ist ziemlich komplex und von allen Verbrauchern schwer nachzuvollziehen. Die Fachleute informieren durch diese Begriffe, ohne wirklich zu erkennen, wie das auf die Verbraucher wirkt. Das Ziel dieser Arbeit ist die Wirkung dieser Kommunikation zu ermitteln, wenn man sich auf die Eigenschaften des «Terroir» stützt (wie Boden, Parzelle und Weinrebe) und auf die Bewertung der Weine, wenn man ebenfalls die Herkunft (Appellation) und die sensorischen Merkmale der Weine erwähnt. Das gemeinsam benutzte Analyseverfahren ermöglicht es Interaktionen zwischen der Beschreibung auf der Flasche und dem Wein zu erfahren. Hundertvierunddreissig Verbraucher haben an diesem Projekt teilgenommen. Den Verkostern nach haben die Informationen auf dem Etikett und die Herkunft einen bedeutenden Einfluss auf die Wahrnehmung der Verbraucher. Es war möglich, verschiedene Empfindungen zu identifizieren. In einigen Fällen haben das Etikett und mehr noch die «Appellation» einen grossen Einfluss auf die Wahrnehmung des Weins.

**Riassunto** ■ **Percezione dei fattori del terroir da parte dei consumatori di vino**  
 Il concetto di «Terroir» nella filiera viticola integra diverse dimensioni: suolo, territorio, conoscenza... Questa nozione è relativamente complessa e difficilmente comprensibile da parte di tutti i consumatori. I tecnici fanno di queste nozioni uno strumento di comunicazione senza realmente conoscerne l'impatto sulla percezione dei consumatori. Il presente lavoro ha l'obiettivo di misurare l'impatto di una comunicazione basata sui fattori del terroir (il suolo, il vigneto e il vitigno) sull'apprezzamento dei vini, integrando ugualmente la denominazione d'origine e le caratteristiche sensoriali dei vini. Il metodo di analisi congiunta ha permesso di esplorare le interazioni esistenti tra le informazioni scritte sulle bottiglie e il vino. A questo progetto hanno partecipato centotrentaquattro consumatori. Secondo i degustatori, i messaggi scritti sull'etichetta e la denominazione d'origine hanno un'influenza importante sulla percezione dei consumatori. E' stato possibile identificare diversi livelli di sensibilità. In certi casi, l'etichetta e ancor di più la denominazione d'origine hanno una forte influenza sulla percezione del vino.

#### Bibliographie

- Morlat R., 1989. Le terroir viticole: contribution à l'étude de sa caractérisation et de son influence sur les vins: application aux vignobles rouges de moyenne vallée de la Loire. Bordeaux II. Thèse d'Etat, 418 p.
- Moskowitz H. R. & Katz R., 2004. Understanding Conjoint Analysis. *Food Technology* 58 (1), 35–38.
- Moskowitz H. R. & Silcher M., 2006. The applications of conjoint analysis and their possible uses in Sensometrics. *Food Quality and Preference* 17 (3–4), 145–165.
- Sanchez M. & Gil J. M., 1997. A Conjoint Analysis of Quality Wine – Consumer Preferences and Market Segmentation. *Journal of Food Products Marketing* 4 (2), 63–78.
- Skuras D. & Vakrou A., 2002. Consumers' willingness to pay for origin labelled wine: A Greek case study. *British Food Journal* 104, 898–912.
- Symoneaux R., Thibault C. & Jourjon F., 2007. Les études sensorielles et hédoniques pour mieux comprendre l'avis des consommateurs. Deux études de cas: Chinon et rosés du Val de Loire. *Revue des Œnologues* 122 (janvier 2007), 49–52.
- Wilson D., Renaud C. & Jourjon F., 2008. Evaluation de l'utilisation du concept de Terroir comme critère d'achat du vin. VII<sup>e</sup> Congrès international des terroirs viticoles 2008, 19–23 mai 2008, Nyon, Suisse.
- Wilson D. & Jourjon F., 2007. Identifying Successful Marketing Practices for Wine Packaging Innovations. XXXth OIV World Congress, 10–16 juin 2007, Budapest, Hungary.

# Comportement du Pinot noir dans les conditions du vignoble valaisan

Vivian ZUFFEREY<sup>1</sup>, Jean-Laurent SPRING<sup>1</sup>, Thibaut VERDENAL<sup>1</sup> et Olivier VIRET<sup>1</sup>,  
Station de recherche Agroscope Changins-Wädenswil ACW, 1260 Nyon 1

Claude PARVEX, Michel PONT et Guillaume FAVRE, Office cantonal de la viticulture, 1951 Châteauneuf-Sion

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

Renseignements: Vivian Zufferey, e-mail: vivian.zufferey@acw.admin.ch, tél. +41 21 721 15 62



Parcelles typiques du vignoble valaisan, au pied de l'Ardevaz.

## Introduction

Le terroir viticole se caractérise par l'association climat-sol-plante et par le savoir-faire de l'homme (Deloire *et al.* 2002). Ce milieu naturel joue un rôle essentiel et unanimement reconnu sur la qualité et la typicité des raisins et des vins (Seguin 1983; Morlat 1989; van Leeuwen 1991). De nombreuses approches ont vu le jour dans le but de caractériser les terroirs viticoles. Toutes ont montré l'importance des facteurs physiques tels que le sol et le climat (Morlat 2001). Sur la plante, l'influence du terroir se traduit par des différences

de comportements physiologiques et agronomiques. Les effets les plus importants concerneraient le régime hydrique de la vigne et la précocité (van Leeuwen *et al.* 2001; Zufferey *et al.* 2006).

Cette étude a permis de caractériser l'influence des facteurs pédologiques (réserve hydrique) et climatiques sur les principaux aspects physiologiques de la vigne (expression et cycle végétatif, régime hydrique, maturité du raisin) et sur la qualité des vins. Elle a été conduite sur un réseau de onze parcelles de Pinot noir réparties dans différentes situations pédo-climatiques du vignoble valaisan.



## Matériel et méthodes

### Caractéristiques pédologiques et climatiques

#### Sols

L'étude géo-pédologique réalisée par Letessier et Marion (2007) a illustré la grande diversité des sols du vignoble valaisan. Dans la région de **Martigny-Fully**, les glaciers ont érodé et mis au jour des roches du socle cristallin (gneiss, granite) du Massif des Aiguilles Rouges. La particularité de cette région repose également sur la couverture calcaire de la nappe de Morcles (schiste calcaire, calcaires) posée sur le socle granitique. Cette superposition particulière influence les caractéristiques pédologiques des sols de Fully composés d'éboulis cristallins et calcaires provenant de la partie supérieure des montagnes environnantes. Par ailleurs, des dépôts de loess (limons éoliens) se sont accumulés sur les versants, notamment aux Follatères (Fully). Dans la région de **Sierre-Salquenen**, des éboulements en masse de sols très calcaires ont modulé fortement les sols viticoles qui peuvent être localement très compacts. A **Chamoson** (Dahres), le vignoble est implanté sur un cône de déjection limoneux et caillouteux. La description des profils pédologiques a servi de base à la classification des parcelles en fonction de leur réserve hydrique (RU) élevée ou faible.

#### Climat

En 2005, les mois de mai et de juin ont été chauds et ensoleillés. Les précipitations abondantes (75 mm) du mois d'août ont été suivies par un temps sec et bien ensoleillé en septembre et en octobre. La somme des précipitations de l'année s'est élevée à 500 mm (Station météorologique de Sion).

En 2006, de forts contrastes climatiques (températures et précipitations) ont été enregistrés durant la période estivale: un mois d'août frais et peu ensoleillé a succédé à un mois de juillet sec et très chaud. La deuxième quinzaine de septembre ensoleillée a offert des conditions de vendanges idéales. La somme annuelle des précipitations a atteint 605 mm. En 2008, un temps sec et ensoleillé a favorisé le bon déroulement de la maturation du raisin. Les précipitations ont été régulièrement réparties avec un total annuel de 530 mm.

#### Dispositif expérimental

Un réseau de onze parcelles de Pinot noir (clone 9-18) greffé sur Fercal a été mis en place dans différentes situations pédo-climatiques représentatives du vignoble valaisan. Les caractéristiques des parcelles sont présentées dans le tableau 1.

**Résumé** ■ En 2005, 2006 et 2008, la Station de recherche Agroscope Changins-Wädenswil ACW a mené des observations physiologiques et agronomiques sur un réseau de onze parcelles de Pinot noir représentatif des différentes situations pédo-climatiques du vignoble valaisan. Les raisins de chaque parcelle ont été vinifiés séparément en vue d'analyses chimiques et sensorielles. Les trois années d'étude ont été caractérisées par une contrainte hydrique faible à modérée et par une très bonne alimentation azotée de la vigne. Dans ces conditions, la précocité du débourrement ainsi que la vitesse et l'arrêt de croissance des rameaux ont été significativement influencés par la température liée à la variation d'altitude sur le réseau de parcelles. Les vignes implantées sur des sols à fortes réserves hydriques ont montré une vigueur et une alimentation azotée plus élevées que celles des vignes situées sur de faibles réservoirs en eau. Les teneurs en anthocyanes des vins ont été plus élevées dans les parcelles ayant subi une contrainte hydrique modérée durant la maturation du raisin, notamment durant le millésime 2005. L'analyse sensorielle des vins a confirmé le rôle positif d'une contrainte hydrique modérée et de températures fraîches pendant la maturation des raisins. Les vins issus de sites à faible réserve hydrique ont été jugés plus structurés et d'une meilleure intensité tannique avec une couleur plus soutenue. Les vins issus de parcelles implantées sur le haut du vignoble ont été appréciés pour leur bouquet fruité et leur finesse.

### Mesures expérimentales

#### Alimentation hydrique de la vigne

La mesure des potentiels hydriques foliaires ( $\psi$ ) de la vigne a été effectuée au moyen d'une chambre à pression ou bombe de Scholander (Scholander *et al.* 1965). Le **potentiel hydrique de base** ( $\psi_b$ ) a été mesuré en fin de nuit dans l'obscurité complète sur les feuilles adultes de la partie médiane du feuillage. L'échantillonnage a été constitué de sept feuilles par parcelle, issues de

**Tableau 1 | Dispositif expérimental de onze parcelles réparties de Martigny à Salquenen avec quelques caractéristiques culturelles, topographiques et pédologiques**

Commune	Parcelle	Année de plantation	Densité de plantation	Altitude (m)	Pente (%)	Orientation des rangs	Réserve utile en eau (RU)	Type de sol
Martigny	Martigny	1998	1,25 m x 0,80 m	665	42	SW-NE	élevée	cône d'éboulis
Fully	Follatères	1998	1,45 m x 0,75 m	470	15	SW-NE	faible	loess
	Chargeux	1997	1,50 m x 0,70 m	600	20	NW-E	élevée	cône d'éboulis (peyrosol)
	Mayen Lotton	1998	1,30 m x 0,80 m	900	30	NW-SE	élevée	éboulis sur substrat meuble, sableux et calcaire
	Mazembroz	1998	1,50 m x 0,75 m	450	11	SW-NE	élevée	colluvions sur alluvions
Charrat	Charrat	1996	1,35 m x 0,70 m	500	15	SE-NW	faible	éboulis calcaire
Chamoson	Dahres	1998	1,85 m x 0,90 m	500	7	SW-NE	faible	sol d'alluvions très caillouteux (peyrosol)
Noës	Noës	1996	1,55 m x 0,70 m	480	22	N-S	élevée	moraines sur dépôts probables de matériel fluvioglacière
Salquenen	Schampitroz	1996	1,60 m x 0,70 m	640	17	NE-SW	élevée	cône d'éboulis remanié (colluviosol calcaire)
	Hölle	1996	1,40 m x 0,70 m	655	28	N-S	faible éboulis sur moraine	éboulis sur moraine (colluviosol calcaire)
	Schanderang	1996	1,75 m x 0,75 m	740	18	N-S	faible	éboulis calcaire de haut de pente

souches différentes. L'alimentation en eau de la vigne a également été estimée par la méthode de la **discrimination isotopique du carbone** ( $\Delta C^{13}$ , rapport  $^{13}C/^{12}C$ ) dans les moûts à la vendange (Avicé *et al.* 1996). Le  $\Delta C^{13}$  indique le niveau de contrainte hydrique subi par la vigne entre la véraison et la récolte.

#### Suivis végétatifs et maturation du raisin

Les principaux **stades phénologiques** (débourrement, floraison et véraison) ont été notés en 2006, en suivant l'échelle de Baggiolini (1952). La **vitesse de croissance des rameaux** a été mesurée au printemps 2006 sur quarante rameaux par site. L'estimation de la **surface foliaire totale (SFT)** et **exposée (SFE)** a été conduite selon la méthode de Carbonneau (1989). La SFT a été mesurée sur dix souches par parcelle au mois d'août 2006.

Plusieurs mesures de l'**indice chlorophyllien** ont été effectuées sur les feuilles principales de la partie médiane du feuillage (N-tester, Hydro Agri Deutschland GmbH, D-48249 Dülmen).

Un **diagnostic foliaire** a été fait à la véraison sur vingt-cinq feuilles par parcelle, afin de connaître et comparer les teneurs en N, P, K, Ca et Mg. L'**arrêt de la croissance végétative** a été évalué en 2006 par la mesure hebdomadaire des apex des entre-cœurs dès la mi-août. La **vigueur de la vigne** a été estimée par le poids individuel des sarments à la taille. Enfin, la **maturation du raisin** a été suivie de façon hebdomadaire (échantillons de deux cents baies) par le contrôle du poids des baies (g), de l'acidité totale (g acide tartrique/l), des

acides tartrique (g/l) et malique (g/l), des sucres réducteurs (°Oe), du pH et des composés azotés estimés par l'indice de formol (azote assimilable par les levures).

#### Analyses chimiques et organoleptiques des vins

Cent cinquante kilos de vendange par parcelle ont été prélevés chaque année pour réaliser des vinifications séparées. En plus des analyses classiques sur le vin en bouteille, les teneurs en anthocyanes (mg/l) et l'indice de polyphénols totaux IPT (DO 280) ainsi que l'intensité et la nuance de la couleur ont été mesurés. Les vins ont été dégustés par le panel de la Station de recherche Agroscope Changins-Wädenswil ACW chaque année au printemps suivant la récolte.

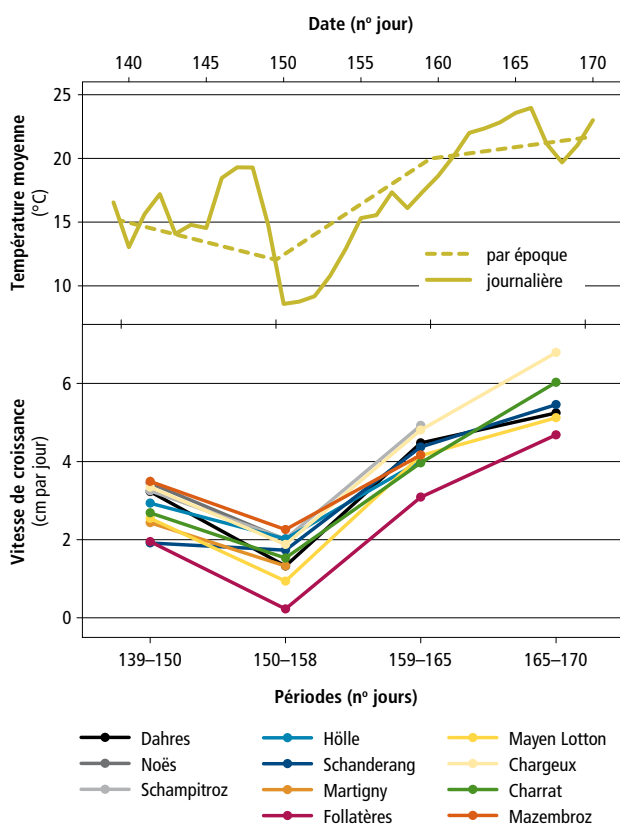
## Résultats

#### Stades phénologiques et expression végétative

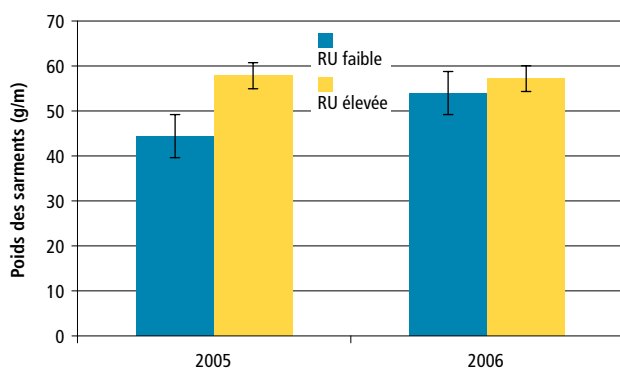
L'altitude des sites a joué un rôle important sur le développement végétatif de la vigne et l'apparition des principaux stades phénologiques. Les stades «floraison» et «véraison» ont été atteints avec cinq à dix jours de décalage entre les parcelles situées au-dessus de 700 m et les parcelles implantées dans le bas du coteau (500-700 m). La vitesse de croissance végétative, mesurée durant les mois de mai et de juin 2006, a été globalement dépendante de la température moyenne journalière enregistrée durant cette période (fig.1). L'allongement des rameaux a fluctué entre 1 et 5 cm par jour selon les parcelles et les périodes d'observation. Mal-

gré l'absence de contrainte hydrique observée au printemps, la vitesse de croissance des rameaux a été légèrement plus lente dans les parcelles à faible réservoir hydrique (RU).

En 2006, la surface foliaire totale (SFT) par souche a varié de 1,6 à 3,1 m<sup>2</sup> selon les parcelles. Il ressort que les sites à forte RU ont présenté des SFT un peu plus importantes que les sites à faible RU. La surface foliaire exposée (SFE) a atteint 1,3 à 2,0 m<sup>2</sup>, sauf la parcelle des Follatères (Fully) qui a présenté une valeur inférieure,



**Figure 1** | Evolution de la température moyenne journalière et de la vitesse de croissance des rameaux à quatre époques Pinot noir, Valais, 2006.

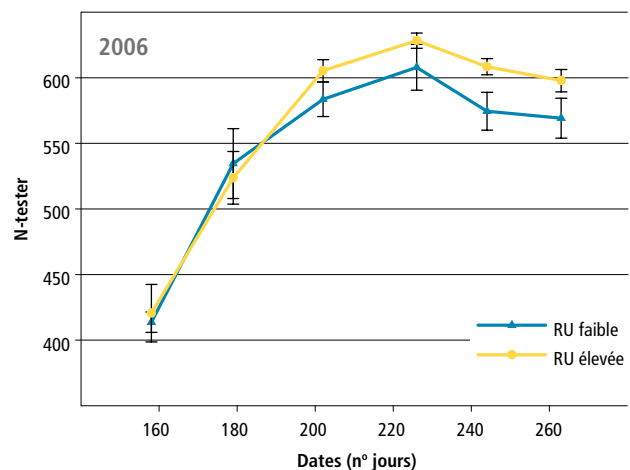
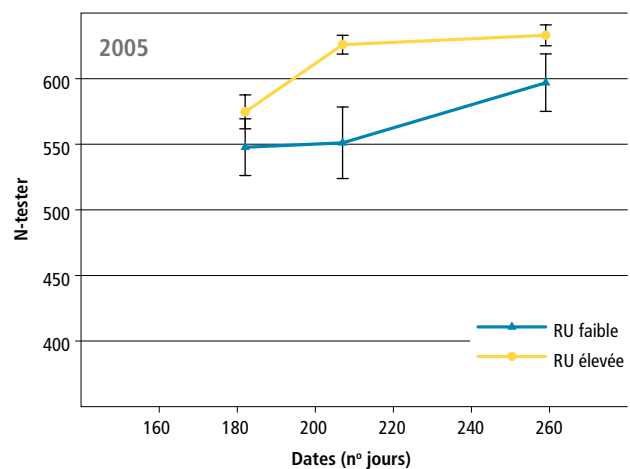


**Figure 2** | Poids des bois de taille en fonction de la RU des sols. Moyennes et erreur standard. Pinot noir, Valais, 2005 et 2006.

probablement due à la faible profondeur du sol (loess). Globalement, l'index foliaire (IF), qui représente le degré d'entassement du feuillage, a montré des valeurs variant de 0,6 à 1,0 traduisant une absence d'entassement de la végétation. Les entre-cœurs ont représenté 15 à 25 % de la surface foliaire totale des souches. Une vigueur plus importante a été observée sur les sites à RU élevée, particulièrement en 2005, millésime un peu plus sec que 2006 (fig. 2). Les parcelles de Follatères, de Charrat et de Hölle, implantées sur des sols à faible RU, ont présenté les plus faibles vigueurs. A l'inverse, les vignes de Mazembroz et de Chargeux ont été les plus vigoureuses.

### Alimentation azotée du feuillage

L'alimentation azotée du feuillage a été étudiée au moyen de l'indice chlorophyllien (N-tester) et du diagnostic foliaire (N, % en matière sèche). En 2005 et 2006, les vignes implantées sur des sols à RU élevée ont eu des indices chlorophylliens plus importants que celles situées sur des sols à faible RU (fig. 3). Néanmoins, les valeurs d'indice chlorophyllien supérieures à 500 en-



**Figure 3** | Evolution de l'indice chlorophyllien en fonction de la RU des sols. Moyennes et erreurs standard. Pinot noir, Valais, 2005 et 2006.

gistrées durant la période estivale indiquent une bonne alimentation azotée de la vigne (Spring 2003). Les analyses du diagnostic foliaire ont confirmé ce très bon niveau d'alimentation azotée sur l'ensemble du réseau (résultats non présentés) avec des valeurs supérieures à 2,4 % d'azote foliaire durant les trois années d'observation.

### Alimentation hydrique

La figure 4 présente l'évolution du déficit hydrique cumulé (précipitations - évapotranspiration ETP) et du potentiel hydrique foliaire de base ( $\psi_b$ ) durant les saisons 2005 et 2006, sur les parcelles du réseau individuellement et regroupées en fonction de la RU des sols. Le déficit hydrique maximal a été atteint à la fin du mois d'août durant les deux millésimes avec des valeurs se situant entre 350 et 400 mm. En 2005, la contrainte hydrique est demeurée faible (valeurs du  $\psi_b$  de -1 à -3 bars) en cours de saison dans la majorité des sites à l'étude. Seules les parcelles Follatères, Chargeux, Mayens Lotton et Hölle ont montré une contrainte modérée ( $\psi_b$  mesuré -3 à -4 bars) et passagère à la fin du mois d'août. En 2006, pratiquement aucune contrainte hydrique n'a pu être observée. Les parcelles implantées sur des sols à faible RU ont fourni des valeurs de  $\psi_b$  légèrement plus négatives que celles situées sur des sols à RU élevée.

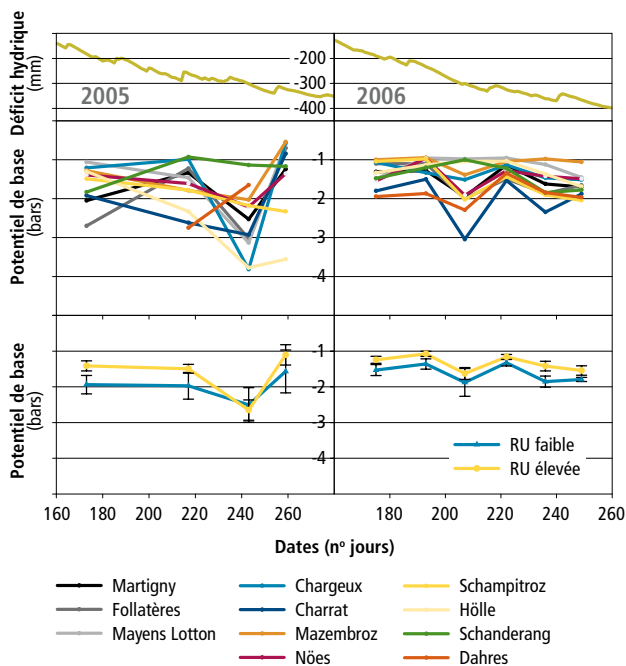


Figure 4 | Evolution du déficit hydrique (pluies-ETP) et du potentiel hydrique de base, par parcelle et en fonction de la RU des sols. Moyennes et erreurs standard. Pinot noir, Valais, 2005 et 2006.

L'analyse des rapports isotopiques du carbone ( $\Delta C^{13}$ ) effectués sur les moûts confirme les résultats obtenus avec le  $\psi_b$  sur l'ensemble du réseau (résultats non présentés). Selon cette méthode, aucune contrainte hydrique n'a été perçue sur la totalité des sites durant les saisons 2006 et 2008. En 2005, seules quelques parcelles ont présenté une contrainte qualifiée de faible à modérée.

### Maturation du raisin

L'évolution de la teneur des moûts en azote (indice de formol), en sucres ( $^{\circ}\text{Oe}$ ) et en acidité totale au cours de la maturation est présentée à la figure 5. La RU des sites a influencé les indices de formol qui sont plus bas dans les parcelles à faible RU. Par contre, les teneurs en sucres des baies ont été faiblement influencées par la RU des sols. Néanmoins, les sites à faible RU ont présenté des taux de sucres légèrement supérieurs à ceux des parcelles à RU élevée. Les parcelles situées sur le haut du vignoble ont montré des valeurs sensiblement plus faibles en indice de formol et en sucres au cours de la maturation que celles du bas du coteau. Cependant, les teneurs en sucres des moûts à la vendange étaient comparables. L'acidité des moûts a également été un peu plus élevée sur les sites implantés en altitude.

La régulation des rendements effectuée chaque année sur l'ensemble du réseau a permis d'obtenir un

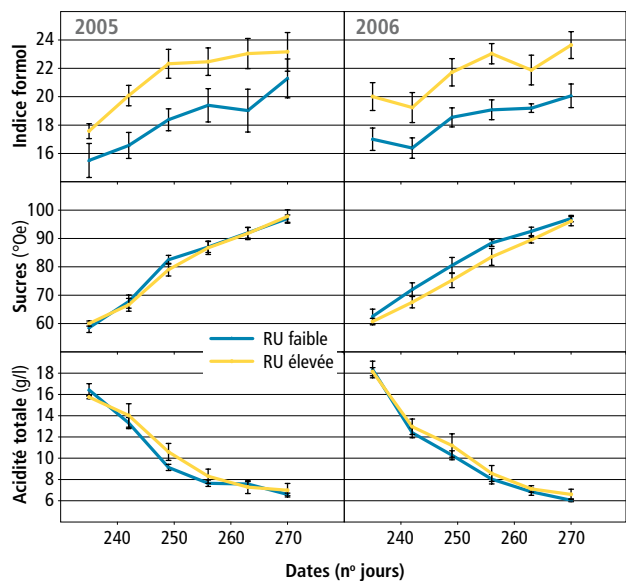


Figure 5 | Evolution de l'indice de formol, du taux de sucres ( $^{\circ}\text{Oe}$ ) et de l'acidité totale (g/l) des raisins en cours de maturation, en fonction de la RU des sols. Moyennes et erreurs standard. Pinot noir, Valais, 2005 et 2006.

rapport SFE/kg de raisin supérieur à 1 m<sup>2</sup> et une excellente maturité finale des raisins durant les trois millésimes. Les parcelles ont été vendangées lorsque la teneur en sucres des raisins se situait entre 95 et 98°Oe. Les parcelles situées sur le haut du vignoble ont été récoltées dix à vingt jours plus tard que celles situées sur le bas du coteau selon le millésime.

### Analyses chimique et sensorielle des vins

L'analyse chimique des vins a porté sur la teneur en anthocyanes et sur l'indice des polyphénols totaux (IPT). Une relation a pu être établie entre le niveau d'alimentation hydrique des parcelles, estimé par le rapport isotopique  $\Delta C^{13}$  et la teneur en anthocyanes des vins (fig. 6). La teneur en anthocyanes a été d'autant plus élevée (millésime 2005 particulièrement) que la contrainte hydrique a été importante. A l'inverse, l'absence de stress hydrique enregistrée en 2008 ( $\Delta C^{13}$  compris entre -26 et -27 ‰) a été corrélée à des teneurs plus basses en anthocyanes (coloration plus faible des vins). L'indice de polyphénols totaux des vins a également été plus élevé dans les vins issus de parcelles à faible RU. Ces résultats confirment les observations de Spring *et al.* (2010) sur Pinot noir dans le vignoble de Chamoson. Par ailleurs, les vins des sites implantés en altitude (> 700 m) ont présenté des teneurs un peu plus élevées en anthocyanes que ceux des sites du bas du coteau (résultats non présentés).

Les résultats de l'analyse sensorielle sont présentés à la figure 7. Les parcelles ont été réparties en fonction de leur RU faible ou élevée. Globalement, la RU des sols n'a pas exercé d'influence marquée sur la qualité des vins en 2008, millésime caractérisé par une contrainte

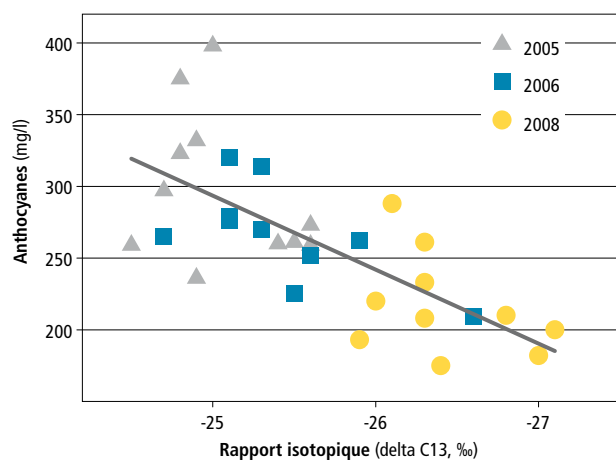
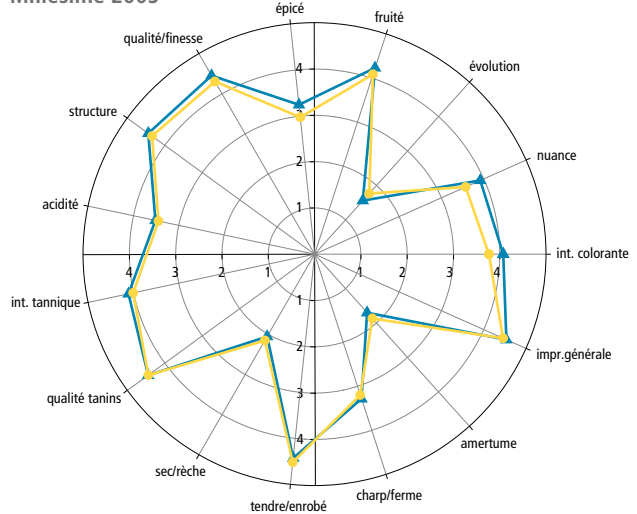
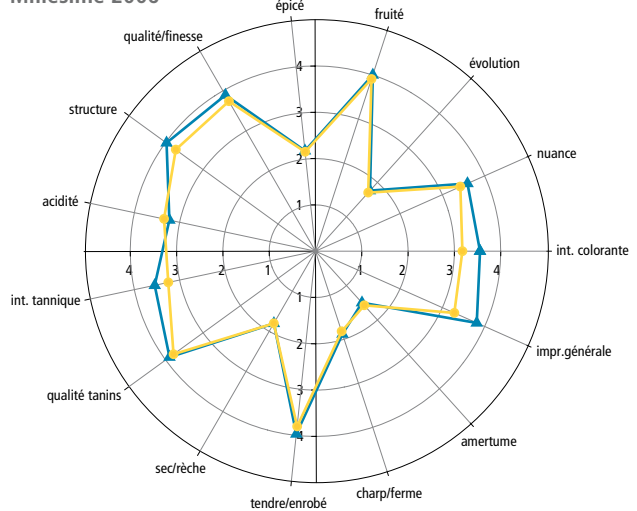


Figure 6 | Relation entre la teneur en anthocyanes des vins et le rapport isotopique (delta C13). Pinot noir, Valais, 2005, 2006 et 2008.

### Millésime 2005



### Millésime 2006



### Millésime 2008

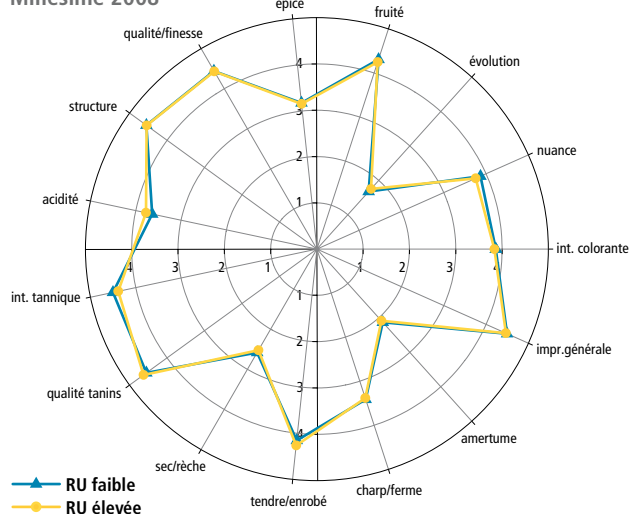
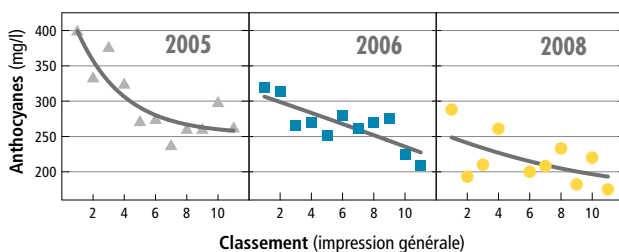


Figure 7 | Résultats d'analyse sensorielle des vins avec descripteurs qualitatifs en fonction de la RU des sols. Pinot noir, Valais, 2005, 2006 et 2008.

hydrique faible. En 2005, par contre, les vins issus de parcelles à faible RU ont été un peu mieux appréciés, notamment pour leur intensité colorante et leur qualité de bouquet. De même, en 2006, une structure plus importante, une qualité supérieure des tanins et une meilleure intensité ont été attribuées aux vins issus de sites à faible RU.

Une relation entre la teneur en anthocyanes et l'appréciation générale des vins a également pu être identifiée (fig. 8). L'analyse sensorielle confirme le rôle positif d'une contrainte hydrique modérée sur la qualité finale des vins. Par ailleurs, les vins issus du haut du vignoble ont été appréciés pour leur bouquet fruité et leur finesse.



**Figure 8 |** Relation entre la teneur en anthocyanes des vins et leur classement par ordre décroissant de préférence (1 = vin le plus apprécié, 11 = vin le moins bien apprécié), selon le critère hédonique d'impression générale. Pinot noir, Valais, 2005, 2006 et 2008.

#### Remerciements

Les auteurs remercient vivement tous les viticulteurs qui ont participé à ce projet pour la mise à disposition de leur parcelle et de leurs raisins, ainsi que pour leurs connaissances partagées. Nos remerciements s'adressent également à Jean-Jacques Schwarz pour la réalisation des profils pédologiques et à Marco Triacca pour les relevés et les observations en 2006 dans le cadre de son travail de diplôme de l'EPFZ.

#### Bibliographie

- Avicé J. C., Ourry A., Lemaire G. & Boucaud J., 1996. Nitrogen and carbon flows estimated by  $^{15}\text{N}$  and  $^{13}\text{C}$  pulse-chase labeling regrowth of alfalfa. *Plant physiol.* **112** (1), 281–290.
- Baggjolini M., 1952. Les stades de repères dans le développement annuel de la vigne et leur utilisation pratique. *Rev. romande Agric. Vitic.* **8**, 4–6.
- Deloire A., Lopez F. & Carboneau A., 2002. Réponses de la vigne et terroirs. Eléments pour une méthode d'étude. *Progrès Agric. et Vitic.* **4**, 78–86.
- Letessier I. & Marion J., 2007. Etude des terroirs viticoles valaisans. Etude géopédologique. Partie générale. Rapport SIGALES et Interprofession de la vigne et du vin du Valais, 1964 Châteauneuf-Conthey, 124 p.

## Conclusions

- L'alimentation hydrique et l'altitude des parcelles ont été déterminantes pour le comportement physiologique et agronomique du Pinot noir dans notre étude.
- L'alimentation hydrique a joué un rôle important notamment dans le développement de la surface foliaire et la teneur en azote des moûts (indice de formol).
- L'altitude a déterminé la précocité du développement végétatif (stades phénologiques, vitesse de croissance), la maturation du raisin et, dans une certaine mesure, la qualité des vins (qualité et finesse du bouquet).
- L'analyse chimique (anthocyanes, IPT) et sensorielle des vins a confirmé le rôle positif d'une contrainte hydrique modérée durant la phase de maturation des raisins. ■

- Morlat R., 1989. Le terroir viticole: contribution à l'étude de sa caractérisation et de son influence sur les vins. Application aux vignobles rouges de la moyenne vallée de la Loire. Thèse Doct. Etat, Bordeaux II, 289 p.
- Morlat R., 2001. Terroirs viticoles: Etude et valorisation. Editions Oenoplurimédia, collection Avenir Œnologie, 120 p.
- Scholander P. F., Hammel H. T., Bradstreet E. D. & Hemmingzen E. A., 1965. Sap Pressure in Vascular Plants. *Science* **148**, 339–346.
- Seguin G., 1983. Influence des terroirs viticoles sur la constitution et la qualité des vendanges. *Bull. O.I.V.* **623**, 3–18.
- Spring J.-L., 2003. Localisation de la fumure azotée sur l'intercep dans les vignes enherbées. Résultats d'un essai sur Chasselas dans le bassin lémanique. *Revue suisse Vitic., Arboric., Hortic.* **35** (2), 113–119.
- Spring J.-L., Zufferey V., Verdenal T. & Viret O., 2010. Alimentation en eau et comportement du Pinot noir. Bilan d'une expérimentation dans le vignoble de Chamoson (VS). *Revue suisse Vitic., Arboric., Hortic.* **42** (4), 258–266.
- van Leeuwen C., Gaudillère J.-P. & Tregoat O., 2001. L'évaluation du régime hydrique de la vigne à partir du rapport isotopique  $^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$ . L'intérêt de sa mesure sur les sucres du moût à maturité. *J. Int. Sci. Vigne Vin* **35** (4), 195–205.
- Zufferey V. & Murisier F., 2006. Terroirs viticoles vaudois et alimentation hydrique de la vigne. *Revue suisse Vitic., Arboric., Hortic.* **38** (5), 283–287.

**Summary****Performance of the cv. Pinot noir under pedoclimatic conditions of the Valais area, Switzerland**

During 2005, 2006 and 2008, the research station Agroscope Changins-Wädenswil ACW studied physiologic and agronomic behaviour of Pinot noir under several pedoclimatic conditions of the Valais area. Eleven plots were set up with homogeneous material of Pinot noir cultivar, and grapes were vinified with the aim of carrying out chemical and sensory analysis. The three vintages were characterized by low to moderate water constraint and abundant nitrogen nutrition of vines. In the absence of pronounced water restriction, budburst as well as development of shoots mainly depended on temperature according to the altitude of sites. Vines planted in higher water reserve soils showed more important vigour and higher nitrogen content in leaves and must. Anthocyanin content was higher in wines when moderate water restriction occurred during ripening phase of grapes. Sensory analysis on wines confirmed the positive influence of both moderate water constraint and cooler temperatures during grape maturation. Wines issued from vines grown on soils with lower water reserve were preferred thanks to superior tannic intensity and stronger colour. Wines coming from vines grown at higher altitudes were appreciated for their subtle fruity bouquet.

**Key words:** Pinot noir, water restriction, physiology, maturation, wine quality.

**Zusammenfassung****Verhalten der Pinot noir in verschiedenen Reblagen im Wallis**

Die Studie des Verhaltens der Pinot noir wurde während den Jahren 2005, 2006 und 2008 im Wallis durch den Forschungsanstalt Agroscope Changins-Wädenswil ACW durchgeführt. Physiologische und agronomische Beobachtungen, chemische und sensorische Weinanalysen wurden auf elf Parzellen realisiert. Während der drei Versuchsjahren wurden keine Wasserrestriktion und eine gute Stickstoffversorgung der Rebe festgestellt. Der Austrieb und das Wachstum der Trieben wurden von der Temperatur, abhängig von der Lagen der Parzellen, und nicht von der Wasserverfügbarkeit der Rebe beeinflusst. Die Parzellen mit grossen Bodenwasserreserven haben eine höhere Wuchskraft (Blattfläche und Schnittholzgewicht) und höhere Stickstoffversorgung (Chlorophyll Index, Formol Index) als die auf kleinen Bodenwasserreserven gezeigt. Der Anthocyangehalt der Weine war höher in Lagen wo eine moderate Wasserrestriktion während der Reifeperiode festgestellt wurde, z.B. im Jahre 2005. Ein moderater Wassermangel und relativ frische Nächte während der Reifeperiode haben einen positiven Einfluss auf die Qualität der Weine gezeigt. Eine bessere Farbe und Struktur der Weine mit feineren Tanninen wurden auf Parzellen mit kleinen Bodenwasserreserven beobachtet. Weine von Parzellen in oberen Lagen des Weinberges wurden durch fruchtiges Bouquet und Feinheit charakterisiert.

**Riassunto****Comportamento del Pinot nero nelle condizioni pedoclimatiche del vigneto vallesano**

Negli anni 2005, 2006 e 2008 Agroscope Changins-Wädenswil ACW ha condotto uno studio sull'attitudine comportamentale del Pinot nero nelle diverse situazioni pedoclimatiche del vigneto vallesano. Undici parcelle, le cui uve in vista delle analisi chimiche e sensoriali sono state vinificate separatamente, sono state oggetto di osservazioni fisiologiche ed agronomiche. I tre anni di studio sono stati caratterizzati da una costrizione idrica da debole a moderata sull'insieme dei siti e da un'alimentazione azotata della vigna molto buona. In assenza di una marcata restrizione idrica, la precocità del germogliamento, come la velocità e poi l'arresto di crescita dei rami, dipendevano ampiamente dalla temperatura, a dipendenza dell'altitudine delle parcelle. Le vigne su suoli con forti riserve idriche hanno mostrato un vigore (superficie fogliare e peso del legno potato più importante) e un'alimentazione azotata (indice clorofilliano, indice di formolo) più elevati delle vigne che hanno subito una costrizione idrica moderata durante la maturazione dell'uva, in particolare nell'annata 2005. L'analisi sensoriale dei vini ha confermato il ruolo positivo di una costrizione idrica moderata e di temperature fresche durante la maturazione delle uve. I vini ottenuti nei siti a riserva idrica debole sono stati giudicati più strutturati e di una migliore intensità tannica con un colore più sostenuto. I vini ottenuti dalle parcelle coltivate nella fascia superiore della zona viticola sono stati apprezzati per il loro bouquet fruttato e la loro finezza.

Pour que les fruits soient beaux...  
...et le vin bon

nous importons des machines de qualité

**Tecnoma**   
technologies

- Tracteurs enjambeurs à 2, 3 et 4 roues motrices avec voie variable

**FALC**

- Bêcheuses de 1 m à 4 m



- Roto et gyrobroyeurs de 0,60 m à 3,50 m à largeur variable + gyroculteurs

**Saillet + cie** Import + Service

1252 MEINIER/GE - TÉL. 022 750 24 24 - FAX 022 750 12 36  
info@saillet.ch - www.saillet.ch

- Pièces de rechange cuves toutes marques
- Cuves rectangulaires et rondes  
Cuves à fouloirs  
Autoclaves à mousseux
- Tuyauterie, pompes
- Fouloirs, égrappoirs
- Pressoir à membrane
- Agrégats pour thermo-contrôles et installations complètes
- Thermomètres, thermostats, compteurs de débit



La pépinière  
qui vous conseille



pépinières  
**BAUDAT** S.A.

"Camarès"  
1032 Vernand s/Lausanne  
Tél. 021 731 13 66  
Fax 021 731 34 85

www.baudat.ch

**HAGAR WG** Nouveau!

Insecticide pour l'arboriculture, la viticulture et les cultures ornementales.

Hagar WG est un régulateur spécifique de la croissance des insectes bloquant différents stades de leur développement. Le cycle de reproduction du ravageur est rompu. **En vente:** emballage de 600g  
Teneur: 25% Fénoxycarbe emballage de 60g

**Schneiter GRO SA**

5703 Seon AG Tél. 062 893 28 83 www.schneiteragro.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

Tél. 021 652 07 34  
Chemin de Jorat 3 Fax 021 652 20 24  
1052 Le Mont-sur-Lausanne Natel 079 206 54 14



**PÊPINIÈRES  
VITICOLES**

PAUL-MAURICE BURRIN  
ROUTE DE BESSONI 2  
1955 SAINT-PIERRE-DE-CLAGES  
TÉL. 027 306 15 81  
FAX 027 306 15 50  
NATEL 079 220 77 13



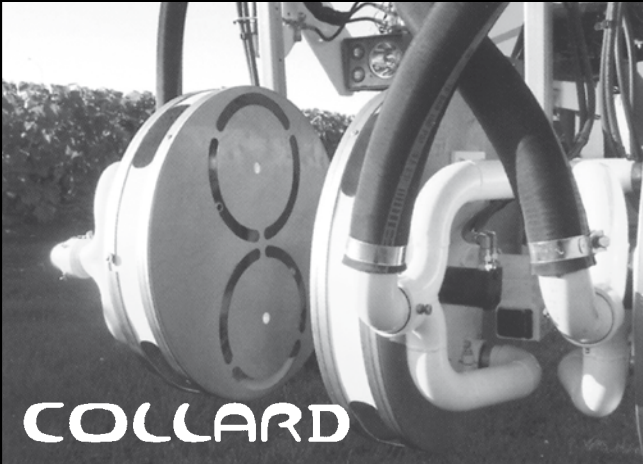
Sélection Valais





# EFFEUILLAGÉ PNEUMATIQUE

la véritable lutte anti-pourriture



**COLLARD**

**NOUVEAU:  
TWIN ROTORS**



**GRUNDERCO** Satigny 022 989 13 30  
Mathod 024 459 17 71

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

## 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



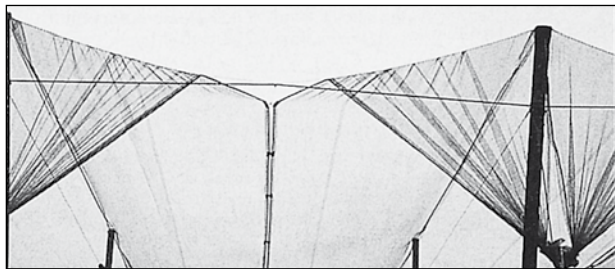
**CH-2022 BEVAIX**

Tél. 032 846 40 10

Fax 032 846 40 11

E-mail: [info@multivitis.ch](mailto:info@multivitis.ch) [www.multivitis.ch](http://www.multivitis.ch)

## Un concept de qualité pour l'Europe entière



- Filets antigrêle, noir, cristal-blanc, gris
- Plaquettes FRUSTAR
- Couvertures de protection contre la pluie NETZTEAM-PLAST
- Une gamme complète de matériel pour la protection des cultures
- Une équipe expérimentée pour vous aider lors du montage

Votre partenaire

**NETZTEAM**

**U. Meyer + F. Zwimpfer - Brühlhof, 6208 Oberkirch**  
Téléphone 041 921 16 81 - Fax 041 920 44 73

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

E-mail: [fredyzwimpfer@bluewin.ch](mailto:fredyzwimpfer@bluewin.ch)

# AVIDOR

VALAIS SA

**GRIZZLY HT 200**

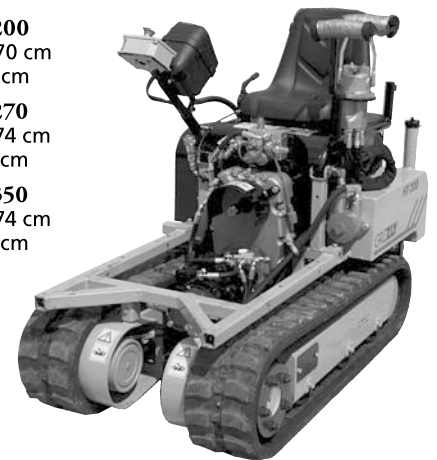
22 CV, Largeur 70 cm  
22 PS, Breite 70 cm

**GRIZZLY HT 270**

27 CV, Largeur 74 cm  
27 PS, Breite 74 cm

**GRIZZLY HT 350**

35 CV, Largeur 74 cm  
35 PS, Breite 74 cm



ZI Falcon • Rue du Stand 11 • CH-3960 Sierre  
tél. 027 456 33 05 • fax 027 456 33 07  
e-mail: [avidorvs@bluewin.ch](mailto:avidorvs@bluewin.ch) • [www.avidorvalais.ch](http://www.avidorvalais.ch)

## Eclaircissage des pommes par ombrage des arbres

### I. Efficacité de l'éclaircissage

Katharina KOCKEROLS, Albert WIDMER, Michael GÖLLES et Esther BRAVIN, Agroscope Changins-Wädenswil ACW, 8820 Wädenswil

Renseignements: Albert Widmer, e-mail: albert.widmer@acw.admin.ch, tél. +41 44 783 62 43

Plusieurs années d'expérimentation à la Station de recherche Agroscope Changins-Wädenswil ACW ont montré qu'un ombrage des pommiers juste après la floraison, limité dans le temps et bien dosé, permet d'obtenir une charge en fruits optimale. Cette première partie présente les résultats de trois années d'essais sur l'efficacité de l'éclaircissage par ombrage. Cette efficacité peut être comparable à l'éclaircissage standard en production intégrée.

### Introduction

Depuis 1997, ACW a mené des essais techniques en plein champ sur l'éclaircissage par ombrage des pommiers. Stadler *et al.* ont décrit en 2005 le principe d'action supposé et ont mis en évidence qu'un ombrage des arbres avec des toiles peut réduire le rayonnement photosynthétique actif de 74 %. Dans ces essais, la variété Golden Delicious a pu atteindre une charge en fruits optimale avec un ombrage de trois jours, appliqué vingt-trois jours après la pleine floraison. La validation scientifique de l'efficacité du procédé, la récolte de données sur l'influence des conditions météorologiques, sur la période adéquate pour ombrer la culture et sur la rentabilité de cette méthode étaient toutefois nécessaires. Le projet européen ISAFRUIT (Increasing fruit consumption through a trans-disciplinary approach delivering high quality produce from environmentally friendly, sustainable production methods) a permis de réaliser ces essais de 2006–2008 et de répondre en partie à ces objectifs.

### Essais de Wädenswil et Güttingen

Les trois années d'expérimentation, avec des pommiers de 2,50 m de hauteur de différentes variétés, ont porté principalement sur les effets de la durée et de la période d'ombrage (tabl.1) sur le rendement, la qualité externe et interne du fruit ainsi que sur le taux de floraison l'année suivante.

Le verger était couvert avec des toiles réduisant le rayonnement photosynthétique actif de 74 % (fig.1). Ce procédé était comparé à un témoin sans éclaircissage et à un procédé traité chimiquement comme dans la pratique, complété par un éclaircissage manuel.

Douze arbres (trois blocs de quatre arbres) par procédé ont été contrôlés sur les trois ans. Les critères observés étaient le rendement (kg/arbre), le calibre et la couleur du fruit, la fermeté de la chair et la teneur en sucre (10 fruits/arbre). L'intensité de la floraison a été évaluée pour chaque année suivant l'éclaircissage.



Figure 1 | Ombrage de pommiers Golden Delicious avec des toiles qui réduisent, selon le fabricant, le rayonnement solaire de 74 %.

Tableau 1 | Durée et période d'ombrage pour les différentes variétés

	Variété	Année de production	Porte-greffe	Largeur des toiles	Durée et période d'ombrage
2006	Elstar	9 <sup>e</sup>	P 22	3 m	25 jours après la pleine floraison → 7 jours d'ombrage
	Golden Delicious	9 <sup>e</sup>	P 22	3 m	25 jours après la pleine floraison → 3 jours d'ombrage
2007	Topaz	5 <sup>e</sup>	Fleuren56	2 m resp. 3 m	19, 26 et 33 jours après la pleine floraison → 3 jours d'ombrage par variante
	Golden Delicious	5 <sup>e</sup>	Fleuren56	2 m resp. 3 m	19, 26 et 33 jours après la pleine floraison → 3 jours d'ombrage par variante
2008	Braeburn	6 <sup>e</sup>	M9	2 m	19, 26 et 29 jours après la pleine floraison → 3 jours d'ombrage par variante
	Golden Delicious	11 <sup>e</sup>	P 22	2 m	19, 26 et 29 jours après la pleine floraison → 3 jours d'ombrage par variante

ISAFRUIT est un projet financé par la Commission européenne dans le cadre du 6<sup>e</sup> programme-cadre de recherche consacré à la priorité thématique 5, qualité des aliments et sécurité alimentaire (contrat N° FP6-FOOD-CT-2006-016279). Cet article ne reflète pas la position officielle de la Commission européenne, mais seulement celle des auteurs.

## L'ombrage aussi efficace que l'éclaircissage chimique

### Résultats de 2006

En 2006, un ombrage de trois jours des pommiers Golden Delicious a permis d'obtenir 60 fruits pour 100 inflorescences (fig. 2), charge considérée comme optimale avec la méthode d'éclaircissage conventionnelle, soit un éclaircissage chimique suivi d'un éclaircissage manuel. Le taux de floraison de l'année suivante (2007) était bon, avec une valeur de 6,1. Lors de la récolte, le poids des fruits après trois jours d'ombrage était de 122 g, assez inférieur aux 146 g obtenus dans la variante chimique. Il pourrait certainement être augmenté en complétant l'ombrage par un éclaircissage manuel. Pour Elstar, sept jours d'ombrage ont donné une charge en fruits à peu près comparable à la variante utilisée dans la pratique (66 fruits pour 100 inflorescences; fig. 3). Les effets de l'éclaircissage étaient significativement différents du témoin. Le taux de floraison de l'année suivante (2007) était de 5,7, une valeur encore acceptable. Avec ce bon éclaircissage, la teneur en sucre, la fermeté du fruit et le rendement ont montré, pour les deux variétés, des valeurs comparables à celles de la variante utilisée dans la pratique.

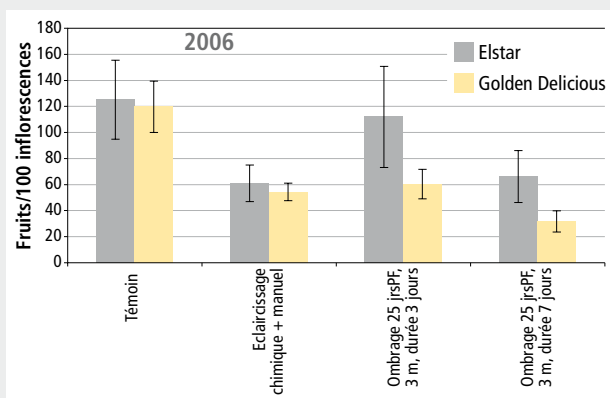


Figure 2 | Essai d'ombrage 2006. Nombre de fruits par 100 inflorescences des différentes variantes d'éclaircissage des variétés Golden Delicious et Elstar à Wädenswil.



Figure 3 | Effet d'éclaircissage d'un ombrage de sept jours sur la variété Elstar en 2006.

### Résultats de 2007

En 2007, l'ombrage de trois jours sur Golden Delicious à 19 et 26 jours (toiles de 2 m et 3 m) et 33 jours après la pleine floraison a permis de réaliser un éclaircissage efficace (fig.4). Le nombre de fruits par 100 inflorescences était significativement différent du témoin et comparable à la variante conventionnelle, de même que le rendement, le poids du fruit et la qualité intrinsèque (tabl. 2). Les variantes d'ombrage à 19 et 26 jours après la pleine floraison ont amélioré le taux de floraison par rapport au témoin (fig. 5). En revanche, l'ombrage à 33 jours après la pleine floraison semble trop tardif pour éclaircir. Pour Topaz, seul l'ombrage de trois jours à 19 jours après la pleine floraison a un effet d'éclaircissage significatif (fig. 4) et présente le taux de floraison le plus élevé l'année suivante (fig. 5). Les fruits ont par conséquent enregistré des poids intéressants, bien que la qualité interne ne soit pas entièrement satisfaisante (tabl. 2). L'ombrage a permis de réduire la photosynthèse de 50 %. Les mesures de luminosité ont révélé que le rayonnement solaire absolu était réduit de plus de 80 % sous la toile d'ombrage, tandis que le fabricant annonçait une réduction de 74 %. Cette différence tient probablement d'une part à la présence de filets anti-grêle, et d'autre part au temps couvert ou à l'ensoleillement variable, comme le confirment les mesures effectuées par Widmer (1997), qui révèlent un ombrage moyen de 21 % par temps couvert et sous filets anti-grêle.

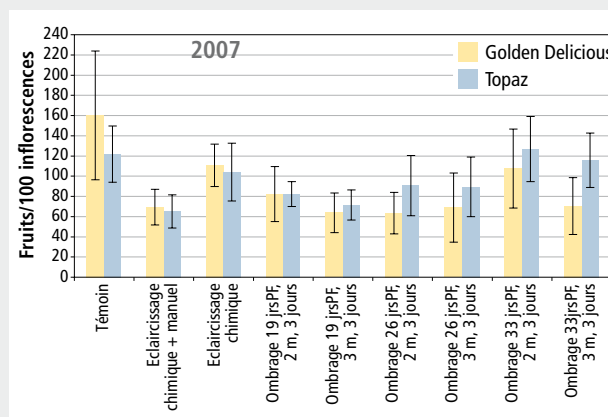


Figure 4 | Essai d'ombrage 2007. Nombre de fruits par 100 inflorescences des différentes variantes d'éclaircissage des variétés Golden Delicious et Topaz à Göttingen.

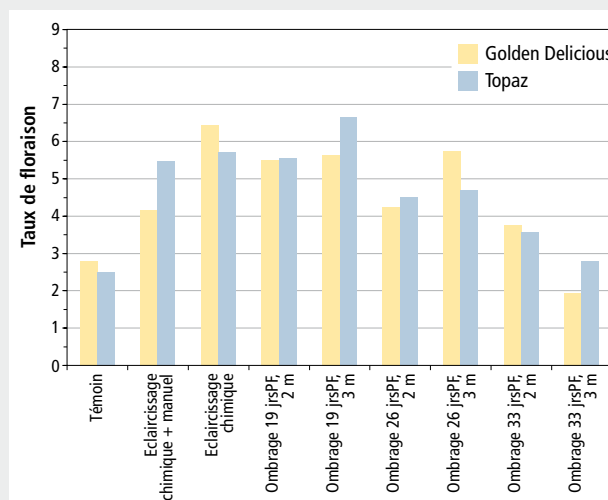


Figure 5 | Essai d'ombrage 2007. Taux de floraison des variétés Golden Delicious et Topaz en 2008 après différentes variantes d'éclaircissage en 2007. Ce taux était de 8–9 pour les deux variétés en 2007.

Tableau 2 | Essai d'ombrage 2007, Göttingen (TG). Teneur en sucres, fermeté, rendement par arbre et poids du fruit sont présentés pour Golden Delicious et Topaz

Méthode	Sucres (°Brix)		Fermeté (kg/m <sup>2</sup> )		Rendement (kg)		Poids du fruit (g)	
Témoin	11,9 a	11,6 a	7,49 abc	7,52 ab	29,4	24,9	137,2	123,6
Eclaircissage chimique + manuel	12,8 b	13,1 e	7,33 ab	7,97 d	23,3	16,7	181,6	161,2
Eclaircissage chimique	12,5 ab	12,2 bcd	7,73 c	7,77 bcd	23,7	21,8	145,4	124,3
Ombre 19 jrsPF, 2 m, 3 jours	12,7 ab	12,4 cd	7,29 a	7,7 abcd	27,3	23,2	176,9	160,5
Ombre 19 jrsPF, 3 m, 3 jours	13,0 b	12,6 d	7,66 bc	7,88 cd	24,5	19,2	195,7	173,7
Ombre 26 jrsPF, 2 m, 3 jours	12,8 b	12,3 bcd	7,53 abc	7,64 abc	24,4	25,0	179,3	149,7
Ombre 26 jrsPF, 3 m, 3 jours	13,0 b	12,3 bcd	7,74 c	7,63 abc	25,0	21,8	189,2	153,9
Ombre 33 jrsPF, 2 m, 3 jours	12,3 ab	12,0 abc	7,39 ab	7,62 abc	25,9	23,7	156,9	128,3
Ombre 33 jrsPF, 3 m, 3 jours	12,5 ab	11,8 ab	7,5 abc	7,48 a	24,7	27,7	157,0	124,9

Test de Tukey, p = 0,05. Les variantes munies des mêmes lettres ne se différencient pas significativement. jrsPF = jours avant la pleine floraison. ■ = Golden Delicious. ■ = Topaz.

### Résultats de 2008

En 2008, la charge en fruits a été trop faible dans toutes les variantes. La cause était l'importante chute des fruits survenue cette année-là, confirmée dans le témoin. Cependant, la comparaison des effets de l'éclaircissage a montré qu'un ombrage de trois jours 26 jours après la pleine floraison, avec des toiles d'une longueur de 2 m, a permis d'obtenir un éclaircissage similaire à celui utilisé dans la pratique, de même que le taux de floraison le plus élevé l'année suivante. La variante de 29 jours après la pleine floraison a également été efficace pour l'éclaircissage. En ce qui concerne la teneur en sucre, le rendement, le poids du fruit et le calibre, les résultats de 26 jours après la pleine floraison étaient comparables à ceux de l'éclaircissage conventionnel. Pour la variété Braeburn, la forte chute naturelle des fruits, additionnée aux procédés d'ombrage, a conduit à un éclaircissage trop important, ce qui a entraîné une augmentation à 9 du taux de floraison l'année suivante. Vu l'efficacité de l'éclaircissage, le poids du fruit était très élevé (220 à 240 g selon la période d'ombrage). Cette technique fonctionne donc également avec la variété Braeburn. Des essais complémentaires devraient être effectués afin de déterminer la période optimale d'ombrage pour ce cultivar.

### Conclusions

- Des recommandations pour l'ombrage ne sont adaptées que lorsque cette stratégie permet d'obtenir un éclaircissage efficace et une bonne qualité interne et externe du fruit et que le taux de floraison de l'année suivante est amélioré par rapport au témoin. Pour Golden Delicious, ces buts ont été atteints avec un ombrage au 19<sup>e</sup> ou 26<sup>e</sup> jour avant la pleine floraison et des toiles couvrant

entièrement les arbres. Pour les pommiers Topaz de 2,50 m de haut, l'ombrage de trois jours doit être appliqué 19 jours après la pleine floraison avec des toiles de 2 m et 3 m de long. Pour Elstar, l'ombrage doit être effectué 25 jours après la pleine floraison pendant sept jours avec des toiles couvrant entièrement l'arbre. Pour Braeburn, on ne peut émettre aucune conclusion, le taux de floraison étant d'une manière générale faible en 2008.

- Il s'agit, lors d'essais futurs, de déterminer s'il faut des recommandations pour chaque variété ou si elles peuvent être généralisées. En considérant plusieurs années, l'efficacité de ces méthodes d'ombrage est comparable à celle de l'éclaircissage chimique conventionnel. Concernant la longueur des toiles (2 ou 3 m), c'est la hauteur des arbres qui est déterminante: l'important est que les arbres soient couverts jusqu'au sol ou jusqu'à 50 cm du sol. Selon la hauteur des arbres, la longueur des toiles peut ainsi varier d'un verger à l'autre.
- Aucune influence météorologique n'a été observée lors de ces essais, comme l'avançaient Stadler *et al.* (2005). La période et la durée d'ombrage influencent davantage l'efficacité de l'éclaircissage que les conditions météorologiques.
- En résumé, il ressort que l'ombrage, additionné d'un éclaircissage manuel effectué après la chute des fruits en juin, est une méthode d'éclaircissage opérationnelle. Ce procédé trouve un débouché particulièrement intéressant en production biologique, les produits d'éclaircissage étant interdits. Un des désavantages de cette technique toutefois est son coût élevé. La rentabilité de l'ombrage par rapport à d'autres procédés d'éclaircissage fera l'objet d'une prochaine publication dans la présente revue. ■

### Bibliographie

- Stadler W., Widmer A., Dolega E., Schaffner M., Bertschinger L., 2005. Fruchtausdünnung durch Beschattung der Apfelbäume – eine Methode mit Zukunft? *Schweizerische Zeitschrift für Obst- und Weinbau* 10, 10–13.
- Widmer A., 1997. Lichtverhältnisse, Assimilation und Fruchtqualität unter Hagelnetzen. *Schweizerische Zeitschrift für Obst- und Weinbau* 8, 197–199.

### Remerciements

Nous remercions les chefs d'exploitation des centres d'essais de Güttingen et de Wädenswil pour leur bonne collaboration ainsi que Bruno Eschmann et Christian Vogt pour la démonstration de la couverture des cerisiers et de la méthode d'ombrage.



# 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

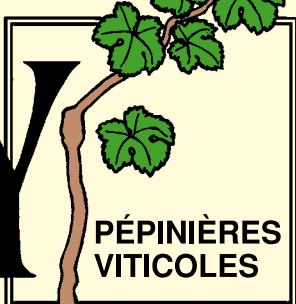
**Réception  
pour  
vendange**

**PÉPINIÈRES VITICOLES**

*production personnelle:*

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 28 68 85

E-MAIL: jeanclaud.fay@wanadoo.fr

www.plants-de-vigne-fay.com

- *Nombreuses références auprès des viticulteurs suisses depuis plus de 30 ans*
- *Gage de qualité*
- *Livraison assurée par nos soins à votre exploitation*
- *Plants traités à l'eau chaude*  
*Suivant recommandations de vos services phytosanitaires*

**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

	<p><b>Filtration</b> Vin, eau, bière, jus de fruit, gaz Sartorius</p>	
	<p><b>Technologie membranaire</b> Vin, jus de fruit, petit-lait DSS-Silkeborg</p>	
	<p><b>Elevage des vins</b> Conseils et matériel de micro-oxygénation et cliquage Oenodev</p>	
<p><b>KELLER FLUID PRO AG</b>, Bombachsteig 12, 8049 Zürich ☎ 044 341 09 56 / kellerfluidpro@keller.ch / www.keller.ch</p>		

## Production de pommes: la recette ne couvre pas les coûts de production

Esther BRAVIN<sup>1</sup>, Markus LEUMANN<sup>2</sup> et Jacques DUGON<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Agroscope Changins-Wädenswil ACW, 8820 Wädenswil

<sup>2</sup>AGRIDEA, 8315 Lindau

<sup>3</sup>AGRIDEA, 1000 Lausanne 6

Le Support Obst Arbo (SOA) est une initiative commune des centrales de vulgarisation agricole (AGRIDEA Lindau et Lausanne), d'Agroscope Changins-Wädenswil (ACW) et de la Fruit-Union Suisse (FUS). Le but de ce projet est l'encouragement d'une arboriculture rentable en Suisse.



Atelier du groupe Fruits à noyau.

### Rencontre des chefs d'exploitation

Lors de la rencontre annuelle des chefs d'exploitation, qui a réuni en décembre dernier pour la première fois à Vétroz en Valais les arboriculteurs alémaniques et romands, les participants ont reçu les analyses détaillées des rendements, de la qualité et des coûts de production par variété, ce qui leur a permis de comparer leurs propres résultats avec ceux des autres producteurs.

### Différences entre les variétés

L'analyse des résultats 2009 du projet SOA a fait ressortir plusieurs points importants. Les rendements moyens (des années 2003 à 2008) sont stables et atteignent



Dante Carint (AGRIDEA).

30 000 kg/ha (producteurs PI et toutes les variétés). Les coûts de production par hectare s'élèvent à 30 000 fr./ha (producteurs PI et toutes les variétés). Les résultats de triage sont très différents en fonction des variétés. Golden Delicious, Gravenstein et Rubinola n'atteignent pas 60 % de classe I, tandis que Gala, Topaz et Braeburn en obtiennent 70 %. A partir de 2005, les résultats de triage de la variété Golden Delicious se sont dégradés.

### Production de pommes en déficit

Pour la calculation annuelle des prix à l'attention de la FUS, les salaires et les coûts de machine sont basés sur des valeurs normées. Actuellement, les valeurs sont: chef d'exploitation: 34.50 fr./h, main-d'œuvre familiale: 24 fr./h, main-d'œuvre extérieure: 20.30 fr./h; le coût des machines est fixé selon le tarif Agroscope Reckenholz-Tänikon (ART) actuel. Entre 2003 et 2008, sauf les exploitations bio qui ont souvent dégagé des bénéfices, en raison d'une telle calculation de coût, les résultats sont majoritairement négatifs. En 2007 seulement, toutes les exploitations PER ont en moyenne enregistré un bénéfice. Cela signifie que, la plupart du temps, les résultats calculés avec des coûts de production normés n'ont pas pu être couverts. De 1998 à 2007, le déficit moyen atteint 0.28 fr./kg, soit environ 8400 fr./ha, pour des heures de travail calculées avec les valeurs normées. En considérant les salaires et les coûts de machine introduits par les producteurs, (salaires non normés), le déficit moyen des exploitations PER se ramène alors à 0.08 fr./kg.

Pour plus d'informations, consulter [www.asaagrar.ch](http://www.asaagrar.ch) ou [www.agroscope.ch](http://www.agroscope.ch) → Pratique → Cultures spéciales → Arboriculture → Support Obst Arbo.

Le rapport complet a paru en allemand dans la *Schweizerische Zeitschrift für Obst- und Weinbau* 8/2010.



Jacques Dugon (AGRIDEA).

## 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

### 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.zimmermannsa.ch

## PIQUETS DE VIGNE

### PIQUETS INTERMÉDIAIRES

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

**Galvanisés à chaud  
100 microns**

### PIQUETS DE TÊTE

- ZIGI R80
- ZIGI R60
- FER T

**Ecarteurs de fils  
pour tous les piquets**

### 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**



*Évoquer,  
suggérer, séduire...*

TEL EST BIEN LE RÔLE DE L'HABILLAGE

CRÉER UN HABILLAGE

EST UNE AFFAIRE DE SPÉCIALISTE,

MAIS AUSSI D'EXPÉRIENCE

DÉCOUVREZ L'ÉTIQUETTE CHEZ

**Roth  
& Sauter**

— une même exigence —

Roth & Sauter SA - La Pâle - 1026 Denges - Tél. 021 811 36 36 - Fax 021 811 36 37



## Katia Gindro: mycologue jusqu'au bout des ongles!

Née en 1971, à deux pas du Centre viticole de Pully (où elle allait chiper du raisin), d'un père tessinois et d'une mère d'origine française et arménienne, Katia Gindro reste une vraie fille de Pully: elle y passe son enfance, les yeux dans le lac, adore pêcher et visiter le Musée d'archéologie de Chamblandes, tout proche.

Son gymnase terminé, elle entame des études de biologie à l'Université de Lausanne où elle rencontre à la fois son mari – également mycologue – et celui qu'elle considère comme son maître, Heinz Cléménçon, qui lui transmet la passion des champignons: «Dès la première heure, j'ai su que je travaillerais avec ces organismes très particuliers, ni végétaux ni animaux, capables de se transformer et de s'adapter à toutes les situations. Hyper-compétitifs, très ingénieux dans leurs stratégies d'attaque et de défense, ils produisent les toxines les plus puissantes qui existent dans la nature. Leurs métabolites sont utilisés partout: en médecine (antibiotiques, anticancéreux), en agronomie (fongicides), dans l'industrie alimentaire (colorants, arômes), etc. Sur un plan plus général, poursuit-elle, les champignons sont indispensables à la biosphère, car eux seuls permettent de boucler le cycle du carbone en décomposant les végétaux.»

Sa licence en poche, elle entame un travail de diplôme à la Station fédérale de recherches agronomiques de Changins (RAC) avec Roger Pezet, qui lui donne, année après année, la passion et l'«esprit du chercheur», puis enchaîne avec un doctorat sur le botrytis de la vigne, qu'elle obtient en 1999. Un demi-poste de collaboratrice scientifique en mycologie s'ouvre alors à elle, plutôt axé sur le travail de laboratoire. L'étude du mildiou en viticulture suscite une belle synergie avec son collègue Olivier Viret, davantage ancré dans la recherche de terrain. Les liens avec les divers sites de recherche viticoles permettent au hasard farceur de la remettre en contact avec... le Centre de Pully de son enfance.

Depuis 2008, Katia Gindro est chef du groupe de mycologie d'ACW. Bourdonnante d'activité, elle aime créer des liens entre les personnes. Son plaisir est aussi de faire «fructifier le vivier des compétences» de ses collaborateurs, de faire venir des doctorants, d'établir des réseaux avec d'autres institutions suisses ou européennes et de développer des projets inédits, comme



Katia Gindro (photo Carole Parodi, ACW)

celui de Sinergia: un professeur de phytochimie de l'Université de Genève, un chercheur du CHUV et des mycologues d'ACW mettent leurs forces en commun pour trouver la faille dans le système de défense des champignons du genre *Fusarium*, responsables de dangereuses mycoses des ongles chez l'homme et de maladies dévastatrices chez les plantes cultivées.

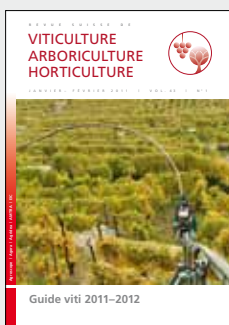
Ce plaisir de partager fait partie de sa philosophie de vie («carpe diem») et, dans sa maison de Romanel-sur-Morges, son jardin, ses chiens «de seconde main», la musique, les balades en forêt et le bricolage avec sa fille sont d'autres sources d'échange et d'épanouissement.

Eliane Rohrer, Revue suisse de Viticulture, Arboriculture, Horticulture

## Guide VITI d'ACW 2011–2012

- + Index phyto viticole 2011
- + Index phyto arboricole 2011

**Parution:** fin février 2011  
**Commandes:** ultime délai au  
**26 janvier 2011**



## À NOS ANNONCEURS

La *Revue suisse de Viticulture, Arboriculture et Horticulture* éditera dans son premier numéro de février 2011 les trois documents mentionnés ci-dessus.

**Le NOUVEAU «Guide VITI d'ACW» sera valable durant deux années (2011 à 2012).**

Ce guide, très connu en Suisse et à l'étranger (France), reste la référence pour les viticulteurs, les enseignants, le conseil viticole, le commerce, les firmes de produits phytosanitaires et les étudiants.

**Afin de faire connaître vos produits, nous vous suggérons de placer une ou plusieurs annonces dans ce numéro (VITI 1/2011). Veuillez d'ores et déjà réserver vos emplacements auprès de notre régie de publicité:**

Inédit Publications SA (M. Serge Bornand), CP 135,  
 1025 Saint-Sulpice, tél. 021 695 95 67 ou fax 021 695 95 51  
 E-mail: serge.bornand@inedit.ch



# Isomate®

### Lutte par confusion

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

Andermatt Biocontrol AG  
 Stahlermatten 6 · 6146 Grossdietwil  
 Telefon 062 917 50 05 · [www.biocontrol.ch](http://www.biocontrol.ch)



# Challenge<sup>35<sup>ème</sup> édition</sup> International du vin



**Seul concours où les vins  
sont jugés  
par l'ensemble de la filière vin !**  
 du producteur... au consommateur

**Inscription Décembre 2010  
Janvier 2011 sur :**



## PRIX SPECIAL SUISSE

**TRANSPORT OFFERT DES ÉCHANTILLONS,**  
 Plateforme à votre disposition au départ de Genève

**COMMUNICATION LAURÉAT SPÉCIFIQUE**  
 Plus d'informations sur [www.challengeduvin.com](http://www.challengeduvin.com)

## Nouveautés 2011

La note de dégustation qu'ils soient lauréats ou non.  
 Le sérieux et la technicité, certifiés par la norme ISO 9001.

Des récompenses pour leur fidélité.

1000 médailles adhésives gratuites aux lauréats\*  
 \* Offertes aux 100 premiers inscrits.



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

## Un futur pour le projet Réseau Chêne?

André Rawyler, Ecole d'Ingénieurs de Changins

Le chêne est entré à l'EIC avec le projet «Grands crus suisses – Elevage de vins du terroir en fûts de chêne indigène» réalisé entre 2002 et 2006 sous la direction de J. Auer, et nommé «Success Story» en février 2007 par la CTI (Commission pour la technologie et l'innovation).

Parmi ses acquis, citons l'adéquation du chêne suisse pour la tonnellerie, la caractérisation de «terroirs chêne», la disponibilité de merrains d'espèces de chêne et d'origine identifiées, l'étude des conditions de séchage sur site, la reproductibilité et la description quantitative du bousinage artisanal, la constitution d'une filière suisse «bois de chêne de tonnellerie» assurant une traçabilité complète et le dépôt d'une marque de garantie Terroir Chêne (TC), dite aussi «marque à l'oiseau».

Le projet «Réseau interactif de la filière suisse bois de chêne de tonnellerie» (ou «Réseau Chêne») qui lui a aussitôt succédé, piloté par J. Auer, puis par le sussigné, poursuit trois objectifs.

### Outil prédictif

Pour obtenir une association *optimale* entre le bois du fût et le vin qu'on va y élever, la description d'un fût ne se résume pas à la qualité de sa chauffe (faible, moyenne ou forte). Sa composition volatile aromatique permet de calculer la concentration théorique de ces composés dans le vin puis, en tenant compte de leur seuil de perception, le profil aromatique probable du vin.

Les résultats ont validé cette approche. Du Pinot noir et du Chardonnay ont été élevés pendant dix mois dans vingt-quatre fûts de chênes d'espèce et d'origine différente. La correspondance entre prédiction du profil aromatique et sa détermination expérimentale par l'analyse chimique a été très satisfaisante. L'outil prédictif permet ainsi d'aider à sélectionner les fûts, mais pas de garantir leurs arômes.

### Base de données TC

Conçue sur le modèle du «Réseau interactif en viticulture» en collaboration avec l'EPFL, c'est l'outil de gestion global de la filière TC. Elle rassemble des informations géographiques, pédologiques et forestières sur les chênes suisses, ainsi que des données sur la fabrication des merrains et des fûts par les tonnellerie suisses partenaires. Evolutive, elle peut être à la fois alimentée et consultée. Elle comprend les domaines suivants:

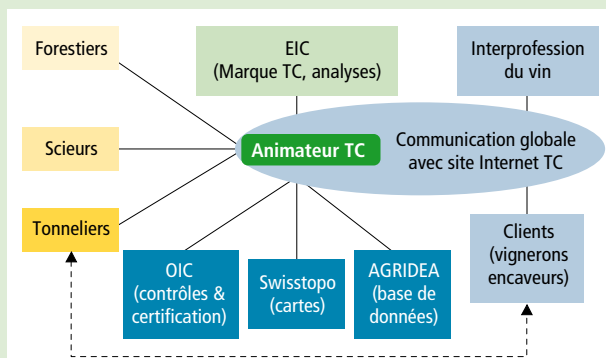
- gestion des terroirs chêne
- coupes et livraisons de bois
- lots et merrains
- fûts et tonnelliers.

Elle permet notamment de générer, à partir des informations des différents acteurs de la filière, une fiche technique par groupe de fûts construits et chauffés dans des conditions identiques. L'acheteur du fût y trouve, outre le nom et l'adresse du tonnelier, le logo TC, le code de traçabilité (aussi gravé sur le fût), les données du terroir chêne, l'espèce de chêne (sessile ou pédonculé), l'année et le numéro de la coupe, l'année de construction et le numéro du fût, la durée de séchage des merrains, les caractéristiques thermiques du bousinage et le profil aromatique probable du vin fourni par l'outil prédictif. Grâce à cette fiche, le tonnelier communique à ses clients que tel fût a été construit avec du bois TC, mais aussi que toutes les étapes de sa fabrication ont été réalisées selon les exigences de la marque TC.

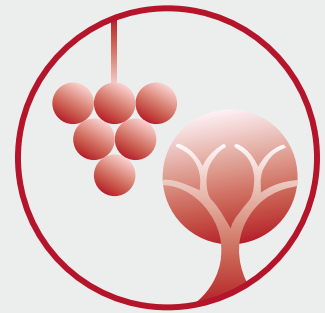
Ces deux volets du projet ont été achevés et les rapports scientifique (15.10.2009) et financier (29.10.2009) respectifs acceptés par la CTI.

### Transfert à la profession

Cette dernière étape prend plus de temps que prévu: les tonnelliers, principaux bénéficiaires de la marque TC, doivent fournir un effort pour la faire vivre. En effet, il faut pourvoir aux frais d'analyse, de certification de la filière, d'utilisation d'extraits de cartes, d'hébergement de la base de données, de communication globale de la marque et au salaire de l'animateur TC. Des négociations sont encore en cours, mais l'avenir du projet Réseau Chêne peut être envisagé avec confiance. ■



# VITICULTURE ARBORICULTURE HORTICULTURE



## Table des matières – Volume 42 – 2010

N <sup>os</sup>	Pages	Auteurs – Titres
<b>Editoriaux</b>		
1	7	<b>Dubuis Pierre-Henri:</b> La protection phytosanitaire dans l'arboriculture durable
2	85	<b>Mayor Jean-Philippe:</b> Portes ouvertes 2010 d'Agroscope Changins-Wädenswil ACW
3	161	<b>Viret Olivier:</b> Gestion de la pourriture grise de la vigne
4	225	<b>Baroffio Catherine et Ançay André:</b> La petite baie qui monte...
5	277	<b>Ferjani Ali:</b> Lorsque la qualité ne suffit plus...
6	341	<b>Christen Danilo:</b> La qualité des eaux-de-vie suisses soutient la concurrence
<b>Guide phytosanitaire pour l'arboriculture 2010-2011</b>		
1	14-16	<b>Kehrli Patrik, Linder Christian et Höhn Heiri:</b> Contrôle des ravageurs au verger
1	17	<b>Kehrli Patrik, Linder Christian et Höhn Heiri:</b> Auxiliaires
1	18-40	<b>Höhn Heiri, Bünter Markus, Dubuis Pierre-Henri, Holliger Eduard, Kehrli Patrik, Linder Christian, Naef Andreas, Schaerer Santiago, Schaub Lukas et Wirth Judith:</b> Guides de traitement pour pommier, poirier, cerisier-griottier, prunier, pêcher-abricotier
1	42-43	<b>Mayor Pascal:</b> Lutte contre les campagnols
1	44-45	<b>Gölles Michael et Wirth Judith:</b> Entretien du sol
1	46-47	<b>Gölles Michael et Wirth Judith:</b> Optimiser l'application des herbicides – Stratégies de désherbage chimique
1	48-51	<b>Dubuis Pierre-Henri et Höhn Heiri:</b> Produits phytosanitaires: Application
1	52-55	<b>Dubuis Pierre-Henri et Höhn Heiri:</b> Produits phytosanitaires: Risques et précautions
1	56-57	<b>Widmer Albert et Christen Danilo:</b> Régulation de la charge par éclaircissage chimique
<b>Actualités arboricoles</b>		
1	65-67	<b>Putallaz Olivier, Kerautret Isabelle, Bünter Markus, Buchmann Beatrix, Balmelli Carole et Besse Sébastien:</b> La sharka en Suisse: bilan et perspectives
1	69-71	<b>Holliger Eduard:</b> Dernières nouvelles du feu bactérien
1	73-74	<b>Dubuis Pierre-Henri et Patocchi Andrea:</b> Confirmation de la présence de <i>Monilia fructicola</i> en Valais
1	supplément	<b>Wirth Judith, Linder Christian, Höhn Heiri, Dubuis Pierre-Henri et Naef Andreas:</b> Index phytosanitaire pour l'arboriculture 2010
1	supplément	<b>Wirth Judith, Linder Christian, Höhn Heiri, Dubuis Pierre-Henri et Naef Andreas:</b> Index phytosanitaire pour la viticulture 2010

N <sup>os</sup>	Pages	Auteurs – Titres
<b>Viticulture</b>		
5	288–295	<b>Burgos Stéphane, Almendros Sébastien et Fortier Elisabeth:</b> Facteurs environnementaux et phénologie de la vigne dans le canton de Genève
5	278–284	<b>Ferjani Ali, Mann Stefan et Ayala Tatiana:</b> Préférences des consommateurs de vin en Suisse
2	96–103	<b>Fortier Elisabeth, Shani Tal et Burgos Stéphane:</b> Enherbement du vignoble genevois: bilan et perspectives
6	352–357	<b>Gindro Katia, Alonso-Villaverde Virginia, Voinesco Francine, Spring Jean-Laurent et Viret Olivier:</b> Rôle déterminant des stilbènes dans la résistance au mildiou de la vigne
5	314–320	<b>Siret René, Symoneaux Ronan, Brossaud Franck, Forgeri Véronique, Mongondry Philippe, Mehinagic Emira et Jourjon Frédérique:</b> Viscosité et texture des vins: comparaison de méthodes rhéologiques et sensorielles
4	258–266	<b>Spring Jean-Laurent, Zufferey Vivian, Verdenal Thibaut et Viret Olivier:</b> Alimentation en eau et comportement du Pinot noir: bilan d'un essai dans le vignoble de Chamoson (VS)
6	370–375	<b>Symoneaux Ronan et Maitre Isabelle:</b> Perception des attributs du terroir par les consommateurs de vin
4	226–233	<b>Viret Olivier, Dubuis Pierre-Henri, Bloesch Bernard, Fabre Anne-Lise et Dupuis Daniel:</b> Dosage des fongicides adapté à la surface foliaire en viticulture: efficacité de la lutte
6	360–366	<b>Zouid Imen, Siret René, Mehinagic Emira, Maury Chantal et Jourjon Frédérique:</b> Influence des propriétés mécaniques des baies de Cabernet Franc sur l'évolution et l'extractibilité des anthocyanes
6	376–383	<b>Zufferey Vivian, Spring Jean-Laurent, Verdenal Thibaut, Viret Olivier, Parvex Claude, Pont Michel et Favre Guillaume:</b> Comportement du Pinot noir dans les conditions du vignoble valaisan
<b>Arboriculture</b>		
3	170–178	<b>Christen Danilo, Chassot Emmanuel, Widmer Albert et Gölles Michael:</b> Eclaircissage chimique sur poiriers: efficacité et influence sur la production et la qualité de différentes variétés
6	342–349	<b>Ducruet Julien, Coutant Cyrielle, Wang Min, Deneulin Pascal, Fleury Dominique, Defayes Alexandre, Baumgartner Daniel et Christen Danilo:</b> Maturité du Luizet et qualité des eaux-de-vie d'abricots
4	248–255	<b>Mappe Irène, Siret René, Jourjon Frédérique, Blin Mélanie, Turbillon Céline et Mehinagic Emira:</b> Spectroscopie visible proche infrarouge pour décrire les fruits et prédire leurs caractères sensoriels
2	138–145	<b>Mehinagic Emira, Bourles Erwan et Jourjon Frédérique:</b> Aptitude des variétés de pommes à la transformation industrielle
3	182–187	<b>Vandewalle Pierre, Sourice Anthony, Mehinagic Emira et Jourjon Frédérique:</b> La sonométrie peut-elle caractériser la fermeté des pommes?
<b>Baies</b>		
2	106–113	<b>Ançay André, Fremin Fabien et Sigg Pascal:</b> Fraisiers sur substrat: quelles alternatives à la tourbe?
4	au centre I–XI	<b>Ançay André, Baroffio Catherine, Michel Vincent et Kopp Max:</b> La culture de la myrtille en Suisse
<b>Cultures maraîchères</b>		
2	122–130	<b>Gilli Céline, Granges André et Carlen Christoph:</b> Economies d'énergie sous serre par intégration des températures en culture de tomates sur substrat
5	298–303	<b>Camps Cédric:</b> Mesure non destructive de la qualité des tomates par spectroscopie NIR

N <sup>os</sup>	Pages	Auteurs – Titres
<b>Plantes aromatiques et médicinales</b>		
4	236–244	<b>Carron Claude-Alain, Baroffio Catherine et Vouillamoze José:</b> Incidence du semis ou de la plantation sur le rendement et la qualité de la sauge, du thym et de la guimauve
3	208–213	<b>Simonnet Xavier, Piantini Umberto, Gallois Philippe et Deransart Antoine:</b> Comparaison de variétés d'origan cultivées en Franche-Comté
<b>Cultures sous serre</b>		
3	198–205	<b>Gilli Céline:</b> Economie d'énergie sous serre par intégration des températures en culture de gerbera sur substrat
<b>Protection des végétaux</b>		
3	190–196	<b>Kehrli Patrik, Schaerer Santiago, Delabays Nicolas et Kessler Sébastien:</b> <i>Hyalesthes obsoletus</i> , vecteur du bois noir de la vigne: répartition et biologie
5	306–312	<b>Kessler Sébastien, Kehrli Patrik, Schaerer Santiago, Delabays Nicolas, Trivellone Valéria et Emery Stéphane:</b> <i>Hyalesthes obsoletus</i> , vecteur du bois noir de la vigne: ses plantes hôtes en Suisse
2	132–135	<b>Linder Christian, Schaub Lukas et Klötzli-Estermann Françoise:</b> Efficacité du traitement à l'eau chaude contre les œufs de <i>Scaphoideus titanus</i> , vecteur de la flavescence dorée de la vigne
3	162–167	<b>Viret Olivier, Bloesch Bernard, Dubuis Pierre-Henri et Gindro Katia:</b> Epidémiologie de <i>Botrytis cinerea</i> et stratégies de lutte
2	86–93	<b>Viret Olivier, Dubuis Pierre-Henri, Bloesch Bernard, Zufferey Edmond, Edder Patrik, Ortelli Didier, Cognard Emanuelle et De Montmollin Alexandre:</b> Lutte contre la pourriture grise et résidus de fongicides dans les raisins et le vin
<b>Actualités</b>		
6	391	<b>Bravin Esther, Leumann Markus et Dugon Jacques:</b> Production de pommes: la recette ne couvre pas les coûts de production
5	322–326	<b>Gasser Franz et Siegrist Jean-Pierre:</b> Recommandations 2010-2011 aux entrepositaires de fruits et légumes
6	386–389	<b>Kockerols Katharina, Widmer Albert, Gölles Michael et Bravin Esther:</b> Eclaircissage des pommes par ombrage des arbres. 1. Efficacité de l'éclaircissage
5	328–330	<b>Rösti Johannes et Belcher Sandrine:</b> Récolter le raisin à maturité optimale avec les outils du futur
2	147–150	<b>Van der Meer Markus, Weibel Franco, Lévyte Dominique et Häseli Andi:</b> Acceptation des vins de cépages résistants par les consommateurs
<b>Page de l'École d'ingénieurs de Changins</b>		
2	151–152	<b>Fabre Sébastien et Riedo Anik:</b> Les options récentes offertes par l'analyse œnologique automatisée
3	217–218	<b>Hautier Serge:</b> L'EIC s'attaque aux effluents de cave à la source
4	270	<b>Guyot Christian:</b> Echanges et convivialité au premier rang!
5	334	<b>Pfenninger Hansueli, Fabre Sébastien, Naef Olivier et Vorlet Olivier:</b> Régulation automatique de la micro-oxygénation
6	395	<b>Rawyler André:</b> Un futur pour le Réseau Chêne?
<b>Portrait</b>		
2	153	<b>Willi Sibylle:</b> Frédérique Jourjon: transmettre la passion
3	214	<b>Willi Sibylle:</b> Céline Gilli: du bord de la mer aux serres de Conthey
4	268	<b>Willi Sibylle:</b> Les fraises, les framboises, le Valais
5	332	<b>Enz Carole:</b> De l'Australie à la distillerie d'Agroscope
6	393	<b>Rohrer Eliane:</b> Katia Gindro: mycologue jusqu'au bout des ongles



ETIQUETTE  
AUTOCOLLANTE  
IMPRESSION  
CRÉATION

***Entre les vigneronns et nous...  
ça colle!***

5 couleurs offset, or à chaud, vernis,  
gaufrage et sérigraphie!

Qui dit mieux en Suisse romande?



*l'étiquette autocollante*



perspectives réjouissantes

fischer|undryser|BASEL

Grâce à WIR vous  
**augmentez votre  
nombre de clients,  
chiffre d'affaires  
et bénéfice**

Appelez-nous  
sans tarder:  
021 613 06 70

**Banque WIR**  
depuis 1934

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

Lausanne • Bâle • Berne • Lugano • Lucerne • St-Gall • Zurich